



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI



E-PROSIDING



FESTIVAL AGROMAKANAN DAN BIOTEKNOLOGI

TEKNOLOGI PERTANIAN BERTERASKAN MATLAMAT
PEMBANGUNAN MAMPAN

22-29 OGOS 2024

POLITEKNIK SANDAKAN SABAH



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI



E-PROSIDING FESTIVAL AGROMAKANAN DAN BIOTEKNOLOGI 2024

**TEKNOLOGI PERTANIAN BERTERASKAN
MATLAMAT PEMBANGUNAN MAMPAN**

22-29 OGOS 2024

POLITEKNIK SANDAKAN SABAH

E-PROSIDING E-FESTIVAL AGROMAKANAN DAN BIOTEKNOLOGI

© Politeknik Sandakan Sabah (PSS)
Edu Hub, Jalan Sungai Batang, Batu 10,
90000, Sandakan,
Sabah
No. Tel: 089-228351
No. Fax: 089-228325
<https://pss.mypolycc.edu.my>

Semua hak cipta terpelihara. Tidak dibenarkan menerbit, mengulang cetak, mengeluarkan ulang mana-mana bahagian artikel, ilustrasi, fotografi dan isi kandungan e-prosiding ini dalam apa juga bentuk dan dengan cara apa jua sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau cara lain yang direka pada masa akan datang sebelum mendapat izin bertulis daripada Pusat Penyelidikan dan Inovasi Politeknik, Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti. Perundingan tertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

Diterbitkan oleh:

Politeknik Sandakan Sabah (PSS)
Edu Hub, Jalan Sungai Batang, Batu 10,
90000, Sandakan,
Sabah.

E-book ini boleh diakses pada laman web Politeknik Sandakan Sabah PSS e-book pada pautan:
https://fliphtml5.com/bookcase/fmbei*

Terbitan 2024



Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

Perpustakaan Negara Malaysia

Rekod katalog untuk buku ini boleh didapati
dari Perpustakaan Negara Malaysia

eISBN 978-629-99130-6-1

SIDANG PRODUKSI

Penaung

Dato' Dr. Haji Mohd Zahari bin Ismail

Ketua Pengarah

Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK)

Pengerusi Bersama

Dr. Zamzam bin Mohd Walid

Pengarah, Bahagian Kurikulum, JPPKK

Mohd Sani bin Said

Pengarah, Politeknik Sandakan Sabah

Ketua Editor

Joanna W. Doinsing

Editor

Julainus Juin

Hazza Roshada binti Ramli

Grafik

Mohd Hafizzie bin Hajini

PENDAHULUAN

PENGENALAN

Festival Agromakanan dan Bioteknologi (FAMB) merupakan program yang diadakan setiap tahun yang dianjurkan oleh Bahagian Kurikulum (BK) Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) bersama kelolaan oleh Politeknik di bawah bidang Teknologi Pertanian. Pada tahun ini, FAMB 2024 akan diadakan di Politeknik Sandakan Sabah (PSS).

OBJEKTIF

- ❖ Mencapai KPI JPPKK di bawah strategi peningkatan program TVET yang berimpak di mana pensyarah dan pelajar mempunyai daya cipta dalam penyelidikan dan inovasi dalam pengajaran dan pembelajaran di peringkat antarabangsa.
- ❖ Mengumpulkan lebih ramai penyelidik, pelajar, agensi kerajaan dan swasta dalam satu penganjuran yang akan memberikan impak yang lebih besar.
- ❖ Menyediakan platform kepada perkongsian hasil kajian, idea dan ilmu di antara seluruh warga politeknik, kolej komuniti, institusi pendidikan tinggi, universiti awam serta agensi-agensi kerajaan dan swasta yang terlibat dalam bidang teknologi pertanian.
- ❖ Memberi ruang dan peluang kepada pensyarah-pensyarah politeknik dan kolej komuniti untuk memenuhi kriteria kecemerlangan dalam permohonan kenaikan pangkat menerusi pembentangan kertas penyelidikan, pertandingan inovasi serta keusahawanan di dalam festival ini.
- ❖ Membudayakan program tanggungjawab sosial korporat atau dinamakan *Smart Community Programme* dengan kerjasama antara pelbagai industri, agensi kerajaan dan NGO yang terpilih.

SENARAI PENYEMAK FAMB 2024

NAMA REVIEWER

Dr. Mazlina binti Jamaludin
Ts. Dr. Fahmi bin Abu Bakar
Ts. Dr. Nadiatul Syima binti Mohd Shahid
Dr. Fathurrahman bin Lananan
Dr. Mohd Rakib bin Mohd Rashid
Dr. Wahidatul Husna binti Zuldin
Dr. Annafatmawaty binti Ismail
Dr. Roslina binti Mat Yazid
Dr. Nurhadijah binti Zainalabidin
Dr. Nor Aziza binti Abdul Aziz

INSTITUSI

Kolej Komuniti Sungai Siput
Universiti Sultan Zainal Abidin
Universiti Teknologi Mara
Universiti Sultan Zainal Abidin
Universiti Malaysia Sabah
Universiti Malaysia Sabah
Politeknik Sandakan Sabah
Politeknik Sandakan Sabah
Universiti Malaysia Perlis
Politeknik Sultan Abdul Halim Muadzam Shah

PRAKATA

Assalamualaikum w.b.t dan Salam Sejahtera,

Alhamdulillah, saya amat bersyukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan izin dan limpah kurniaNya, Festival Agromakanan dan Bioteknologi (FAMB) 2024 telah berlangsung dengan jayanya. Sekalung penghargaan dan tahniah kepada Unit Agro dan Bioindustri (UAB), Bahagian Kurikulum (BK), Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) serta semua jawatankuasa pelaksana dan tuan rumah FAMB 2024 iaitu Politeknik Sandakan (PSS) pada kali ini atas usaha dan kerjasama yang diberikan.

Tema '**Teknologi Pertanian berteraskan Matlamat Pembangunan Mampan**' yang dipilih dalam festival kali ini adalah bagi menyemai minat semua terhadap bidang agar lebih inklusif, dinamik dan seiring teknologi semasa. Ini adalah bertepatan dengan Dasar Agromakanan Negara 2021-2030 (DAN 2.0) yang menyatakan bahawa bidang agromakanan berperanan sebagai suatu industri yang mampan, berdaya saing dan berteknologi tinggi agar dapat memacu pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan rakyat serta mengutamakan sekuriti dan nutrisi makanan. DAN 2.0 juga memberi fokus kepada amalan pertanian mampan dengan penggunaan sumber bio untuk meningkatkan keselamatan makanan dan mengurangkan pencemaran alam sekitar serta kecekapan penggunaan sumber dan diharap dengan penganjuran FAMB 2024 kali ini dapat membantu dalam menghasilkan penyelidikan dan inovasi berimpak tinggi yang sejajar dengan kehendak dan aspirasi DAN 2.0 khususnya dan negara umumnya.

Buku e-prosiding ini mengandungi 18 artikel yang mengandungi pelbagai bidang terutamanya bidang Agroteknologi, Hortikultur Landskap, Teknologi Makanan, Akuakultur, Sains Sosial (Pertanian dan TVET) dan Pendidikan (Pertanian dan TVET). Sekalung penghargaan dan tahniah kepada semua peserta yang telah menyumbang idea, penyelidikan, inovasi dan penulisan dalam buku e-prosiding FAMB 2024 ini. Saya juga mengucapkan setinggi penghargaan dan terima kasih kepada AJK FAMB 2024 dan semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam menghasilkan nukilan ilmu ini. Diharap agar wacana ilmu seumpama ini boleh dijadikan sebagai satu medium perkongsian hasil kajian, idea dan ilmu di antara seluruh warga politeknik, kolej komuniti, institusi pendidikan tinggi, universiti awam serta agensi-agensi kerajaan dan swasta yang terlibat dalam bidang teknologi pertanian.

Wabillah hi taufik wal hidayah

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

DATO' DR. HAJI MOHD ZAHARI BIN ISMAIL

KETUA PENGARAH

JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah S.W.T atas limpah dan kurniaNya, Festival Agromakanan dan Bioteknologi (FAMB 2024) telah berjaya dilaksanakan. Tahniah dan syabas saya ucapkan kepada Unit Agro dan Bioindustri, Bahagian Kurikulum Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) bersama Politeknik Sandakan Sabah di atas kejayaan merealisasikan FAMB 2024 dengan jayanya.

Festival Agromakanan dan Bioteknologi (FAMB) yang pertama diadakan pada tahun 2015 di Politeknik Jeli Kelantan. Sejak itu, program ini diadakan setiap tahun di bawah penganjuran Bahagian Kurikulum (BK) Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti (JPPKK) bersama kelolaan oleh Politeknik di bawah bidang Teknologi Pertanian. Tahun ini merupakan tahun ke-sepuluh penganjuran FAMB yang akan diadakan di Politeknik Sandakan Sabah (PSS). Pembentangan kertas penyelidikan merupakan program utama dalam FAMB 2024, di samping pertandingan inovasi, pertandingan keusahawanan dan *Smart Community Programme*. Festival ini telah dijadikan acara tahunan dengan mengumpulkan lima (5) buah politeknik dan tiga belas (13) buah kolej komuniti di bawah bidang teknologi pertanian dalam satu program yang bertujuan untuk meningkatkan hubungan dan interaksi ilmiah di antara institusi yang terlibat.

Bagi mendukung hasrat kerajaan melalui Rancangan Malaysia Ke-12 (RMK12) untuk membangunkan sektor pertanian yang lebih maju, moden dan mampan, penganjuran FAMB secara tahunan adalah amat bertepatan bagi memperlihatkan komitmen PolyCC dalam hal ini. Menjelang tahun 2050, jumlah penduduk Malaysia dijangka mencecah 50 juta orang yang tentunya memerlukan bekalan makanan yang bukan sahaja mencukupi malah berkhasiat dan terjamin dari segi kualiti dan keselamatannya. Di sinilah pentingnya inovasi, penyelidikan dan pembangunan teknologi dalam bidang agromakanan bergerak seiring agar keperluan asas ini dapat dipenuhi.

Buku e-prosiding ini menyasarkan penulisan kajian dan penyelidikan seluruh warga politeknik, kolej komuniti, institusi pendidikan tinggi, universiti awam serta agensi-agensy kerajaan dan swasta terutamanya yang terlibat dalam bidang teknologi pertanian. Buku e-prosiding ini begitu bernilai dalam pelestarian tema seminar pada kali ini, '**Teknologi Pertanian Berteraskan Matlamat Pembangunan Mampan**'. Terima kasih diucapkan kepada panel penyemak kertas penyelidikan dalam memastikan ianya berkualiti selari dengan objektif e-prosiding ini. Tahniah dan syabas saya ucapkan kepada semua penulis e-prosiding FAMB 2024 dan semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam penerbitan e-prosiding FAMB 2024 ini. Saya percaya dengan penerbitan e-prosiding ini dapat merancakkan lagi proses penyelidikan dalam pembangunan akademik, sosial serta mampu menyumbang kepada kepesatan pembangunan dan teknologi pertanian negara.

DR. ZAMZAM BIN MOHD WALID
PENGARAH
BAHAGIAN KURIKULUM
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI

PRAKATA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Salam Sejahtera dan Salam Malaysia Madani.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang Maha Esa atas limpah perkenan dan kurnia-Nya, Festival Agromakanan dan Bioteknologi (FAMB) 2024, yang bertemakan ‘**Teknologi Pertanian Berteraskan Matlamat Pembangunan Mampan**’, telah dapat direalisasikan dengan jayanya.

Sebagai tuan rumah, kami amat berbesar hati kerana diberi kesempatan untuk menganjurkan program ini buat kali kedua, setelah Politeknik Sandakan Sabah, menganjurkan FAMB pada tahun 2017. FAMB 2024 menyajikan pelbagai bentuk pengisian dan aktiviti yang menarik, termasuk pembentangan kertas kajian, pertandingan inovasi, pitching idea/komersil, jualan produk keusahawanan, dan Program Komuniti Pintar (Smart Community Programme).

Festival ini juga berfungsi sebagai wadah penting bagi para penyelidik untuk mengetengahkan pelbagai jenis penyelidikan dan inovasi, khususnya dalam bidang Pertanian, Agromakanan, dan Bioteknologi. Cetusan idea yang menakjubkan, hasil daripada usaha murni dan berimpak tinggi ini, mempunyai potensi yang amat baik untuk dikongsi dan dibentangkan dalam festival yang berprestij ini.

Selaras dengan Dasar Agromakanan Negara 2.0, festival peringkat kebangsaan ini juga bertujuan untuk memperkasakan pemodenan melalui pertanian pintar, meningkatkan aktiviti penyelidikan, dan mendorong inovasi dalam usaha mencapai keterjaminan bekalan makanan yang mampan serta pertumbuhan ekonomi dalam sektor agromakanan.

Dikesempatan ini, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua ahli jawatankuasa dan para juri yang telah meluangkan masa dan kepakaran untuk menjayakan festival ini. Sumbangan kolektif ini sesungguhnya berperanan penting dalam memupuk budaya inovasi dan penyelidikan yang sinergi dan progresif, di mana ilmu pengetahuan dikongsi, idea diperkembangkan, dan kejayaan diraih bersama.

Syabas juga diucapkan kepada semua pembentang dan peserta yang telah menyertai FAMB 2024. Sesungguhnya, perkongsian yang diketengahkan melalui FAMB 2024 akan dapat menyuburkan ilmu penyelidikan dan inovasi yang pastinya sangat bermanfaat dalam dunia pendidikan TVET disamping berpotensi memacu pertumbuhan sektor pertanian negara dan kemajuan teknologi agromakanan.

Sekian, terima kasih.

MOHD SANI BIN SAID
PENGARAH
POLITEKNIK SANDAKAN SABAH

ISI KANDUNGAN

BIL	KERTAS PENYELIDKAN DAN PENULIS	M/S
1	Kultur Kalus dan Ampaian Sel Daun Muda Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L.) <i>Khairunisa Ab aziz, Siti Zalikha Mohd Ridzuan Jamil, Mohd Syafiq Masduqi Mohd Zainudin</i>	1
2	Assessing The Growth and Productivity of <i>Capsicum frutescens</i> as Affected by Different Amount of Effective Microorganism Bokashi <i>Shahira A'in Noor Azmi I, Nur Asyiqin Abd Mutalib</i>	10
3	Inovasi Sabit Potong Tandan Anti – Sangkut untuk Tanaman Kelapa Sawit <i>Wan Aminuddin Wan Aman, Mohd Ridzuan Rashid, Mohd Syafiq Masduqi Mohd Zainuddin</i>	18
4	The Potential of Organic Fertilizer Production Through Composting by Black Soldier Fly Larvae (BSFL) <i>Noor Anizah Binti Maarof, Muhamad Syazwan Bin Azizi</i>	23
5	The Sustainability Of Additional Effective Microorganism 4 (Em-4) on The Growth and Yield Performance of Eggplant (<i>Solanum Melingena</i> L.) in Agricultural Sectors <i>Nurul Ain Sulaiman, Nur Fitrah Affin Razali</i>	31
6	Remote Control Monitoring and Mobile Watering System <i>Sures Narayasamy, Fara Diba Binti Badrul Hisham, Azilah Binti Anuar</i>	38
7	Penerimaan Pengguna terhadap Sushi Kerabu <i>Noor Izzati Umor, Suriati Ali</i>	44
8	The Comparison of Protease Content in Selected Plant Extracts <i>Mohamad Afifi Ismail, Ismail-Fitry Mohammad Rashedi</i>	52
9	Kajian Kualiti Makanan dan Penerimaan Sensori Biskut Berasaskan Tepung Tulang Ikan Tilapia (<i>Oreochromis Niloticus</i>) <i>Muaz Baihaqi Mustapha, Nur Hannan Che Rahim</i>	59
10	Kajian Tahap Penerimaan dan Komposisi Makanan Produk Berasaskan Sayur Bayam 'Spinach Rolling Crackers' <i>Zunaedah Binti Sahrul, Ainin Azwani Binti Abdul Rafa, Asriani Binti Karim</i>	67

ISI KANDUNGAN

BIL	KERTAS PENYELIDKAN DAN PENULIS	M/S
11	Penggunaan D-Fry Feed Pss sebagai Makanan Ikan Kos Rendah <i>Imran Affandi Baki, Velerie Lords Andrew, Mohamad Azrizan Bin Junim</i>	74
12	Kajian Kualiti Air dalam Sistem Akuaponik Menggunakan Ikan Puyu dan Daun Kesum (A.T.P.O) <i>Noor Affande Bin Abdul Rahman, Subir Bin Musta</i>	82
13	Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan di Industri Perlindungan Kelapa Sawit: Satu Ulasan <i>Joemel Jekli Lipong</i>	94
14	Apam Johol Model Pelestarian Kuih Tradisional <i>Siti Salwa Kusairi, Azah Airiza Norman</i>	105
15	<i>How Do They Learn It?: A Study of the Correlation between Learning Styles and Students' Achievement</i> <i>Nasuha Nasaruddin, Shakiratul Hanany Abd Rahman</i>	114
16	The Effectiveness of <i>Gerak Gempur</i> Programme for Biological Science Course among Diploma in Agrotechnology Students <i>Jessy Ann James Logijin, Najibah binti Md Junoh, Norsyafiqah' binti Suhaimi</i>	123
17	Kajian Analisis Keperluan Program – Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah <i>Norsyafiqah' binti Suhaimi, Samsur Bin Nongkang, Asmahani Binti Asmara</i>	131
18	Keberkesanan Gerak Gempur dalam Talian terhadap Penglibatan, Sikap dan Pencapaian Peperiksaan Pelajar bagi Kursus Kimia Pertanian <i>Nur Ameerah Ahmad, Norina Yadin, Jessy Ann</i>	148

KULTUR KALUS DAN AMPAIAN SEL DAUN MUDA MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.)

Khairunisa Ab Aziz¹, Siti Zalikha Mohd Ridzuan Jamil¹, Mohd Syafiq Masduqi Mohd Zainudin¹

¹Politeknik Jeli, Kelantan

*khairunisa@pjk.edu.my

Abstrak

Kultur kalus dan ampaian sel daripada daun muda manggis (*Garcinia mangostana* L.) telah dilakukan bagi mengenalpasti kehadiran metabolit dalam spesies manggis. Keratan daun muda manggis dikultur di atas medium Murashige & Skoog (MS) dengan pelbagai jenis pengawalatur pertumbuhan untuk penginduksian kalus yang sesuai untuk kultur ampaian sel. Penginduksian kalus peroi sebanyak 65 % terhasil di atas medium 1.0 mg/L 6-benzilaminopurin (BAP)+1.0 mg/L 2,4-diklorofenoksiasetik (2,4-D) dan 1.0 mg/L BAP + 1.0 mg/L pikloram sebanyak 84.15%. Histologi kedua-dua perlakuan kalus ini dilakukan dan sel kalus di atas medium 1.0mg/L BAP + 1.0 mg/L 2,4-D telah dipilih kerana mempunyai sel yang isodiametrik. Kalus peroi yang terhasil di atas medium 1.0 mg/L BAP + 1.0 mg/L 2,4- D digunakan untuk menjana kultur ampaian sel. Kalus dikultur dalam medium cecair MS untuk menguji kesan kepekatan BAP dan 2,4-D, kesan sumber karbon dan kesan saiz inokulum terhadap pertumbuhan kultur ampaian sel. Perlakuan 0.5 mg/L BAP dan 0.5 mg/L 2,4-D adalah perlakuan yang terbaik di mana fasa log sel berlaku pada hari ke-25 berbanding perlakuan yang lain. Glukosa pula adalah sumber karbon yang terbaik dalam kultur ampaian sel manggis dengan purata penghasilan akhir sel mendapan 6.17 ml diikuti oleh sukrosa (5 ml), galaktosa (4.67 ml) dan maltosa (3.17 ml). Bagi kesan saiz inokulum (0.5 g, 1.0 g, 1.5 g) pula, semakin besar saiz inokulum, semakin tinggi penghasilan kultur ampaian yang dapat dicerap. Kajian ini memberikan maklumat awal tentang penghasilan sel untuk mengkaji metabolit sekunder manggis melalui kultur *in vitro* yang seterusnya dapat membantu dalam industri farmaseutikal.

Kata kunci: Kultur Kalus, Ampaian Sel, Karbon, Daun Muda, Manggis

Pengenalan

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) adalah tanaman tropika yang buahnya dikenali sebagai 'Ratu Buah' oleh kerana rasanya yang enak. Oleh kerana rasanya yang enak, manggis mempunyai permintaan yang tinggi di peringkat antarabangsa. Selain itu, bahagian lain manggis seperti perikarpa, batang pokok dan akar telah digunakan sebagai ubat untuk merawat pelbagai jenis penyakit (Heinrich et al., 2015). Manggis digunakan untuk tujuan perubatan seperti anti-ulser, antiseptik, luka dan infeksi kulit (Pedraza-Chaverri et al., 2008).

Kultur ampaian sel merupakan salah satu cabang teknik *in vitro* yang digunakan secara meluas kerana teknik ini mempercepatkan dan mampu menyediakan sumber tumbuhan secara berterusan dalam jangka masa yang lama. Terdapat banyak kajian yang telah dilaporkan berjaya menghasilkan kultur ampaian sel seperti *Panicum virgatum* L. (Mazarei et al., 2011), *Passiflora alata* Curtis (Pacheco et al., 2012), *Papaver bracteatum* (Farjaminezhad et al., 2013) dan *Celastrus paniculatus* Willd. (Anusha et al., 2016). Sistem kultur ampaian sel menjadi pilihan dalam menganalisis penghasilan metabolit kerana kadar pertumbuhan yang singkat serta terkawal

Pernyataan Masalah

Penghasilan metabolit sekunder melalui pokok dan buah manggis sendiri adalah terhad oleh kerana pokok manggis mencapai tahap kematangan lapan hingga sepuluh tahun ditanam melalui biji benih dan merupakan buah bermusim di mana penghasilan buah hanya sekali atau dua kali setahun. Tambahan pula, penghasilan biji benih juga terhad kerana hanya satu atau dua biji yang dihasilkan dalam setiap buah (Te-chato & Lim, 2000). Biji benih manggis bersifat rekalsitran dan amat sensitif terhadap perubahan suhu dan kelembapan (Chin, 1978; Normah et al., 1995). Sehubungan dengan itu, biji benih harus ditanam serta-merta untuk mengelakkan biji benih rosak.

Objektif Kajian

Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk menghasilkan kultur ampaian sel daripada daun muda manggis. Untuk menginduksi kalus peroi daripada daun muda manggis dengan manipulasi kombinasi pengawalatur pertumbuhan. Untuk menjana kultur ampaian sel daripada kalus peroi manggis dengan mengkaji kesan pengawalatur pertumbuhan, sumber karbon dan saiz inokulum.

Kajian Literatur

Manggis adalah buah tropika yang dijumpai di Asia Tenggara seperti Malaysia, Thailand dan Indonesia. Nama *Garcinia mangostana* Linn. diambil sempena L. Garcin, iaitu seorang rakan Linnaeus (Osman & Milan, 2006). Manggis tergolong dalam famili Clusiaceae atau Guttiferae. Manggis dipercayai berasal dari Malaysia dan telah diperkenalkan di Utara Australia, Brazil, Amerika Tengah, Hawaii, Selatan India, Indonesia, Thailand dan negara-negara tropika yang lain (Ji et al., 2007). Dianggarkan 30 spesies *Garcinia* boleh dimakan dan manggis adalah antara buah yang mempunyai kualiti yang baik. Antara spesies *Garcinia* yang lain adalah *G. atroviridis* (asam gelugur), *G. hombroniana* (beruas), *G. cowa* (asam), *G. indica* (kokam), *G. parvifolia* (asam aur-aur) dan *G. prainiana* (cerapu). Permintaan terhadap manggis semakin meningkat dalam industri pemprosesan produk berasaskan manggis seperti makanan tambahan, pewarna asli, dan juga farmaseutikal (Rohzan et al., 2011).

Secara semula jadi, manggis merambat melalui biji benih. Walau bagaimanapun, pengeluaran biji benih bagi setiap buah adalah rendah dan biji manggis bersifat rekalsitran iaitu sensitif terhadap suhu dan kelembapan. Sehubungan itu, biji benih mesti ditanam segar atau disimpan di lumut gambut lembap untuk masa yang terhad (Almeyda & Martin, 1976). Pokok manggis menghasilkan buah apabila usia mencapai 15 tahun. Sehubungan dengan itu, mikroperambatan adalah salah satu cara untuk mengatasi sumber terhad penghasilan anak pokok.

Kultur ampaian sel menggunakan medium cecair di mana sel kultur boleh membahagi dengan cepat berbanding medium agar pepejal. Kultur ampaian sel terdiri daripada agregat sel yang kecil dan terasing. Sistem kultur ampaian juga lebih sesuai digunakan bagi penyelidikan biokimia dan proses perkembangan tumbuhan berbanding kultur kalus kerana secara amnya kultur ampaian sel tumbuh dengan kadar yang cepat disebabkan nutrien yang ada dalam medium mengenai seluruh permukaan sel secara terus (Loyola-vargas & Vázquez-flota, 2006).

Metodologi Kajian

Daun muda berukuran 3 hingga 5 cm dipetik daripada pokok semaian berumur empat hingga 6 bulan yang didapati di Rumah Kaca 3, Kompleks Rumah Tumbuhan, Universiti

Kebangsaan Malaysia. Kemudian, daun direndam dengan air paip selama satu jam dan langkah kerja seterusnya dilakukan di dalam kebuk aliran laminar.

Daun disterilkan dahulu menggunakan larutan 80% alkohol dan digoncang selama 2 minit. Ini diikuti dengan 20% natrium hipoklorit (kloroks) dengan beberapa titis Tween 20 selama 5 minit. Seterusnya, daun tersebut dibilas menggunakan air suling steril sebanyak 3 kali atau sehingga bersih. Setelah itu, daun dikerat kepada tiga atau empat bahagian dan dikultur dengan permukaan abaksial menyentuh medium. Eksperimen ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi medium yang mampu menghasilkan kalus peroi. Eksplan daun muda dikulturkan ke atas medium MS yang mengandungi 1.0 mg/L pengawalatur pertumbuhan sitokinin (BAP dan Kinetin) dan auksin (2,4-D, Pikloram, Dikamba). Kombinasi tersebut adalah seperti dalam Jadual 1.0. Kombinasi medium ini digunakan untuk mendapatkan kalus peroi untuk penjaan kultur ampaian sel. Medium MS disediakan bersama 30 g/L sukrosa dan 3 g/L agar gelrit.

Jadual 1.0: Kombinasi sitokinin dan auksin

Sitokinin	Auksin
1.0 mg/L BAP	1.0 mg/L 2,4-D
	1.0 mg/L Pikloram
	1.0 mg/L Dikamba
1.0 mg/L Kinetin	1.0 mg/L 2,4-D
	1.0 mg/L Pikloram
	1.0 mg/L Dikamba



Rajah 1.0 : Daun muda manggis berwarna ungu kemerahan (anak panah merah) digunakan sebagai eksplan

Kesan Kombinasi Kepekatan BAP dan 2,4-D Berbeza terhadap Pertumbuhan Kultur Ampai.

Kalus peroi yang terhasil di atas medium MS yang mengandungi 1.0 mg/L BAP dan 1.0 mg/L 2,4-D digunakan sebagai eksplan untuk kultur ampaian sel. Sebanyak 1.0 g kalus dikultur ke dalam 100 ml kelalang kon yang berisi medium cecair (MS) sebanyak 50 mL yang mengandungi 30 g/L sukrosa, 500 g/L asid askorbik, 500 mg/L asid sitrik dan kombinasi kepekatan pengawalatur pertumbuhan BAP (0.5, 1.0 mg/L) dan 2,4-D (0.5, 1.0 mg/L). Kelalang tersebut ditutup dengan kepingan aluminium dan diletakkan di atas penggongcang pada 110 putaran per minit (rpm).

Kesan Sumber Karbon Berbeza terhadap Pertumbuhan Kultur Ampai

Kalus peroi sebanyak 1.0 g dikultur ke dalam 100 ml kelalang kon yang berisi medium cecair (MS) sebanyak 50 mL yang mengandungi 500 mg/L asid askorbik, 500 mg/L asid sitrik dan sumber karbon yang berbeza iaitu sukrosa, glukosa, galaktosa dan maltosa dengan kepekatan yang sama iaitu 30 g/L. Kultur ampaian sel tersebut diletakkan di atas penggongcang pada 110 putaran per minit (rpm).

Kesan Saiz Inokulum Berbeza terhadap Pertumbuhan Kultur Ampai

Berat kalus peroi yang berbeza digunakan. Kalus dengan berat 0.5 g, 1.0 g dan 1.5 g

ditimbang dan dikultur di dalam 50 ml medium cecair MS yang mengandungi 30 g/L sukrosa, pengawalatur pertumbuhan (1.0 mg/L BAP dan 1.0 mg/L 2,4-D), 500mg/L asid askorbik dan 500 mg/L asid sitrik. Kultur ampai sel tersebut diletakkan di atas penggongcang pada 110 putaran per minit (rpm).

Inkubasi Kultur Kalus dan Kultur Ampai

Eksplan dan sel yang telah dikultur disimpan di dalam bilik kultur yang bersuhu $24 \pm 2^\circ\text{C}$ dan disinari lampu berkeamatan cahaya $19 \mu\text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ selama 12 jam sehari. Untuk menginduksi kalus, eksplan dikultur di dalam keadaan yang gelap. Bagi kultur ampai sel, kultur diletakkan di atas penggongcang pada kelajuan 110 putaran per minit (rpm) disinari lampu cahaya $19 \mu\text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ selama 12 jam sehari.

Reka Bentuk Eksperimen.

Reka bentuk eksperimen yang dilakukan dalam kajian ini adalah Rekabentuk Rawak Lengkap (Completely Randomized Design). Bagi setiap perlakuan yang diuji untuk menginduksi kalus, empat eksplan digunakan per replikasi dan dilakukan sekurang-kurangnya tiga replikasi bagi setiap perlakuan. Selang masa bagi subkultur pula adalah setiap empat minggu. Bagi perlakuan terhadap kultur ampai sel, tiga replikasi bagi setiap perlakuan dan setiap replikasi mempunyai lima kelalang. Kesemua data kultur in vitro dianalisis menggunakan perisian Statistic Analysis System (SAS, USA) versi 9.3. One-way Analysis of Variance (ANOVA) telah digunakan diikuti Ujian Julat Berganda Duncan (Duncan Multiple Range Test (DMRT)) untuk membandingkan kesignifikan perbezaan setiap perlakuan yang diuji.

Dapatan Kajian

Kesan Pengawalatur Pertumbuhan Berbeza terhadap Penginduksian Kalus Peroi

Jadual 2.0 menunjukkan kesan kombinasi pengawalatur pertumbuhan terhadap hari pertama kalus terhasil. Berdasarkan jadual tersebut, kombinasi 1.0 mg/L BAP + 1.0 mg/L 2,4-D dan 1.0 mg/L BAP + 1.0 mg/L pikloram menginduksi kalus yang terawal iaitu pada hari ke-19 dikultur. Pembengkakan kalus daun muda manggis bermula daripada hujung bahagian yang dikerat (Rajah 2.1 A) selepas 19 hari dikultur berbanding dengan daun muda yang dikultur di atas medium yang mempunyai kinetin di mana kalus mula terhasil secara purata pada hari ke-19 hingga 29.

Jadual 2.0: Kesan kombinasi pengawalatur pertumbuhan berbeza terhadap masa bagi inisiasi kalus daun manggis

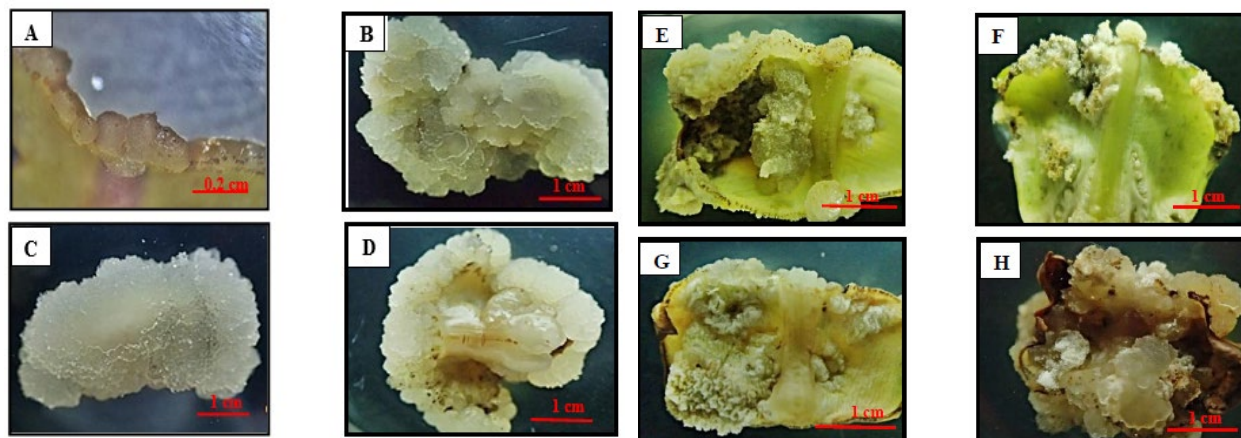
Sitokinin	Auksin	Hari pertama kalus terbentuk	Morfologi dan warna kalus
Kawalan		-	-
1.0 mg/L BAP	1.0 mg/L 2,4-D	19.06 ^a	Padat
	1.0 mg/L Pikloram	19.25 ^a	Padat
	1.0 mg/L Dicamba	26.95 ^c	Padat, berspan
1.0 mg/L Kinetin	1.0 mg/L 2,4-D	36.91 ^d	Padat, berspan
	1.0 mg/L Pikloram	33.56 ^{cd}	Padat, berspan, coklat keperangan
	1.0 mg/L Dicamba	28.50 ^{bc}	Berspan, coklat keperangan

Nilai min adalah daripada 3 replikasi dengan 5 eksplan setiap replikasi. Nilai min dengan huruf berbeza menunjukkan perbezaan pada $p \leq 0.05$ menggunakan Ujian Julat Berganda Dunca

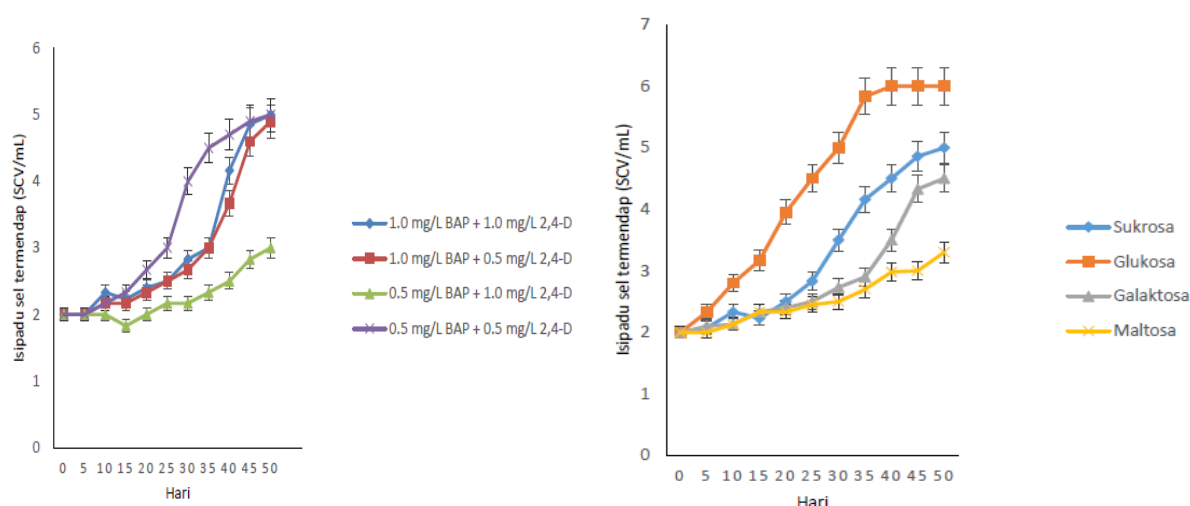
Di antara kesemua pengawalatur pertumbuhan yang diuji, hanya kombinasi BAP + 2,4-D dan

BAP + pikloram yang menghasilkan kalus peroi berbanding dengan kombinasi yang lain (Jadual 2.0). Kalus membahagi menjadi kalus padat dan peroi (Rajah 2.1 B) selepas 120 hari dikultur di atas medium MS dengan 1.0 mg/L BAP + 1.0 mg/L 2,4-D (65%). Daun muda yang dikultur di atas medium dengan 1.0 mg/L BAP dan 1.0 mg/L pikloram pula menghasilkan kalus berstruktur peroi berwarna putih dan berair (84.2%). Kedua-dua kombinasi ini adalah signifikan berbanding dengan perlakuan yang lain. Daun di atas medium 1.0 mg/L BAP + 1.0 mg/L dikamba, menghasilkan kalus padat (33.3%) (Rajah 2.1 D). Bagi sitokinin kinetin pula, daun muda yang dikultur di atas medium dengan 1.0 mg/L kinetin + 1.0 mg/L 2,4-D (Rajah 2.1 E) menghasilkan kalus padat (38.9%) tertinggi berbanding eksplan daun muda di atas medium dengan 1.0 mg/L Kinetin + 1.0 mg/L pikloram (16.7%) (Rajah 2.1 F), dan 1.0 mg/L kinetin + 1.0 mg/L dikamba (Rajah 2.1 G).

Dalam medium kawalan, eksplan tidak menunjukkan sebarang tanda penghasilan kalus selepas lapan minggu dikultur. Eksplan tersebut bertukar menjadi coklat keperangan dan mati selepas 6 minggu.



Rajah 2.0: Perkembangan struktur yang terhasil daripada keratan daun muda manggis yang dikultur selama 120 hari pada medium MS. Pembengkakan hujung daun yang dikerat selepas 14 hari dikultur (A). Struktur kalus padat berwarna krim dengan perlakuan BAP dan 2,4-D (B). Struktur kalus peroi berair dengan perlakuan BAP dan pikloram (C). Struktur kalus padat dengan perlakuan BAP dan dikamba (D). Struktur kalus padat dengan perlakuan kinetin dan 2,4-D (E). Struktur berhabuk dan berspan dengan perlakuan kinetin dan pikloram (F). Struktur berspan (G) dan struktur keperangan (H) dengan perlakuan kinetin dan dikamba.



Rajah 3.1: A: Kesan kepekatan BAP dan 2,4-D berbeza terhadap isipadu sel termendap (ml) kultur ampaian sel manggis ; B: Kesan sumber karbon berbeza terhadap isi padu sel termendap (ml) kultur ampaian sel manggis.

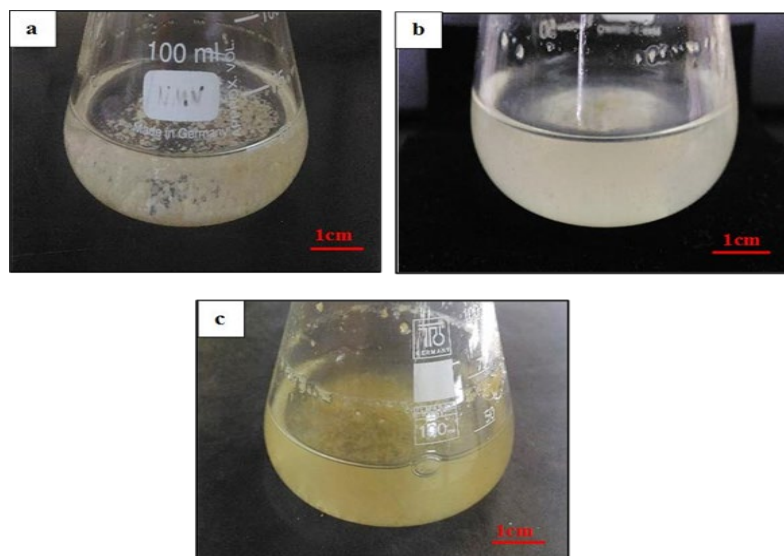
Kesan Sumber Karbon Berbeza terhadap Kultur Ampaian Sel

Sel dikultur di dalam medium cecair MS yang mengandungi pengawalatur pertumbuhan 0.5 mg/L BAP dan 0.5 mg/L 2,4-D berdasarkan keputusan eksperimen. menggunakan sumber karbon yang berbeza iaitu sukrosa, glukosa, galaktosa dan maltosa dengan kepekatan 30 g/L. Sebanyak 2 ml sel digunakan sebagai bacaan permulaan untuk keluk pertumbuhan sel. Berdasarkan Rajah 3.2, sel ampaian dengan perlakuan glukosa mula memasuki fasa log pada hari ke-15 manakala perlakuan yang lain mula memasuki fasa log pada hari ke-20 hingga hari ke-35.

Kultur ampaian sel dengan perlakuan glukosa menghasilkan biomas akhir yang paling banyak iaitu 6 milliliter diikuti sukrosa (5 mL), galaktosa (4.5 mL) dan maltosa (3.3 mL). Perlakuan glukosa mempunyai fasa awal yang singkat berbanding perlakuan yang lain iaitu selepas lima hari manakala bagi perlakuan sukrosa, galaktosa dan maltosa, fasa lag sel adalah lama iaitu 25 hari sebelum memasuki fasa log.

Kesan Saiz Inokulum Berbeza terhadap Kultur Ampaian Sel

Peningkatan saiz inokulum menunjukkan korelasi positif terhadap penghasilan akhir biomas dalam 50 mL medium cecair MS. Corak pertumbuhan sel ampaian bagi ketiga-tiga saiz perlakuan adalah sama. Semakin besar saiz inokulum, semakin tinggi biomas yang dihasilkan. Akan tetapi, saiz inokulum yang besar iaitu 1.5 g mengalami sedikit awal penurunan sel pada hari ke-45. Rajah 3.3 menunjukkan kultur ampaian yang terhasil dalam perlakuan 0.5 mg/L BAP dan 0.5 mg/L 2,4-D dengan menggunakan saiz inokulum awal 1 g kalus.



Rajah 3.2: Kultur ampai sel manggis dari medium MS bersama 0.5 mg/L 2,4-D dan 0.5 mg/L BAP dengan saiz inokulum awal dari 1 g kalus yang dikultur pada (a) hari ketujuh kultur, (b) hari ke-25 kultur dan (c) hari ke-50 kultur.

Perbincangan

Dalam kajian pengujian faktor pelbagai pengawalatur pertumbuhan dengan medium MS kultur daun muda dengan perlakuan BAP + 2,4-D dan BAP + pikloram masing-masing mencatatkan peratus penginduksian 65.00% dan 84.15%. Terdapat kajian yang lepas berjaya menginduksi kalus peroi dengan penggunaan kombinasi hormon kinetin dan 2,4-D seperti dalam penginduksian kalus *Gymnema sylvestris* (Roy et al., 2008) dan *Barringtonia racemosa* (Dalila et al., 2013). Namun begitu, penggunaan kombinasi hormon BAP dan 2,4-D didapati lebih efektif dalam menghasilkan kalus peroi dalam kajian ini berbanding dengan kombinasi hormon kinetin dan 2,4-D. Analisis histologi dilakukan untuk kalus daripada kedua-dua perlakuan dan mendapati kalus yang terhasil melalui pengawalatur pertumbuhan BAP dan 2,4-D mempunyai struktur peroi rapuh yang mengandungi sel meristematik berbanding dengan perlakuan BAP dan pikloram di mana sel yang terhasil adalah peroi berair, mempunyai sel yang tidak teratur dan vakuol yang besar. Sel yang mempunyai vakuol yang besar mempunyai sel yang tidak tetap dan sukar untuk membahagi.

Sel ini mempunyai kebolehidupan sel yang rendah (Pádua et al., 2014). Nisbah penggunaan pengawalatur pertumbuhan auksin dan sitokinin dikatakan mempengaruhi kadar pembentukan kalus. Laporan sebelum ini mengatakan bahawa penggunaan kombinasi auksin dan sitokinin dengan nisbah yang bersesuaian mampu menjana penghasilan kalus yang lebih baik kerana auksin dan sitokinin membantu mengawal pembahagian sel (Castro et al., 2016).

Selain itu, menurut Castro et al. (2016) juga, kombinasi BAP dan 2,4-D menghasilkan 100% kalus peroi *Byrsonima verbascifolia* L. Banyak kajian lepas menunjukkan bahawa kombinasi kepekatan yang sama dapat menginduksi kalus peroi menggunakan BAP dan 2,4-D seperti *Gladiolus hybridus* (Aftab et al., 2008). Bagi kajian ini, kombinasi 1.0 mg/L BAP dan 1.0 mg/L 2,4-D menghasilkan hampir 100% kalus peroi iaitu sebanyak 97.6%. Ini membuktikan bahawa kepekatan auksin dan sitokinin yang hampir sama menghasilkan kalus peroi.

Kepekatan BAP dan 2,4-D, sumber karbon dan saiz inokulum telah diuji. Faktor-faktor ini

amat penting dalam menyumbang pertumbuhan sel ampaiian manggis. Kultur ampaiian bertukar menjadi keperangan disebabkan oleh pengoksidaan yang berlaku di dalam kelalang. Karbon merupakan salah satu faktor yang menyumbang kepada keperangan kultur yang disebabkan oleh pengumpulan kompaun fenolik. Sebatian fenolik inilah yang menyumbang kepada keperangan kultur ampaiian (Dong et al., 2016). Sumber karbon memainkan peranan penting sebagai sumber tenaga dalam proses kultur ampaiian yang berfungsi sebagai isyarat molekul yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme sel kultur (Murthy & Praveen, 2013). Sukrosa merupakan sumber karbon terbaik untuk kultur ampaiian sel tumbuhan (Ling & Sobri, 2011). Sebanyak empat jenis karbon telah diuji terhadap kultur ampaiian sel manggis iaitu sukrosa, glukosa, galaktosa dan maltosa. Dalam kultur ampaiian sel *Gymnema sylvestre*, sukrosa merupakan sumber karbon yang terbaik dalam menghasilkan sel akhir biomas (Nagella et al., 2011) akan tetapi dalam kajian ini, glukosa merupakan sumber karbon yang menghasilkan biomas tertinggi diikuti oleh sukrosa, galaktosa dan maltosa. Hal ini disebabkan oleh sukrosa menyumbang kepada keperangan lebih tinggi berbanding glukosa seperti yang dilaporkan oleh Dong et al. (2016) dalam kultur *Taxus chinensis*.

Kajian ini menunjukkan bahawa saiz inokulum mempengaruhi pertumbuhan biomas. Saiz inokulum memainkan peranan penting dalam kultur ampaiian sel yang juga mempengaruhi penghasilan biomass dan metabolit (Murthy et al., 2014). Saiz inokulum menunjukkan kesan positif terhadap pertumbuhan kultur ampaiian sel manggis, tetapi saiz inokulum yang besar iaitu 1.5 g menyebabkan fasa pegun lebih awal disebabkan oleh sumber karbon berkurangan (Mustafa et al., 2011) berbanding dengan saiz inokulum 0.5 dan 1.0 g. Ini bermakna penggunaan saiz inokulum yang lebih kecil didapati mampu menjana jumlah sel yang hampir sama dalam satu jangka masa yang ditetapkan. Kajian ini pula mendapati saiz inokulum awal yang terbaik dalam 50 mL medium adalah 1 g. Penggunaan bioreaktor mampu meningkatkan penghasilan kultur ampaiian sel dalam skala yang lebih besar (Murthy et al., 2014) dan lebih produktif dari segi penghasilan metabolit yang berkepentingan untuk tujuan kosmetik dan juga ubat- ubatan (Ruffoni et al., 2010).

Kesimpulan

Penginduksian kalus berjaya memperoleh kalus jenis peroi yang sesuai untuk kultur ampaiian sel. Protokol yang terbaik untuk mendapatkan struktur peroi rapuh adalah di atas medium MS dengan pengawalatur pertumbuhan 1.0 mg/L BAP dan 1.0 mg/L 2,4-D. Kalus peroi yang diperolehi telah digunakan untuk objektif yang kedua iaitu proses penjaan kultur ampaiian sel. Dalam kajian ini, keadaan yang sesuai bagi penjaan kultur ampaiian sel manggis adalah dengan menggunakan 0.5 mg/L BAP + 0.5 mg/L 2,4-D sebagai pengawalatur pertumbuhan. Secara keseluruhannya dapat disimpulkan bahawa kalus dan kultur ampaiian sel manggis berupaya dijadikan sistem bagi penghasilan metabolit sekunder. Kajian ini merupakan percubaan pertama dalam memprofil metabolit sekunder manggis melalui kultur *in vitro*. Kajian seterusnya perlu dijalankan dengan menitik beratkan aspek jenis-jenis elisitor, nutrien tambahan dan pelopor yang berbeza dan juga jangka masa pengeraman untuk meningkatkan penghasilan metabolit sekunder yang berkepentingan dalam industri farmaseutikal dan nutraseutikal.

Rujukan

Anusha, T. S., Joseph, M. V., & Elyas, K. K. (2016). Callus induction and elicitation of total phenolics in callus cell suspension culture of *Celastrus paniculatus*-willd, an endangered medicinal plant in India. *Pharmacognosy Journal*, 8(5).

- Castro, A. H. F., Braga, K. D. Q., Sousa, F. M. D., Coimbra, M. C., & Chagas, R. C. R. (2016). Callus induction and bioactive phenolic compounds production from *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC.(Malpighiaceae). *Revista Ciência Agronômica*, 47, 143-151.
- Dong, Y. S., Fu, C. H., Su, P., Xu, X. P., Yuan, J., Wang, S., Zhang, M., Zhao, C. F., & Yu, L. J. (2016). Mechanisms and effective control of physiological browning phenomena in plant cell cultures. *Physiologia Plantarum*, 156(1), 13-28.
- Heinrich, M., Obolskiy, D., Pischel, I., Siriwatanametanon, N. & Heinrich, M. 2015. *Garcinia mangostana* L.: A phytochemical and pharmacological review. *Phytotherapy Research* 23, 1047-1065
- Murthy, H. N., Lee, E. J., & Paek, K. Y. 2014. Production of secondary metabolites from cell and organ cultures: Strategies and approaches for biomass improvement and metabolite accumulation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 118(1): 1–16.
- Osman, M., & Milan, A. R. 2006. *Mangosteen: Garcinia mangostana* L. *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits: Volume 4 : Mangosteen to white sapote*. doi:10.1533/9780857092618.1
- Rohzan, A. D., Noorlidawati, A. H., Jamaluddin, K. & Zabedah, M. 2011. Cabaran dan prospek industri manggis di Malaysia. *Economic and Technology Management Review* 6, 19 – 31.

ASSESSING THE GROWTH AND PRODUCTIVITY OF *Capsicum frutescens* AS AFFECTED BY DIFFERENT AMOUNT OF EFFECTIVE MICROORGANISM BOKASHI

Shahira A'in Noor Azmi^{1*}, Nur Asyiqin Abd Mutalib

¹Faculty of Agrosience, University College of Agrosience Malaysia, Lot 2020, Ayer Pa'abas, 78000 Alor Gajah, Melaka.

*shahiraainnoorazmi@gmail.com

Abstract

The culinary veggie *Capsicum frutescens* has been used for a very long period. The purpose of the study was to assess how different dosages of Effective Microorganism-Bokashi affected the growth performance of the chili (*Capsicum frutescens*). This study was carried out at the University College of Agrosience Malaysia (UCAM) campus in Melaka. The experiment was carried out between December 2022 and March 2023. It consisted of four treatments and ten replications in each treatment. The Completely Randomized Design (CRD) is applied as an experimental design. The treatments were as follows: Treatment 1 (100 ml), Treatment 2 (200 ml), Treatment 3 (300 ml), and Treatment 4 (no application) per pot. Based on the result of the study, Treatment 3 showed a significant difference among the treatments in terms of height plant. Also, it showed a highly significant difference in the length of canopy and weight of fruits. Since LSD shown notable variations from control and other therapies, it provides additional support. As a result, 300 ml of EM bokashi is suggested for the development of chilies.

Keywords: *Capsicum frutescens*, EM Bokashi, Growth Performance

Introduction

The wild chili pepper, *Capsicum frutescens* linn, is indigenous to Central and South America. It shares genetic ancestry with the cultivate *Capsicum Chinese* pepper. Varieties of *C. frutescens* peppers can be either annuals or transient perennials.

A method of odorless composting called "bokashi" uses specific "effective microorganisms" (EM). Instead of relying on putrefaction, this technique uses fermentation. The process of making bokashi involves inoculating an organic material with EM. At the University of the Ryukyus in Japan, Professor Teruo Higa created and discovered the idea of EM-Bokashi in the 1980s (Higa et al., 1994). EM-Bokashi is an effective organic fertilizer in nature farming crop production (Kyan et al., 1999).

Problem Statement

The problem in this study is that most farmers think that organic matter has less effect than chemicals. In addition, farmers are also less knowledgeable about EM-Bokashi and the benefits of organic matter to crops. To meet the growing consumer demand for these vegetables, it became necessary to enhance the productivity of vegetable crops with cost effective.

Due to uncertain weather changes, such as rain. Since fruit production is also influenced by temperature, there will be changes in the yield data. The unpredictable weather and incorrect techniques will also interfere with the development of EM Bokashi. This research was conducted to help farmers in using EM-Bokashi as an addition to improve the growth and yield performance of the chili plants. This study can also help them to identify the suitable amount

of EM-Bokashi in chili plants that give maximum yield to farmers and also can help them to know the benefits of organic matter to crops.

Research Objectives

The purpose of this study is to ascertain how well chili grows and yields when varying the amount of EM-Bokashi applied, and to suggest the appropriate amount and pace of EM-Bokashi to be utilized in chili production.

Literature Review

Slightly hotter than the habanero (*Capsicum chinensis*), the bird chili (*Capsicum frutescens*) is considered one of the world's hottest chillies. Bird chilies have small, elongated pods. In Malaysia, the terms "cili padi," "cili api," and "cili burung" are typically used interchangeably. We will refer to bird chili as cili padi for ease of understanding. While the majority of bird chilies are classified as *C. frutescens*, Thai cili padi displayed traits typical of *Capsicum annuum*. Bird chili that belongs to *C. frutescens* has a unique flavor and is more aromatic compared to those that belong to *C. annuum* (Melor et al., 2003).

Chili (*Capsicum frutescens*) is a vegetable commodity with great economic value. This chili is so popular in fresh form that it is widely available in the market. Every year, as the population and food business grow, so does the demand for chili. However, the availability of chili has decreased due to the presence of pests such as Thrips (*Thrips parvispinus* Karny), fruit flies (*Bactrocera* sp.), mites (*Polyphagotarsonemus latus*), leaf lice (Aphididae), and outbreaks of diseases such as ralstonia withers bacteria (Ralstonia) and viruses such as yellow virus disease (Gemini virus). Pest management using natural insecticides is being used to reduce pest assaults (Sari et al., 2020).

Although it is still not as popular, chili padi is not widely grown in this nation. Up until recently, cili padi was primarily farmed as a backyard crop in the area. However, after growing steadily insignificantly to 205 ha (Anon, 1999), import values sharply surged to almost RM39 million (Mohamad, 1999), mostly from Thailand. The abrupt growth in cili padi demand seemed to be correlated with the expansion of the market for this product as a raw material in the sauce industry.

A chili plant can yield approximately 120 pods of intermediate pungency in a season, with Scoville ratings ranging from 30,000 to 60,000 units. The pods are erect and show less variation in color, shape, and size than do *Capsicum annuum*, *C. Chinese*, and *C. baccatum*. This phenomenon is likely caused by a lack of enthusiasm for breeding *Capsicum frutescens* varieties. *Capsicum frutescens* plants have smooth, medium-sized, elliptical leaves, and slender branches that are 30 to 120 cm long. The plants reach their full size in a hot climate. (Evandro et al., 2011).

EM is made up of mixed cultures of naturally occurring and beneficial microorganisms that are applied as inoculants to increase the diversity of microbes in soils and plants. Studies have indicated that adding EM-Bokashi cultures to soil plant ecosystems can enhance soil fertility, crop growth, and yield. (Sahta et al., 2019).

Up to 80 different species from five major groups of microorganisms can be found in the EM, including smaller amounts of photosynthetic bacteria (*Rhodobacter sphaeroides*, *R. capsulatus*, and *Rhodopseudomonas palustris*), actinomycetes, and mold fungi. Prominent populations of lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. fermentum*, *L. salivarius*, and *L. delbrueckii*) and yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) and yeasts (*Lactobacillus cerevisiae*) and lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum*) (Olle & Williams, 2013).

Bokashi have been shown to increase plant nutrient uptake, growth, and yield via different basic mechanisms such as changes in soil structure, nutrient solubility, root growth and morphology, plant physiology, and symbiotic relationships (Iriti et al., 2019). Although the exact mechanism of Bokashi in relation to soil-plant systems is remain controversial, many farmers in Asian countries including Indonesia have adopted the Bokashi technology (Karimuna et al., 2016).

Ishimura (2004) claims that bokashi has a number of advantageous qualities for agriculture, including the ability to release nutrients quickly, help with soil physics and structure maintenance, support for various diseases and pest prevention and control, and a wide range of microorganisms that are introduced and used with electromagnetic fields (EM). The bokashi is made from organisms that have been harvested from virgin forests. A technological addition for soil fertility in agricultural systems is bokashi. With the use of this technique, the soil's characteristics can be improved to better support plant development and yield. (Ginting et al., 2019).

EM has become an important component of bokashi compost. Bokashi compost provides a way to compost food stuff that is typically excluded from aerobic composting, such as meat and dairy products. This system of anaerobic buckets is different, though similar in the use of fermentation, is different from the bokashi fertilizer previously (Nisreen, 2018).

Description area of study

This study was carried out at the University College of Agrosience Malaysia (UCAM), situated in Ayer Pa'abas, Alor Gajah, Melaka. To be more specific, this research conducted in close proximity to the hatchery site, with coordinates at Latitude 2.394493 and Longitude 102.167445.

Methodology and Data Collection

This research recommends the suitable amount of different volume of EM-Bokashi to be used in chili production. Three treatments were conducted using 100ml, 200ml, and 300ml per polybag/pot and one treatment was conducted without using additional EM-Bokashi. This research also determines the growth and yield performance of chili with different amounts of EM-Bokashi application. Growth and yield performance include parameters of plant height, length of canopy, and weight of fruit.

Initially, 40 milliliters of molasses and 40 milliliters of EM 1 were combined with 4 liters of water to prepare the EM-bokashi. Next, 20 kg of rice bran and 1 kg of rice hull were made as solid components, and they were combined with 4 liters of diluted EM 1 solution at a moisture level of 30–40%, along with water. After mixing the ingredients, cover it and ferment it for three (3) months in a covered place without rain or direct sunshine. If the mixture gets too hot during fermentation, slowly stir it again and cover. The EM-bokashi is ready for use if the temperature remains constant and it smells like fermented sweet-sour rice. This method was based on the EM Research Organization (2012).

This research is carried out with three different volumes of EM-Bokashi using Complete Randomized Design (CRD). In treatment one until treatment three, there is a different volume of EM-Bokashi. Forty (40) sample plants were used. The treatment are as follows: Treatment 1 (100 ml), Treatment 2 (200 ml), Treatment 3 (300 ml), and Treatment 4 (no application) per pot.

The polybags with the size of 16x16 inch for 40 experimental units will be placed randomly and this technique will ensure there is no intolerance between the treatments. Every polybag will be labelling start from one to 40 polybags with the tape. The letter T1 until T4 will be written on 40 different tapes. From this method, it will be eased to show the location of plot and other papers

represent both replication and treatments.

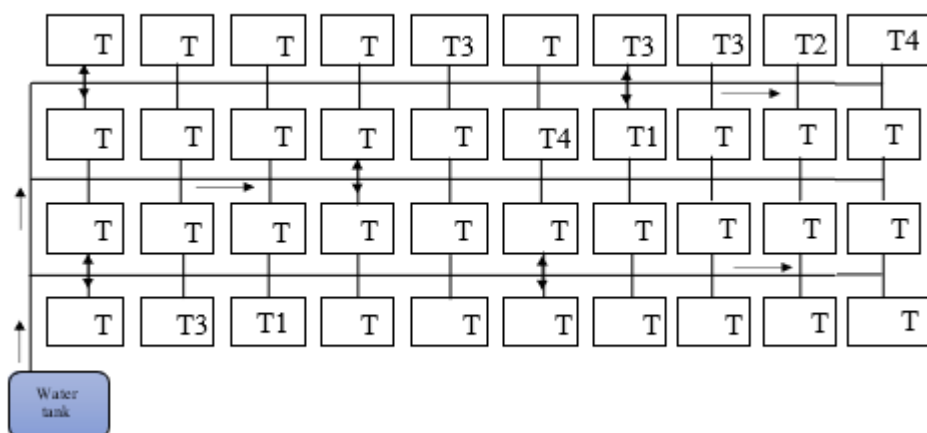


Figure 2: Experimental layout

This research will be carried out through fertigation system. Fertigation system where both water and fertilizers are applied together. It allows for greater efficiency and control compared to traditional fertilizer application methods. There are 4 treatments, and each treatment will be given different amounts of EM-Bokashi. Also, there are 40 polybags where each row will be placed 4 polybags vertically. The benefits of fertigation systems include improved nutrient uptake and increased yields. In addition, fertigation systems can help reduce the environmental impact of fertilizer by limiting the number of nutrients lost to leaching (Ranjan et al., 2021).

Results

Plant Height

Plant height gives an overview of the plant's size and rate of growth. The productive potential of a plant in terms of leaves, fruits, and weight is strongly correlated with its height, an important growth characteristic. A one-way ANOVA was conducted that examined the effect different rate of EM-Bokashi application on plant height chilies. There was a statistically significant difference between different rates of EM-Bokashi on the plant height as demonstrated by one-way ANOVA based on appendix A, (p -value = 0.000).

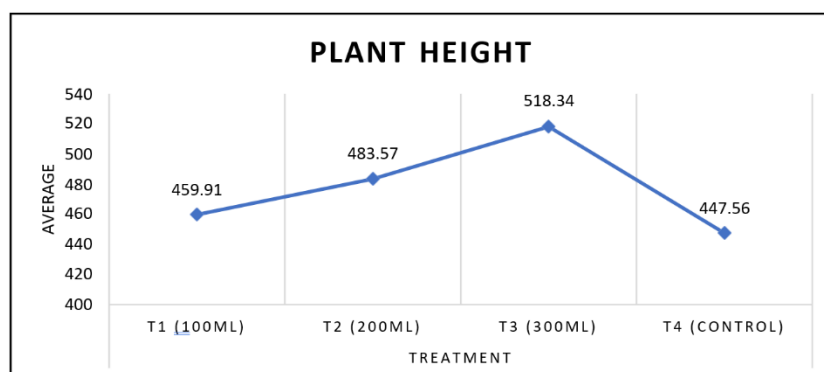


Figure 3: Height of chili with difference rates of EM Bokashi application

According to figure 3, there is statistically significant effect between different rates of EM Bokashi

on crop height (100ml), (200ml), and (300ml). From the result, height shows significant difference. Based on the above findings it can be concluded that T3 treatment (300ml) is listed as the best among all treatments. Therefore, the lowest crop height was T4 (control) compared to other treatments. Hence, the plant highest which T3 treatment shows (518.34), and the lowest plant height was T4 treatment with (447.56).

Plant heights varied greatly between treatments as a result. It demonstrates how the amount of nutrients that each plant receives from the fertilizer used varies depending on the treatment. This indicates that the rates of EM Bokashi on application alter the height of the chili plant because there was a substantial variation between all the treatments. According to Quiroz & Céspedes (2019); Olle (2021) the increase in plant development using bokashi is associated with an improvement in the quality of the substrate, considering that the bokashi compound improves fertility and biological activity parameters, enhancing plant production. Additionally, research revealed that Bokashi, an organic waste product, enhanced plant growth in terms of yield, nutrients, and early and later growth. (Xu et al., 2000; Gómez-Velasco et al., 2014; Olle, 2021).

Length of Canopy

The most vital component of the plant's body that provides life might be regarded as its leaves. One of the key jobs of leaves was to use the photosynthesis process to turn sunlight's energy into sugar. The plant used the energy in glucose molecules for cellular growth, flower, and fruit development. A one-way ANOVA was conducted that examined the effect different rate of EM-Bokashi application on length canopy of chilies. There was statistically significant interaction between the effects of different rate of EM Bokashi on length of canopy, based on appendix B, (p-value = 0.002).

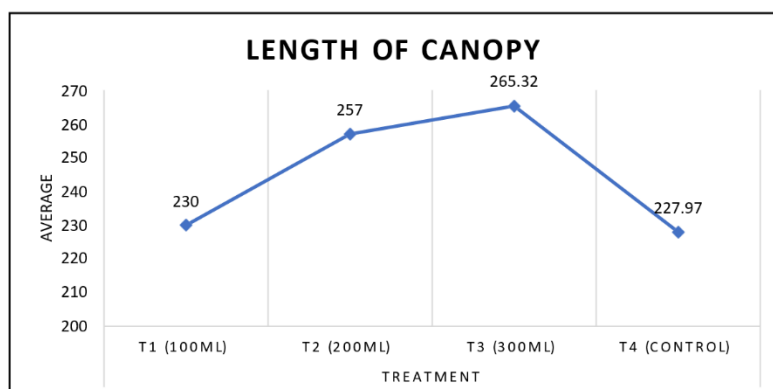


Figure 4: Length of canopy of chili with difference rates of EM Bokashi application

The length of canopy is an important parameter considering the highest performance of chilies. Different rates of EM Bokashi (100ml, 200ml and 300ml) as treatments give an idea about highest number of length canopy at all growth stages of chili cultivar. The length of canopy was determined by different rate of EM Bokashi application. T1 use EM Bokashi fertilizer were consist about 100ml, T2 treatment (200ml), T3 treatment (300ml), and T4 (control/without EM Bokashi). It was measured that the highest number of length canopy was obtained with 300ml EM Bokashi which is T3 treatment at all growth stages of chili, while the lower number of leaves was determined by T4 treatment (control).

The highest number of length canopy shows that (265.32) followed by T2 treatment (257), and the lowest was T4 treatment (227.97). ANOVA tests showed that 300ml EM Bokashi levels had

significant influence on leaf volume ($P=0.002$). From figure 4 LSD at a rate of 5% shows the treatment of T3 (300ml) a significant difference in the length of canopy on the treatment of T4 (control). This shows that the use of EM Bokashi fertilizer can help increase the growth of chili.

Weight of Fruit

A one-way ANOVA was conducted that examined the effect different rate of EM-Bokashi application on weight of fruits. There was a statistically significant difference between different rates of EM-Bokashi on weight of fruits as demonstrated by one-way ANOVA based on appendix C, ($p\text{-value} = 0.000$).

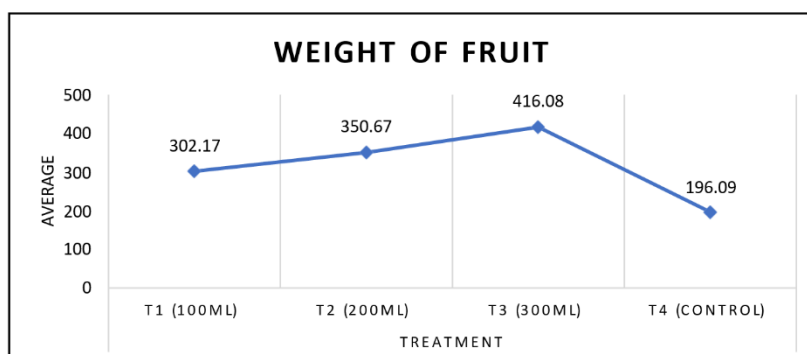


Figure 5: Fruit weight of chili with different rates of EM Bokashi application

The fruit weights of chilies produced among the treatments varied significantly. Bokashi has been demonstrated to improve plant nutrient uptake, growth, and yield by a variety of fundamental mechanisms, including modifications in nutrient solubility, plant physiology, and symbiotic interactions. This explains the major impact of EM Bokashi fertilizer on fruit weight. According to some research, adding EM Bokashi cultures to soil plant habitats increases soil fertility, crop development, and yield. Figure 5 showed a result that T3 treatment (300ml) had the highest number of weights, followed by T2 (200ml) and T1 (100ml) treatment.

Overall Score of Treatment Parameter

OVERALL SCORE TREATMENT				
PARAMETER	T1	T2	T3	T4
Plant Height	2	1.5	1	2
Length of Canopy	2	1	1	2
Weight of Fruits	3	2	1	4
TOTAL	7	4.5	3	8
SCORE	3	2	1	4

Figure 6: Overall ranking of all treatment parameter different amount of EM Bokashi effect on growth performance of chili.

All the variables that affect the ideal treatment parameter must be considered in this study. Based on the impacts of various amounts of EM Bokashi application on the growing performance of the chili, the ideal treatment should be determined. In this treatment, there are three parameters. Figure 6 compares the performance of each treatment in terms of growth characteristics such plant height, canopy length, and fruit weight. By scoring, the best treatment of different amount of EM Bokashi application was selected based on merit.

The total score is determined to find the best treatment by ranking the treatment. Therefore, to identify the best treatment, comparison of growth performance between all the treatments is the best and most accurate indicator. The EM Bokashi application treatments with the lowest total score are the best; those with the highest total score are the worst.

Conclusion

This study evaluated the effects of EM Bokashi on the yield and growth characteristics of chili. It is established that EM Bokashi has a substantial impact on the growth and yield of the chili characteristics. Based on the data, it was determined that Treatment 3-300 milliliters of EM Bokashi—performed significantly better than the other treatments. The study's findings on plant height revealed notable variations between the treatments. Moreover, there were very noticeable variations in the fruit weight and canopy length between the treatments.

Consequently, it is strongly advised to apply treatment 3 (300 ml of EM Bokashi) to the chilies. Therefore, a high dose of EM Bokashi fertilizer may be used to the crop in order to achieve an economically higher yield of chili. Furthermore, more research must be done in the field at various places in order to obtain the best yield of chile with a minimal amount of EM Bokashi.

On the other hand, if the study uses a manual system, such as watering twice daily and controlling white fly and other pests to achieve a greater output of fruit and flower, it is advised to use the same rate of 300ml EM Bokashi with a good care system.

References

- Menichini F., Tundis R., Bonesi M., Loizzo M. R., Conforti F., Statti G., De Cindio B., Houghton P. J., and Menichini F. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. Cv Habanero. *Food Chemistry*, 114, 2009, 553-560.
- He-Xiang, W., Xiujuan Y., Yau-Sang C., and Evandro F. F. (2011). Chapter 41 - Antifungal and mitogenic activities of cluster pepper (*Capsicum frutescens*) seeds, nuts and seeds in health and disease prevention. *Academic Press*, 345-349.
- Sari, S., Selvia, E., Nisa, C., & Junaidi, A. (2020). Pengaruh pemberian komposit kitosan asap cair terhadap pertumbuhan cabai rawit merah *Capsicum frutescens* linn. Biotropika. *Journal of Tropical Biology*, 8, 8-12. 10.21776/ub.biotropika.2020.008.01.02.
- Panizzi, A. R., Lucini, T., & Mitchell, P. L. (2021). Electronic monitoring of feeding behavior of phytophagous true bugs (Heteroptera) (pp. 1-24). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Kirnak, H., Tas, I., Kaya, C., & Higgs, D. (2002). Effects of deficit irrigation on growth, yield and fruit quality of eggplant under semi-arid conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53(12), 1367-1373.
- Nelson, A. G., & Spaner, D. (2010). Cropping systems management, soil microbial communities, and soil biological fertility. *Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming*, 217-242.
- Abo-Sido, N. (2018). Analysis of the nutrient composition, efficacy, and sustainability of bokashi fertilizers.
- Ahn, K., Lee, K. B., Kim, Y. J., & Koo, Y. M. (2014). Quantitative analysis of the three main genera in effective microorganisms using qPCR. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 31(5), 849-854.
- Umi K. M. S., & Sariah M. (2006). Utilization of microbes for sustainable agriculture in Malaysia: status. Bio prospecting and management of microorganisms. National Conference on Agro biodiversity conservation and sustainable utilization, 27-29.

- Johan S., & Jesper, M. (2005). Antifungal lactic acid bacteria as bio preservatives. *Trends in Food Science & Technology*, 1, 70-78.
- Kremer, R. J., Ervin, E. H., Wood, M. T., & Abuchar, D. A. V. I. D. (2000). Control of *Sclerotinia homoeocarpa* in turfgrass using effective microorganisms. *World J*, 1, 16-21.
- Din, Z. M. (2015). Genetic architecture of some insect resistant traits in upland cotton (Doctoral dissertation, University Of Agriculture, Faisalabad).

INOVASI SABIT POTONG TANDAN ANTI – SANGKUT UNTUK TANAMAN KELAPA SAWIT

Wan Aminuddin Wan Aman¹, Mohd Ridzuan Rashid¹, Mohd Syafiq Masduqi Mohd Zainuddin¹

¹Politeknik Jeli, Kelantan

^{1*}aminuddin@pjk.edu.my, ¹ridzuan@pjk.edu.my, ¹syafiq@pjk.edu.my

Abstrak

Projek inovasi sabit anti – sangkut khas untuk kelapa sawit ini diaplikasikan daripada pemerhatian berdasarkan galah konvensional yang digunakan sekarang untuk aktiviti penuaian buah sawit. Objektif projek ini untuk mereka cipta, membina dan menguji sabit anti-sangkut yang berupaya untuk kegunaan industri sawit. Projek ini dilaksanakan di Politeknik Jeli Kelantan dan bekerjasama dengan Ladang Sawit Tapis, Kuala Balah untuk proses pilot test. Projek ini melalui 3 fasa iaitu fasa penyediaan bahan, fasa pembuatan sabit anti-sangkut dan fasa ujian Pilot potong tandan sawit yang dikendalikan oleh profesional. Berdasarkan ujian pilot, sabit anti-sangkut menjimatkan masa potong tandan sawit hampir 32% berbanding sabit konvensional. Secara kesimpulan, sabit anti-sangkut memenuhi kriteria awal sabit yang menjimatkan masalah dengan meminimumkan masalah tersangkut semasa potong tandan sawit. Masih terdapat ruang dalam penambahbaikan projek terutama dari segi berat sabit, keselamatan galah dan juga fleksibiliti galah untuk dibawa ke mana-mana.

Kata kunci: Sabit, Tandan Sawit, Anti-Sangkut

Pengenalan

Malaysia adalah pengeluar dan pengeksport minyak sawit kedua terbesar selepas Indonesia selain mengeluarkan sekitar 20 juta tan minyak sawit mentah (CPO) setiap tahun dan menggaji hampir 431,000 tenaga kerja mahir dan berkemahiran rendah (Suhana et al., 2022). Sebahagian besar sektor di Malaysia khususnya industri sawit secara strukturnya bergantung kepada tenaga kerja asing bagi melaksanakan kerja-kerja berkemahiran rendah dan berkos rendah (Anon, 2020). Penuaian merupakan aktiviti kritikal dalam aktiviti perladangan kelapa sawit dan dianggarkan 60% daripada jumlah buruh adalah terlibat dalam aktiviti penuaian (Ikmal Hafiz et al., 2018). Perkembangan teknologi penuaian daripada penggunaan buluh sebagai alat penuaian dan kini menggunakan bahan yang lebih tahan dan ringan iaitu aluminium sebagai galah utama adalah selari dengan peningkatan pembukaan ladang kelapa sawit di Malaysia dan banyak teknologi penuaian telah dibangunkan dari tahun ke tahun.

Pernyataan Masalah

Beberapa teknologi untuk memotong pelepah dan buah tandan segar (BTS) telah direka, dibangunkan serta diuji dan diarahkan kepada konsep mekanikal. Tetapi, teknologi ini kurang digunakan oleh industri perladangan sawit kerana saiz mesin yang besar, kesulitan dan komplikasi dalam operasi, kos modal yang tinggi dan kurang efisien (Ikmal et al., 2018).

Objektif Kajian

- i. Untuk melakar reka bentuk model sabit potong tandan sawit anti-sangkut.
- ii. Untuk membina inovasi sabit potong tandan sawit anti – sangkut.
- iii. Untuk menguji keupayaan sabit potong tandan anti - sangkut berbanding sabit konvensional.

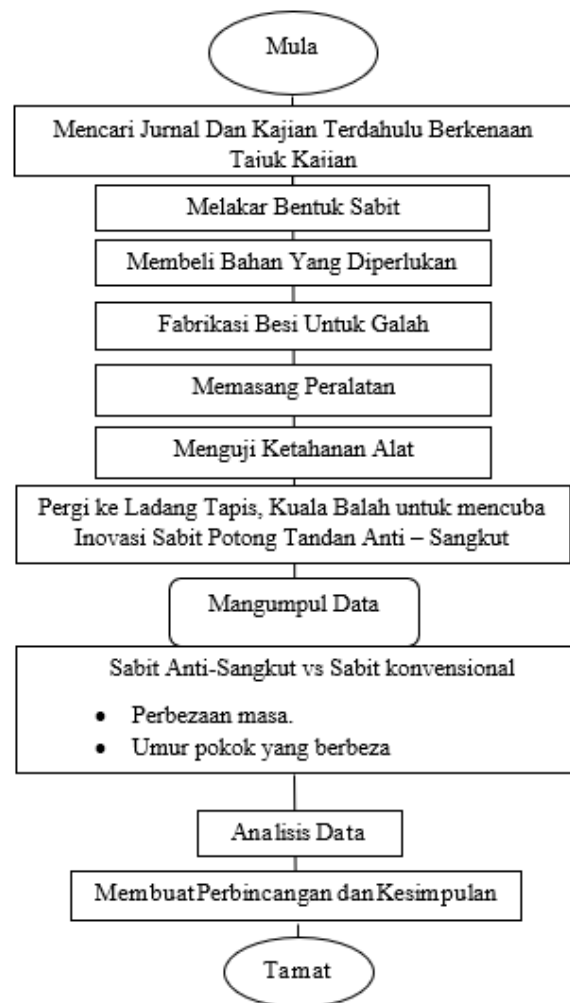
Kajian Literatur

Menurut Globadian & Husband (1990), definisi produktiviti boleh dibahagikan kepada tiga kategori yang utama dan salah satu kategorinya ialah hubungan antara output yang boleh dihasil dengan output potensi dalam sesuatu proses. Selari dengan pandangan Jackson & Petersson (1999) yang menghubungkan produktiviti dengan kecekapan dan keberkesanan dalam sesuatu proses. Pemotongan mekanikal seperti cakera berputar, gergaji bulat, gergaji rantai dan jenis ricih merupakan konsep yang digunakan dalam kebanyakan teknologi penuaian sawit (Razak et al., 2003). Produktiviti pekerja dapat dimaksimumkan, penuai mampu memperoleh sebanyak 560 hingga 750 BTS sehari, yang bersamaan dengan dua hingga tiga penuai manual yang menggunakan sabit konvensional (Abdul et al., 1998).

Metodologi Kajian

Kajian ini dijalankan di Politeknik Jeli, Kelantan dan Ladang Sawit Tapis, Kuala Balah.

Rekabentuk Kajian

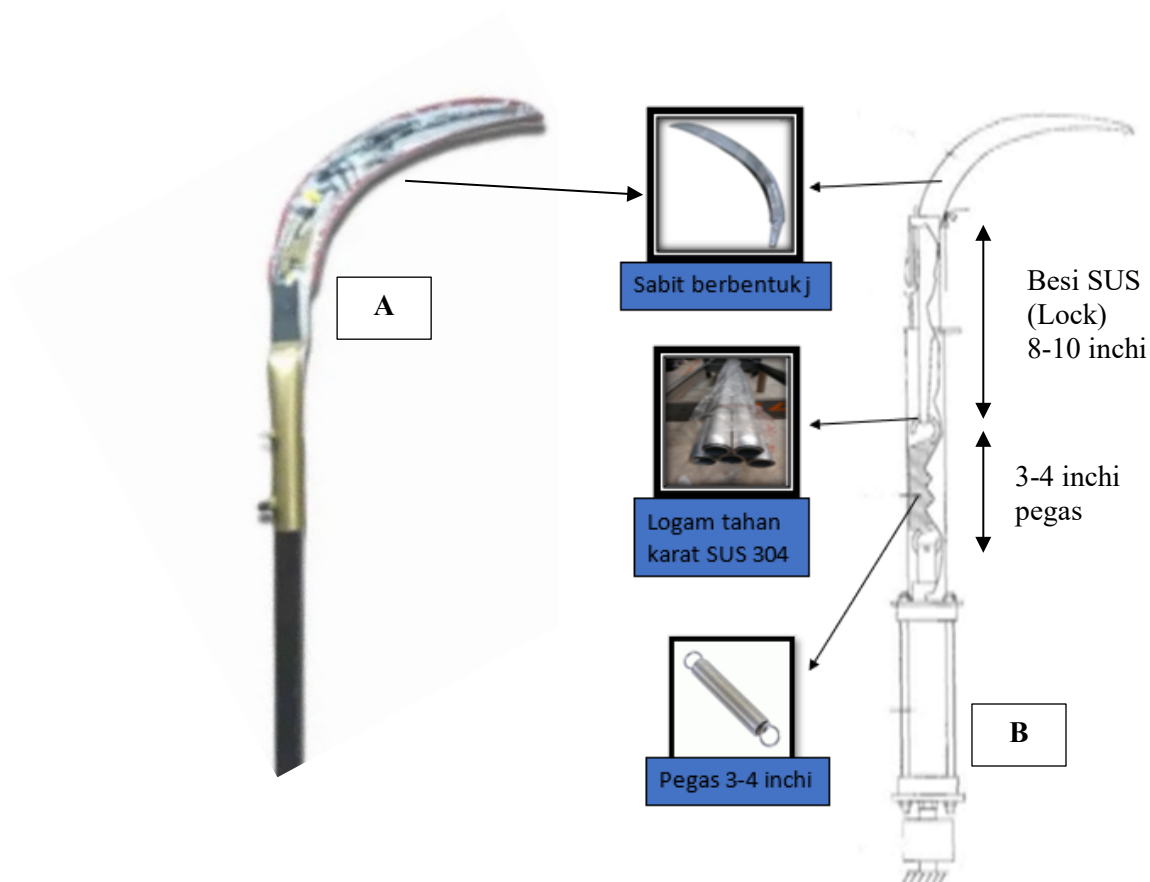


Rajah 1: Carta Alir Pembinaan Sabit Anti-Sangkut

Prosedur Kajian

Secara asasnya, pembinaan sabit potong tandan sawit anti-sangkut terbahagi kepada tiga fasa. Fasa 1, iaitu membuat lakaran reka bentuk alat dengan mengambil kira faktor-faktor berikut, iaitu jenis spring, bahan besi dan kaedah pemasangan alatan. Fasa 2, iaitu pembangunan sabit

potong tandan sawit anti-sangkut, dimana proses pemasangan, pateri dan mengikat sabit anti-sangkut dilaksanakan berfasa. Galah anti-sangkut menggunakan besi SUS304 sebagai bahan utama untuk memastikan galah yang kukuh dan kuat. Untuk memastikan proses kimpalan yang kukuh dan mampu menampung beban kerja yang akan dilakukan, penggunaan alat kimpalan besi jenis Metal Inert Gas (MIG) telah diaplikasikan. Fasa 3, iaitu ujian pilot bagi menguji keupayaan alatan yang telah dibina. Ujian pilot dilaksanakan bersama Pengurus Ladang Tapis, Kuala Balah untuk menguji peralatan. Ujian potong buah adalah mengikut umur pokok bermula dari <6 tahun sehingga >15 tahun. Data dikumpul dan direkodkan mengikut perbandingan masa potong buah tandan sawit antara sabit anti-sangkut dan sabit biasa.

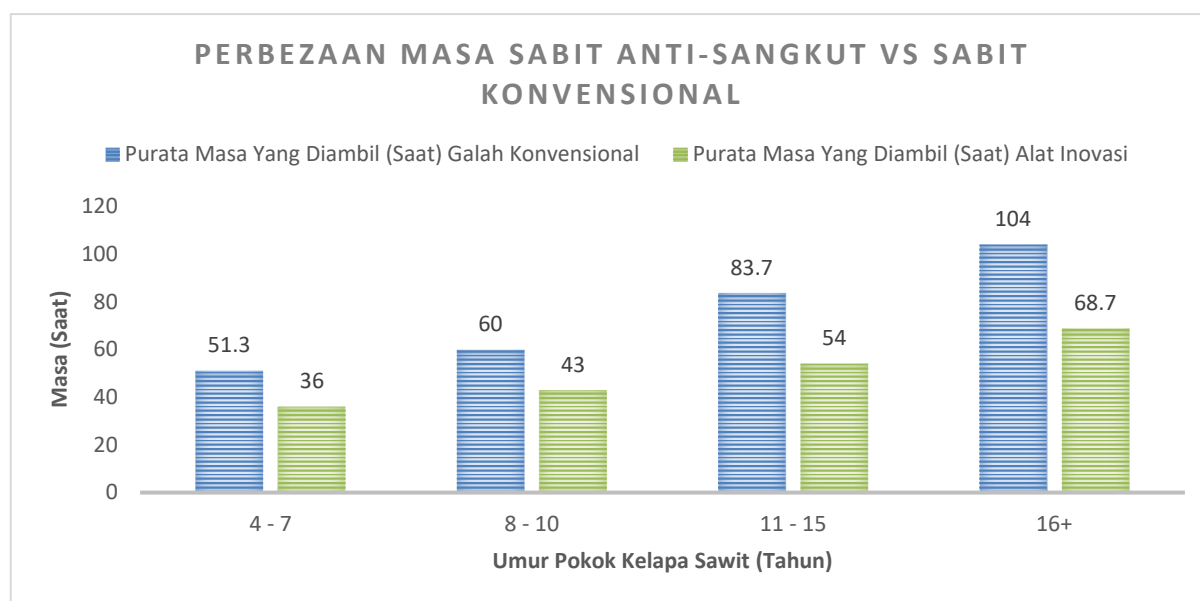


Rajah 2: Galah Konvensional (A) dan Galah Anti-Sangkut (B)

Dapatan Kajian

Jadual 1 Purata masa sabit anti-sangkut vs galah konvensional

Umur Pokok Kelapa Sawit (Tahun)	Purata Masa Potong Tandan (s)		Perbezaan masa (s)	Peratus (%) Penjimatan Masa
	Galah Konvensional (GK)	Galah Anti-Sangkut (GAS)	GK-GAS	
4 – 7	51	36	15	29.4%
8 - 10	60	43	17	28.3%
11 - 15	84	54	30	35.7%
16+	104	69	35	33.7%
Purata Peratus (%) Penjimatan Masa				31.8%



Rajah 3: Graf Purata Masa Sabit Anti-Sangkut vs Sabit Konvensional

Berdasarkan Rajah 3 purata masa sabit anti-sangkut vs sabit konvensional diatas, sabit anti-sangkut merekodkan purata masa yang rendah untuk potong tandan sawit berbanding sabit konvensional yang mengambil masa lebih lama. Proses potong tandan bagi sabit anti-sangkut dan sabit konvensional adalah dilakukan oleh pekerja profesional dari Ladang Tapis, Kuala Balah yang merupakan ladang kelapa sawit di Kelantan yang mempunyai keluasan 1,000 hektar. Jumlah tandan sawit yang dipotong adalah 3 tandan menggunakan sabit anti-sangkut dan 3 tandan bagi sabit konvensional, tandan sawit dipotong juga mengikut julat umur pokok yang berbeza iaitu pokok 4-7 tahun, 8-10 tahun, 11-15 tahun dan 16 tahun ke atas. Umur pokok sawit mempengaruhi ketinggian pokok sawit, menyebabkan masa yang diambil untuk potong tandan sawit adalah berkadar terus dengan umur pokok sawit iaitu boleh mencapai sehingga 30 meter bergantung kepada varieti pokok sawit. Berdasarkan data yang telah direkodkan menunjukkan sabit anti-sangkut mempunyai masa potong tandan sawit yang rendah untuk keseluruhan umur pokok berbanding sabit konvensional. Sebagai contoh untuk umur pokok 4-

7 tahun, masa potong tandan sabit anti-sangkut adalah 36 saat berbanding sabit konvensional (51 saat), sabit anti-sangkut menjimatkan masa hampir 29% berbanding sabit konvensional. Secara keseluruhan, purata sabit anti-sangkut menjimatkan masa potong tandan sawit adalah 31.8% lebih cepat berbanding sabit konvensional. Antara faktor utama penjimatan masa apabila menggunakan sabit anti-sangkut adalah kerana kurang sangkut semasa proses potong tandan sawit dilakukan.

Kesimpulan

Secara kesimpulannya, reka-bentuk model sabit potong tandan sawit anti-sangkut telah berjaya direkacipta dan diberi penambahan tengas serta besi SUS supaya berlaku anjakan semasa proses penuaian dilakukan. Projek sabit anti-sangkut menunjukkan perkembangan positif dari segi penjimatan masa tandan sawit dipotong. Penjimatan masa hampir 31.8% merupakan nilai yang jelas menunjukkan kelebihan sabit anti-sangkut berbanding sabit konvensional yang masih digunakan oleh hampir seluruh ladang kelapa sawit di Malaysia. Namun begitu masih ada ruang penambahbaik bagi sabit anti-sangkut dari segi berat sabit, keselamatan sabit dan juga fleksibiliti sabit untuk kemudahan dibawa kemana-mana.

Rujukan

- Anon. (2020). Isu kekurangan pekerja ladang tak berkesudahan. *Bernama*, 27 September.
- Mohd Ikmal Hafiz, M. Mohd Adzir, J. Abdul Razak and S. Abd Rahim (2018). Penuaian Sawit Menggunakan Teknologi Laser – Bolehkah Ia Menjadi Satu Realiti?. MSAE Conference, Serdang, Selangor D.E. ISBN 978-967-16145
- Razak, J., Rahim, A. S., Ahmad, H., Johari, J., and Malik, N. (2003). Hand Held Mechanical Cutter. *Mpob Information Series*. Mpob Tt No. 180.
- Razak, J., Ahmad, H., and Johari, J. (1998). Oil Palm Mechanical Cutter. *Porim Information Series*. Porim Tt No. 60.
- Suhana Saad, Zaimah R., Novel Lyndon & Azima A. M. (2022). Penglibatan dan produktiviti buruh tempatan dalam industri kelapa sawit. e-Bangi: *Journal of Social Sciences & Humanities*. ISSN: 1823-884x

THE POTENTIAL OF ORGANIC FERTILIZER PRODUCTION THROUGH COMPOSTING BY BLACK SOLDIER FLY LARVAE (BSFL)

Noor Anizah binti Maarof¹* & Muhamad Syazwan bin Azizi¹

¹Politeknik Jeli Kelantan

*nooranizahmaarof@pjk.edu.my

Abstract

Huge amounts of organic waste, if not adequately managed, can pollute the ecosystem. Methane, one of the most significant gases that increase global warming potential, is 25 times higher than CO₂. Methane is produced when organic waste decomposes anaerobically. The production of organic fertilizer through composting and vermicomposting is well acknowledged. However, the ability of BSFL to convert organic waste into organic fertilizer is still inadequately studied. The aim of this research is to convert organic waste into organic fertilizer through the decomposition process by BSFL and to determine its chemical properties namely nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). This research was conducted at Nursery, Politeknik Jeli Kelantan. 10 g of Black Soldier Fly (BSF) eggs were purchased from Unique Biotech Sdn. Bhd. 800 g of cocopeat was given to the eggs as their bedding and starter meal after hatch. A plastic container with a capacity of 13.2 litres was used as the place to produce the organic fertilizer, which was sprayed with water twice daily to maintain humidity and temperature. After 7 days, BSFL was introduced into vegetable trimming and rotten bananas with ratio 1:5 accordingly. The organic fertilizer was harvested on day 35. Samples of the organic fertilizer were analysed for nitrogen, phosphorus and potassium content. At the end, a total of 2.7 kg of organic fertilizer was produced. From the observation, the organic fertilizer was dark brown and had a porous texture with no bad odour produced. The N content (1.4%), P content (1.4%) and the K content (2.7%) were analysed. Utilising BSFL for the decomposition of organic waste presents a sustainable and eco-friendly approach for organic waste management. This technique promotes sustainable agricultural practices and reduces waste by converting organic matter into valuable fertilizer.

Keywords: Organic waste, Black Soldier Fly Larvae (BSFL), Organic Fertilizer

Introduction

Municipal Solid Waste (MSW), commonly known as garbage or trash, comprises everyday items that are discarded after use. This waste typically originates from households, offices, and retail establishments, excluding industrial, hazardous, and construction waste. Engineers define MSW as materials discarded from residential and commercial sources (Tchobanoglous & Kreith, 2002). Poor management of MSW can significantly impact the environment, contributing to the degradation of environmental quality. Environmental issues associated with high levels of waste include contamination of soil, water and air (Pastor et al., 2015), and it can serve as a vector for spreading pathogens (Kawasaki et al., 2020). Most municipal authorities dispose of MSW in landfills within or outside cities without proper planning. These landfills emit foul odours and become breeding grounds for flies, rodents, and pests. Leachate, the liquid that seeps through decaying organic waste, pollutes groundwater, posing a serious threat to health and the environment. Landfills also release landfill gas, composed of 50 to 60 percent methane, which is 25 times more potent than carbon dioxide in contributing to global warming.

Enhancing municipal solid waste management involves proper management of the organic waste which comprises of biodegradable wastes such as food waste. This approach is intended to reduce the adverse effects on the environment and increase the efficiency of energy recovery by composting. There is an urgent need to modernize the MSW management system by adopting the 3Rs. The principles of the three R's are: Reduce, Reuse, and Recycle. Composting is a process that can be used to turn organic waste into organic fertilizer. These fertilizers are made from natural products and through environmentally friendly processes, thus they pose little threat to the environment as compared to the synthetic fertilizers which often cause fertilizer runoff, which leads to algae growth and water pollution.

Black Soldier Fly Larvae (BSFL) have been identified in numerous studies as crucial for organic waste management (Purkayastha and Sarkar, 2021). These larvae, from the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*), are highly effective at processing organic waste (Mahmood et al., 2021). Their efficiency in digesting organic materials makes them ideal for reducing organic waste. BSFL composting, a promising waste treatment method, has the potential to boost revenues from food waste management (Lalander et al., 2018). BSFL rapidly decomposes various organic materials, including kitchen scraps, food waste, manure, and plant debris. The nutrient rich castings they excrete enhance organic fertilizer quality. When added to agricultural or gardening soils, these castings improve soil structure due to their high beneficial element content, such as nitrogen. Additionally, BSFL composting has been found to produce significantly fewer greenhouse gas emissions compared to traditional windrow composting (Ermolaev et al., 2019).

Problem Statement

If not properly managed, large amounts of organic waste can pollute the environment. When organic waste decomposes in landfills, it produces methane, a potent greenhouse gas that significantly contributes to climate change, with a global warming potential 25 times higher than CO₂ (Boucher et al., 2009). Additionally, leachate from decomposing organic waste can contaminate soil and water, harming nearby ecosystems. Managing the increasing volume of organic waste requires more resources, such as transportation, landfill space, and maintenance, which can lead to higher costs for waste management and disposal. While composting and vermicomposting are well-established methods for producing organic fertilizer, the ability of Black Soldier Fly Larvae (BSFL) to convert organic waste into organic fertilizer is still under-researched. A comprehensive study is needed to evaluate the quality of the organic fertilizer produced by BSFL, particularly its nutritional contents, including nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K). Fertilizers are crucial for replenishing nutrients removed from the soil by crop harvesting and for enhancing crop yield (Olatunji & Ayuba, 2012).

Objectives

This research studies the process of converting organic waste into organic fertilizer by the decomposition process brought by Black Soldier Fly Larvae (BSFL). Organic waste comprises of products that can be decomposed such as food waste or any waste from the kitchen. Furthermore, BSFL are recognized for their insatiable appetite for organic material whereby they can efficiently ingest and digest organic waste hence converting it into nutrient rich material. The main objective is to utilize BSFL to convert organic waste into a marketable product: organic fertilizer. Their digesting activities change the organic matter into nutrient rich frass that can be used as a soil improver and manure. Also, this study seeks to determine the concentration of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) in the organic fertilizer produced by BSFL. Nitrogen can be used to help a plant develop leaves since it increases the

growth of the leaves. On the other hand, phosphorus plays a role in enhancing formation of flowers, buds, roots and fruits in the plant. Potassium however is needed for so many aspects of plant life and is used to maintain good plant health. The outcome of this study can be useful in waste minimisation as well as sustainable agriculture owing to the prospects of making the utilisation of organic waste more circular.

Literature Review

Organic Fertilizer

Organic fertilizers are mainly cost effective and more readily available from local sources than chemical fertilizers (Solomon et al., 2012). They meet the biological needs of plants and help suppress plant pest populations (Heeb et al., 2006). Additionally, organic fertilizers enhance soil microbial activity, improve anion and cation exchange capacity, and increase the organic matter and carbon content of the soil. They improve the quality and yield of agricultural crops similarly to inorganic fertilizers without causing environmental pollution.

Composting

Composting, a process that biologically decomposes and stabilizes organic materials under thermophilic conditions due to biologically produced heat (Barrington et al., 2003; Iyengar & Bhawe, 2006), is an effective method for treating green waste and food waste (Nakasaka & Ohtaki, 2002). The carbon to nitrogen (C/N) ratio is a crucial factor influencing both the composting process and the properties of the final product (Zhu, 2007; Chang & Hsu, 2008).

Black Soldier Fly Larvae

A study by Ibadurrohman et al., (2020) found that BSFL demonstrated a remarkable ability to recycle 75% of biological waste, with 800 grams of larval biomass produced from 4 kilograms of waste.

Methodology

The study was carried out at the Nursery Politeknik Jeli in Kelantan. 10 grams of BSF (Black Soldier Fly) eggs were bought from Unique Biotech Sdn. Bhd. 800 g of cocopeat were given to the eggs as bedding and first feed after hatching. To facilitate the composting process, a 13.2-liter plastic container was employed. According to Purkayastha and Sarkar (2021) BSFL needs to be kept in optimal environmental conditions with respect to temperature, humidity, nutrient composition, physical attributes, and oxygen content. The container was sprayed with water twice a day to maintain humidity, and temperature readings were taken twice a day to ensure that it remained between 25 and 30 °C. The ideal temperature range for BSFL growth is between 25 and 30 °C, and temperature is a critical element in this process (Shumo et al., 2019).

On day seven, the larvae were fed with vegetable trimming and rotten bananas with ratio 1:5 accordingly. The type of the food substrate needs to be determined for the increased bioconversion activities of BSFL as pointed out by Wang et al. (2020). In handling the BSFL, the waste feed given to them was noted with the balance to check on the frequency at which it was consumed.

They also fed and defecated at this stage; the larvae managed to break down the excreta and turn it into organic fertilizer. Lastly after 35 days the organic fertilizers were collected separately from the larvae that were left inside the container. Depending on the type of waste used, BSFL frass is typically retrieved after 9 to 23 days of BSFL composting (Lalander et al., 2013). Alternatively, according to Rehman et al., (2019), the developed frass is harvested when

over 40 - 90% of larvae has transformed into the pre-pupae stage of growth. The compost was analysed for its chemical properties, namely Nitrogen (N) (MS 417:PART 3:1994), Phosphorus (P) (MS 417:PART 3:1994) and Potassium (K) (MS 417:PART 3:1994). Information gathered in this process entails the quantity and physical properties of organic fertilizer produced by the composting process as well as nutrient profile in the manufactured organic fertilizer.

Results

A total of 2.7 kg of organic fertilizer was produced after the period of 35 days. Based on the observation, the organic fertilizer is dark brown in colour, has a porous texture and produces no bad odour.



Table 1 shows the chemical analysis result for nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) content in organic fertilizer that has been produced through composting by BSFL. From the table, it is shown that the N content is 1.4%, the P content same as N content which is 1.4% and the K content is 2.7%.

Table 1: Chemical analysis results of Nitrogen, Phosphorus and Potassium content in organic fertilizer produced through composting by BSFL.

Result	Parameter (%)
Nitrogen (N)	1.4
Phosporus (P2O5)	1.4
Potassium (K2O)	2.7

Discussion

The outcomes of this research have provided insight into the ability of BSFL in converting organic waste into beneficial organic fertilizers with good physical characteristics and outstanding chemical capacity. Additionally, the organic fertilizer produced not only enriches the soil with essential nutrients but also enhances its structure, making it a valuable tool for sustainable agricultural practices.

Organic fertilizer produced by BSFL was in the form of insect frass that has high content of N, P and K (Zahn, 2017). Through continuous and uninterrupted movement of the BSFL during feeding, they will help in loosening the structure of the organic fertilizer to reduce clumpiness while decreasing the temperature in the BSFL frass to ensure the retaining of high N, P and K content. The nutrients present in the feed substrate that is given to the BSFL have a high impact on the nutrients produced in the BSFL organic fertilizer (Surendra et al., 2020). In this study, the BSFL were fed with an ample supply of green wastes which comprise of cocopeat, vegetable trimmings and other kitchen wastes.

Based on the chemical analysis in Table 1, the BSFL organic fertilizer has developed favourable results. Based on a study by Kawasaki et al., (2020) and Attiogbe et al., (2019), BSFL frass derived from green waste exhibited total N content ranging from 1.7% to 2.2%, P content ranging from 0.1% to 1.1% and K content ranging from 0.1% until 2.1%. When compared with the NPK content from this study as shown in Table 1, it is apparent that the N content (1.4%) is at a lower value mainly because the BSFL were not fed with any animal manure or food waste from animal sources. A study by Adeyemo et al., (2019) stated that co-composting animal manure with green waste can greatly increase N content in organic fertilizer.

The total P (1.4%) and K (2.7%) content in this study has shown favourable results which are higher as compared to the study by Kawasaki et al., (2020) and Attiogbe et al., (2019). One of the main contributing factors on the higher content of K in the BSFL organic fertilizer is the presence of banana peel. Banana peel contains a significant amount of K and can be utilized as a potassium-rich soil amendment and can support the growth and development of plants (Hussein et al., 2019).

Conclusion

The fecundity to up-cycle different organic wastes into a uniform, high grade of organic fertilizer is one example of the flexibility and efficiency that can be achieved with BSFL for improved agricultural systems and sustainable environmental quality. This research is first-ever to transform organic waste into nutrient-rich fertilizer as a BSFL fertilizer pro. This organic fertilizer contains the primary nutrients of nitrogen, phosphorus and potassium which makes it suitable for all crops whether agricultural or horticultural. Efficient production of BSFL fertilizer that contributes to nutrient recycling in agricultural systems can be environmentally significant and improve food security, environmental integrity as well as economic development. This study's primary goal is to determine whether BSFL can be applied as a novel and long-term method of turning organic waste into organic fertilizer.

One of the largest environmental problems is that we create a lot of organic waste which includes biodegradable e.g. leftovers like food or kitchen garbage in general. One solution to this problem also happens to be BSFL, as they have mechanical intestines that can consume and utilize organic materials in almost any condition. The maggots themselves defecate a fine, nutrient-rich "frass" that is an excellent natural fertilizer and soil conditioner. This method

tackles the problems of waste disposal and at the same time introduces a far eco-friendlier way to agriculture than using chemical fertilizers.

Overall, using Black Soldier Fly Larvae (BSFL) to break down organic waste is an eco-friendly method of decomposing the garbage produced. It is also a method that allows sustainable agricultural practices, and an efficient usage of residues by transforming garbage into treasure: valuable organic fertilizers. Adoption of this uniform, environmentally friendly method in organic waste management on a large scale would be important for the environment as well as the agricultural sector and will eventually lead to an inevitable mode for a sustainable future.

It is recommended that tests be conducted on plant growth using the organic fertilizer produced by BSFL's decomposition process in the future. Two distinct treatments can be used to compare the effects on plant growth which are utilizing organic fertilizer made by BSFL and using fertilizer made by vermicompost worms. The recommended plants for this study are horticultural and ornamental plants because the fertilizer is made entirely of green waste. This is similar to the findings of studies by Massa et al., (2018), who discovered that green waste compost is primarily used as a growth medium for horticulture and ornamental plants as well as a soil quality amendment (Marín-Benito et al., 2018).

Moreover, the investigation may be broadened to encompass a blend of green and brown wastes. This is because studies by Zhu (2007) and Chang & Hsu (2008) have shown that the carbon to nitrogen (C/N) ratio plays a critical role in determining the composting process as well as the characteristics of the finished product. Generally, brown waste has more carbon (C) than nitrogen (N), whereas green garbage has more nitrogen (N) than carbon (C).

References

- Adeyemo, A. J., Akingbola, O. O., & Ojeniyi, S. O. (2019). Effects of poultry manure on soil infiltration, organic matter contents and maize performance on two contrasting degraded alfisols in southwestern Nigeria. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 73-80.
- Barrington, S., Choiniere, D., Trigui, M., & Knight, W. (2003). Compost convective airflow under passive aeration. *Bioresource technology*, 86(3), 259-266.
- Bogner, J., Abdelrafie, A. M., Diaz, C., Faaij, A., & Gao, Q. (2007). Waste management. In *Climate Change: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Boucher, O., Friedlingstein, P., Collins, B., & Shine, K. P. (2009). The indirect global warming potential and global temperature change potential due to methane oxidation. *Environmental Research Letters*, 4(4), 044007.
- Bulluck Iii, L. R., Brosius, M., Evanylo, G. K., & Ristaino, J. B. (2002). Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied soil ecology*, 19(2), 147-160.
- Bustamante, M. A., Ceglie, F. G., Aly, A., Mihreteab, H. T., Ciaccia, C., & Tittarelli, F. (2016). Phosphorus availability from rock phosphate: Combined effect of green waste composting and sulfur addition. *Journal of Environmental Management*, 182, 557-563.
- Chang, J. I., & Hsu, T. E. (2008). Effects of compositions on food waste composting. *Bioresource technology*, 99(17), 8068-8074.
- Ermolaev, E., Lalander, C., & Vinnerås, B. (2019). Greenhouse gas emissions from small-scale fly larvae composting with *Hermetia illucens*. *Waste Management*, 96, 65-74.

- Fadhillah, N., & Bagastyo, A. Y. (2020, May). Utilization of *Hermetia illucens* larvae as a bioconversion agent to reduce organic waste. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 506, No. 1, p. 012005). IOP Publishing.
- Heeb, A., Lundegårdh, B., Ericsson, T., & Savage, G. P. (2005). Effects of nitrate-, ammonium-, and organic-nitrogen-based fertilizers on growth and yield of tomatoes. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(1), 123-129.
- Heeb, A., Lundegårdh, B., Ericsson, T., & Savage, G. P. (2005). Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(8), 1405-1414.
- Heeb, A., Lundegårdh, B., Savage, G., & Ericsson, T. (2006). Impact of organic and inorganic fertilizers on yield, taste, and nutritional quality of tomatoes. *Journal of plant nutrition and soil science*, 169(4), 535-541.
- Ibadurrohman, K., Gusniani, I., Hartono, M. D., & Suwartha, N. (2020). The potential analysis of food waste management using bioconversion of the organic waste by the black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae in the cafeteria of the faculty of engineering, universitas Indonesia.
- Iyengar, S. R., & Bhave, P. P. (2006). In-vessel composting of household wastes. *Waste management*, 26(10), 1070-1080.
- Kawasaki, K., Kawasaki, T., Hirayasu, H., Matsumoto, Y., & Fujitani, Y. (2020). Evaluation of fertilizer value of residues obtained after processing household organic waste with black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). *Sustainability*, 12(12), 4920.
- Lalander, C., Diener, S., Magri, M. E., Zurbügg, C., Lindström, A., & Vinnerås, B. (2013). Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*)—From a hygiene aspect. *Science of the Total Environment*, 458, 312-318.
- Lalander, C. D. S. Z., Diener, S., Zurbügg, C., & Vinnerås, B. (2019). Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of cleaner production*, 208, 211-219.
- Lemus, G. R., & Lau, A. K. (2002). Biodegradation of lipidic compounds in synthetic food wastes during composting. *Canadian biosystems engineering*, 44(6), 6-33.
- Mahmood, S., Tabinda, A. B., Ali, A., & Zurbügg, C. (2021). Reducing the space footprint of black soldier fly larvae waste treatment by increasing waste feeding layer thickness. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30, 771-779.
- Mani, J. (2002). Early events in environmental stresses in plants: Induction mechanisms of oxidative stress. In: D. Inzé and M.V. Montague (eds.) *Oxidative stress in plants*. Taylor and Francis, New York. pp 217-246.
- Nakasaki, K., & Ohtaki, A. (2002). A simple numerical model for predicting organic matter decomposition in a fed-batch composting operation. *Journal of environmental quality*, 31(3), 997-1003.
- Olatunji, O. & Ayuba, S. A. (2012). Effect of combined applications of poultry manure and NPK 20-10-10 fertilizer on soil chemical properties and yield of maize (*Zea mays* L.). *Proceedings of the 35th Annual Conference of the Soil Science Society of Nigeria* (SSSN). 7th – 11th March, 2011, University of Technology Minna.
- Pastor, B., Velasquez, Y., Gobbi, P., & Rojo, S. (2015). Conversion of organic wastes into fly larval biomass: Bottlenecks and challenges. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(3), 179-193.
- Purkayastha, D., & Sarkar, S. (2021). Sustainable waste management using black soldier fly larva: A review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-26.

- Shumo, M., Khamis, F. M., Tanga, C. M., Fiaboe, K. K., Subramanian, S., Ekesi, S., Van Huis, A., & Borgemeister, C. (2019). Influence of temperature on selected life-history traits of black soldier fly (*Hermetia illucens*) reared on two common urban organic waste streams in Kenya. *Animals*, 9(3), 79.
- Solomon, W. G., Ndana, R. W., & Abdulrahim, Y. (2012). The comparative study of the effect of organic manure cow dung and inorganic fertilizer NPK on the growth rate of maize (*Zea mays* L.).
- Miranda, C. D., Crippen, T. L., Cammack, J. A., & Tomberlin, J. K. (2021). Black soldier fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae), and house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), larvae reduce livestock manure and possibly associated nutrients: an assessment at two scales. *Environmental Pollution*, 282, 116976.
- Tchobanoglous, G. & Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management*. New York: McGraw-Hill. 2nd ed.
- ur Rehman, K., Rehman, R. U., Somroo, A. A., Cai, M., Zheng, L., Xiao, X., Rehman, A. U., Rehman, A., Tomberlin, J. K., Yu, Z., & Zhang, J. (2019). Enhanced bioconversion of dairy and chicken manure by the interaction of exogenous bacteria and black soldier fly larvae. *Journal of Environmental Management*, 237, 75-83.
- Wang, S. Y., Wu, L., Li, B., & Zhang, D. (2020). Reproductive potential and nutritional composition of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) prepupae reared on different organic wastes. *Journal of economic entomology*, 113(1), 527-537.
- Zahn, N. H. (2017). The Effects of Insect Frass Created by *Hermetia Illucens* on Spring Onion Growth and Soil Fertility. *Univ. Stirling*, 1, 1–65.
- Zhu, N. (2007). Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw. *Bioresource Technology*, 98(1), 9-13.

THE SUSTAINABILITY OF ADDITIONAL EFFECTIVE MICROORGANISM 4 (EM-4) ON THE GROWTH AND YIELD PERFORMANCE OF EGGPLANT (*Solanum melingena* L.) IN AGRICULTURAL SECTORS

Nurul Ain Sulaiman^{1*}, Nur Fitrah Affin Razali¹

¹Faculty of Agrosience, University College of Agrosience Malaysia, Lot 2020, Ayer Pa'abas, 78000 Alor Gajah, Melaka.

*nurulainsulaiman8@gmail.com

Abstract

Effective microorganism enhances the beneficial microbial population in the soil for sustainable crop production. Eggplant is a most common and popular kitchen vegetable. This study was carried out to identify the effects of Effective Microorganism 4 (EM-4) on the growth and performance of eggplant. This study was implemented at University College Agrosience Malaysia (UCAM) in Alor Gajah, Melaka which was conducted from August 2022 to November 2022. This experiment consisted of four treatments with seven replications and 28 polybags altogether. NPK fertilizer and additional 100ml of EM-4 were used for treatment 1 and NPK fertilizer with additional 200ml of EM-4 for treatment 2. Whereas, for NPK fertilizer and additional 300 ml of EM-4 was used for treatment 3. Treatment 4 was the control, NPK fertilizer but no additional EM-4 used. The data then was collected for 8 weeks and had been analysed with a one-way ANOVA at 5% significant level using Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software. Based on the findings, it can be concluded that, T2 (NPK + 200ml EM-4) was found to be effective with highest plant height (49.2 cm), highest number of leaves (11.52), largest amount of fruits (1.13) and weight of fruits (36.89 g). For future studies, it is recommended to implement this on other edible plants such as okra and chili plants for sustainable production.

Keywords: Effective Microorganism, Eggplant, Growth Performance

Introduction

Agricultural productivity is mostly dependent on soil quality, which is a measure of a significantly contributed by biological, chemical, and physical interactions driven by microorganisms. Effective Microorganisms 4 boost the beneficial microbial population in the soil, allowing for more sustainable crop production. Effective Microorganisms 4 are mixed cultures of naturally existing beneficial organisms that may be used as inoculants to boost the microbial diversity of soil ecosystems. They are mostly composed of process of photosynthesis bacteria, lactic acid bacteria, yeasts, actinomycetes, and fermenting fungi. EM improves soil structure, fertility, and biological diversity, suppresses soil-borne pathogens, fixes nitrogen in soil and improves nutrient uptake, accelerates the decomposition of organic waste, residues, and composting, increases beneficial minerals in organic compounds, and improves soil quality.

A studied conduct by Joshi et al., (2019) shows there are numerous benefits to using effective microorganism 4 (EM-4) in agriculture. EM-4 contributed to soil enrichment, by harmonizing and diversifying native microorganism. Earthworms will feed on a diverse foundation of microorganisms, increasing the number of micro-pores. This improves soil health and stimulates plant development, reduces parasite pressure, and allows for the cultivation of high-quality crops. Because it is derived from natural and organic substances, this category of bacteria is fully safe for humans, plants, animals, and soil.

According to Joshi et al. (2019), agriculture productivity is high due to the extensive use of synthetic agrochemicals, yet environmental degradation and unsustainable systems are the results of these management practices. It is important issue whether the replacement of organic fertilizers and chemical fertilizers with bio fertilizers causes a beneficial increase in dry weight. This is supported by Prof. Dr Teruo Higa (2019), who studied on the excessive use of chemicals and became aware of the harmful consequences of these chemicals on humans and the environment. This study aimed to identify the effect of additional Effective Microorganism 4 on the growth and yield production of eggplant.

Materials and Method

Experimental design and treatment

This study was conducted in College University Agrosiences Malaysia, address at Lot 2020, Ayer Pa'abas, Alor Gajah, 78000, Melaka, Malaysia, (Coordinate 2.395537, 102.166234). This research was carried out using Factorial Experiment (FE) with three different quantity of additional Effective Microorganism (EM) using Complete Randomised Design (CRD). T1 (NPK + 100ml EM-4), T2 (NPK + 200ml EM-4) and T3 (NPK + 300ml EM-4, while T4 as a control used only NPK Fertilizer. Each treatment will be done in seven replications. The polybags for 28 plots are placed randomly to ensure there will be no intolerance between the treatments.

Effective microorganism 4 (EM-4) was mixed with water according to desired dosage of 100ml, 200ml and 300ml of EM-4 and added with 500ml of water. The solutions was sprayed on plants and soil once a week. NPK fertilizer will be applied about 10 cm away from the base of each plant at the rate of 20g per plant and applied once a week. NPK 15:15:15 as a combination of Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) is used during vegetative period. NPK 12:12:17:2 + TE is used during fruit development period. This NPK contain Nitrogen (N) 12%, Phosphorus (P) 12%, Potassium (K) 12%, Magnesium (MgO) 2%, Trace element such as Sulphur (S) 8%, Boron (B) 0.02% and Zink (Zn) 0.01%.

Planting method

The seeds will be planted in a sowing tray 54cm x 28cm with 50 holes and peat moss as the medium. The seed will be watered every day to keep the peat moss moist and to ensure seed germination which will occur around 4 – 7 days. The seedlings will harden around 1 – 2 weeks before being transferred into polybag (15 – 20 days). Seedlings are transferred into the polybag that contain cocopeat as a medium. Aside from that, the plant needs enough sunshine for vegetative development and more flowers to generate more fruit. For irrigation, eggplant was watered using fertigation system trice a day, once in the morning, afternoon and evening.

Parameters and data collected

The data are collected once for every week after transplanted into polybags. The data taken including plant height, number of leaves, number of fruits and weight of fruits and soil pH. Plant height is measured from the base of the stem to the tips of the shoots after a week of transplanting and the plant height was quantified in unit centimetre (cm). The number of leaves in each treatment are counted after a month of transplanting. The leaves are counted once a week since the leaves will develop throughout a week until week 6. The fruits are collected after 60-90 days after transplanting. At harvest, the ripe fruits are counted, and weight is measured on a scale.

Data analysis

Data collected was analysed using SPSS statistical computer package. Analysis of variance (ANOVA) was carried out to determine whether there were any significant differences among treatments on parameters measured.

Result and discussion

Plant height

Plant height, in general, offers an overview of the plant's size and growth pace. Plant height is an essential growth factor that is directly related to the plant's productive efficiency in terms of leaves, fruits, and weight. According to Figure 1, there is statistically significant effect between different fertilizer rates of additional EM on crop height (NPK + 100 ml EM 4), (NPK + 200 ml EM 4), (NPK + 300 ml EM 4) and (NPK without additional EM 4). From the result, height shows significant difference. Based on the above findings it can be concluded that T2 (NPK + 200 ml EM 4) is listed as the best among all treatments. Therefore, the lowest crop height was from the T3 (NPK + 300 ml EM 4) compared to other treatment. Hence, the highest average of plant height which T2 treatment shows that (49.2), and the lowest plant height was T3 treatment with (44.2)

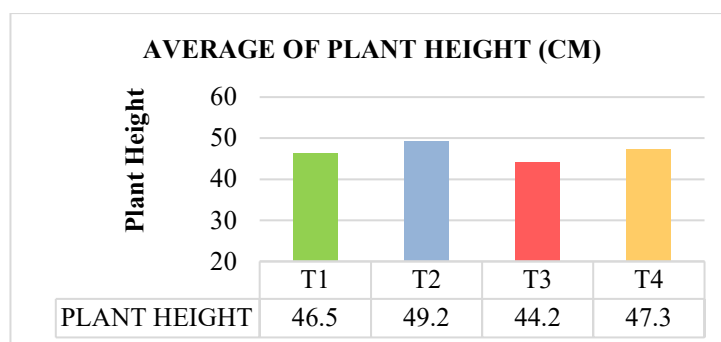


Figure 1 Histogram chart average plant height

A one-way ANOVA was conducted that examined the effect different rate of additional EM on plant height of eggplant. There was a statistically significant effect between additional EM-4 on the plant height, based on Table 4.1, (p -value = 0.000).

Table 1 A one-way ANOVA of plant height

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	89.832	3	29.944	11.852	.000
Within Groups	60.637	24	2.527		
Total	150.470	27			

Based on Table 1, there is significant different between all treatments, it shows that the difference rates of additional EM-4 do affect the height of the eggplant's plant. This was due to the height of the plant of eggplant is genetically determined. By contrast, treatment with EM 4 has been found to increase plant height at fruiting. EM would similarly increase the height of plants producing more fruits. The various types of organisms in effective microorganisms complement one another and have a mutually beneficial connection with

plant roots in the soil environment (Olle et al., 2015) Plants would grow exceedingly well in soils populated and dominated by these effective microorganisms. (Joshi et al. 2019). Inoculation of effective microorganism can increase the available nutrition for plant roots and improve photosynthesis. (Mateus et al., 2022).

Number of leaves

The leaves may be regarded as the plant's most important life-giving structure. One of the primary functions of leaves was to convert sunlight energy into sugar via the photosynthesis process. Glucose molecules contained energy that was used by the plant for growth, flower production, and fruit development.

Based on Figure 4.2, it was measured that highest number of leaves was obtained with T2 using NPK fertilizer with 200 ml of additional EM 4 at all growth stages of eggplant, while the T3 and T4 show the same average numbers of leaves and T1 show the lowest average of number of leaves.

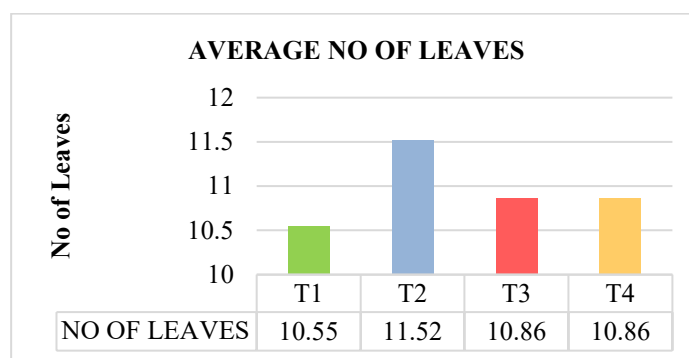


Figure 2 Histogram chart average number of leaves

A one-way ANOVA was conducted that examined the effect different rate of additional EM on number of leaves of eggplant. There was no statistically significant effect between additional EM on the number of leaves, based on Table 4.2, (p -value = 0.332).

Since there is no significant different between all treatments, it shows that the difference rates of additional EM do not affect the number of leaves of the eggplant's plant. It shows that all plants in all treatments get enough nutrients from the fertilizer applied but not from the additional EM. NPK fertilizer plays a major role in the efficient cultivation of plants (Baloch et al., 2008). Nitrogen is essential for plant vegetative development and should consequently be supplied during this period (Rumeu et al., 2011). As showed in Figure 4.1, T2 treatments have the highest plant height. The height of a plant also affects the number of leaves. The taller the plant, the greater the number of leaves produced thus affecting the yield of eggplant. Nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) are primary nutrients required by the plants for their proper growth and development. (Tikko et al., 2013).

Number of fruits

In general, the number of fruits offers an overview of a plant's ability to produce fruits. A large quantity of fruits is considered to be favorably associated to plant productivity. Based on Figure3, T2 treatment had the highest average number of fruits which 1.13 followed by other

treatments, T1, T3 and T4. In contrast to previous investigation and research by Ncube & Calistus (2012), some scientists found that EM treatment increases the number of fruits. The progressive increase in yield attributes and yield due to EM spray was primarily due to an increase in morphological and physiological traits, which may have enhanced the available nutrients to the roots, aided in nutrient absorption, improved photosynthesis and its translocation to the sink, and ultimately improved sponge gourd yield and attributes. (Pushpendra et al., 2018).

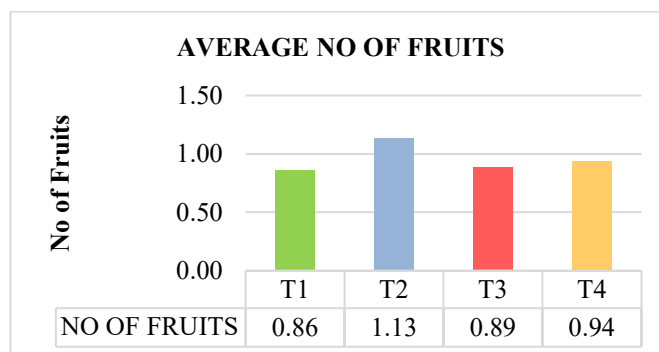


Figure 3 Histogram chart average number of fruits

A one-way ANOVA was conducted that examined the effect different rate of additional EM on plant height of eggplant. There was a statistically significant effect between additional EM 4 on the number of fruits, based on Table 4.3 (p -value = 0.001). The use of an additional 200 ml of EM-4 is able to produce a large number of fruits compared to other treatments. Apart from the use of additional EM-4, plant height and the number of leaves also play an important role in the production of fruits. The production of a large number of leaves is able to increase the rate of photosynthesis in helping the process of eggplant fruit formation. It is confirmed by Chrispaul Muthaura et al., (2010), that increase in leaf area and number of leaves should result to higher rates of photosynthesis hence increased plant growth and yield of plant. Other studies have found that using EM can enhance photosynthetic rate and consequently boost output yield (Iriti et al., 2019).

Weight of fruits

Fruit weight plays an important role in determining the grade of a fruit in addition to determining the effectiveness of additional EM 4 use on plants. Based on Figure 4 it was measured that highest average weight of fruits was T2 (36.89g) followed by T1 (30.74g) T4 (28.39g) and T3 (24.94g).

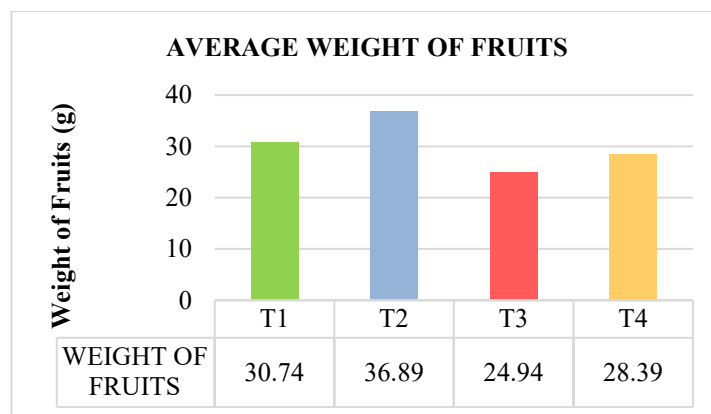


Figure 4 Histogram chart average weight of fruits

A one-way ANOVA was used to investigate the influence of different rates of additional EM on fruit weight. There was a statistically significant interaction between the effects of different rates of additional EM 4 on fruit weight (p -value = 0.016). There was statistically significant different in mean of all four treatment. The literature does not reveal any studies on the effects of EM 4 on the weight and quality of eggplants although some data have been published on the effects of EM 4 on other vegetable, ornamental and fruit crops. According to (Idris et al., 2008) who emphasised the same thing on tomato plants, the yield produced by eggplant treated with additional EM was much higher than the untreated ones in some study.

Conclusion

Based on the result obtained, SPSS analysis showed there is significant different between three parameters which is plant height, number of fruits and weight of fruits, meanwhile number of leaves showed no significant different. After a four-parameter comparison, based on the average of each treatment, T2 give the highest effect of additional effective microorganism on the growth performance and the yield of eggplant. However, according to the results of overall ranking score, T2 was chosen as the best rate of additional EM on eggplant. This reveals that in order to get the optimum plant growth and yield while also conserving the environment, a combination of NPK fertilizer with an additional of 200 ml EM-4 should be used in plant fertilizing. Effective microorganisms have the ability to boost crop growth and yield (Nayak et al., 2020). When given to soils alongside organic amendment, these bacteria can be especially beneficial. It also helps to increase soil health and provides a variety of ecological benefits.

References

- Baloch, Q. B., Qamaruddin Chachar, & Muhammad Naveed Tareen. (2008). Effect of foliar application of macro and micro nutrients on production of green chilies (*Capsicum annuum* L.).
- El-Shafei, A., & Mahmoud Y. (2008). Impact of effective microorganism compost on soil fertility and rice productivity and quality. *Biological Engineering*, 1067- 1093.
- Higa, D. T., & James, F. P. (1994). Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. *International Nature Farming Research Centre Atami, Japan*.
- Iriti, M., Alessio S., Simon, P., Giulia, C., & Giulia, C. (2019). Soil application of effective microorganisms (em) maintains leaf photosynthetic efficiency, increases seed yield

- and quality traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants grown on different substrates. *MDPI*.
- Joshi, H., Somduttand, Choundry, P., & Mudra, S. (2019). Role of effective microorganism (EM) in sustainable agriculture. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 172-181.
- Mateus, N. O. R., Luciana, C. V., Lucas, L. L., & Layara, A. B. (2022). Microbial inoculation improves growth, nutritional and physiological aspects of *Glycine max* (L.) Merr. *Microorganisms*.
- Muthaura, C., Musyimi, D. M., Ogur, J. A., & Okello, S. V. (2010). Effective Microorganism and Their Influence on Growth and Yield of Pigweed (*Amaranthus dubians*). *Department of Botany and Horticulture, Faculty of Science, Meseno University*.
- Nayak, N., Koushik, S., Bijoy, K. S., & Mahapatra, P. (2020). Beneficial effect of effective microorganism on crop and soil- a review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3070-3074.
- Olle, M., & Ingrid, H. W. (2015). The influence of effective microorganisms on the growth and nitrate content of vegetable transplants. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 25-28.
- Tikkoo, A., Yadav, S. S., & Naresh, K. (2013). Effect of irrigation, nitrogen and potassium on seed yield and oil content of *Jatropha curcas* in coarse textured soils of northwest India. *Soil and Tillage Research*, 142-146.

REMOTE CONTROL MONITORING AND MOBILE WATERING SYSTEM

Sures Narayasamy^{1*}, Fara Diba binti Badrul Hisham¹ and Azilah binti Anuar¹

¹Politenik Nilai, Negeri Sembilan

*suressamy@gmail.com

Abstract

Agriculture is an important industry in the world with Malaysia is one of the countries whose economy is dependent on agriculture and agriculture base industry. Water is a main resource needed for agriculture where almost 70% of world water usage is for the agriculture sector. Yet over supply of water and shortage of labor has been a threat to the industry which indirectly increase the operational cost. Therefore, technological advancements in agriculture have given rise to creative strategies aimed at optimizing water use and ensuring efficient irrigation techniques. This project focuses on the design and construction of a mobile watering system with remote control and monitoring via microcontroller technology and soil moisture sensors. The system uses a network of sensors placed strategically around the agricultural area to continuously monitor the levels of soil moisture. These sensors are interfaced with a microprocessor, which processes the data and sends it to 'Thinkspeak' cloud storage system. Two parameters were monitored for this study, that is the time taken to water the study plot and the total water consumption from the moment the pipe was fixed and finish watering the study plot. It was a comparison study between IOT base Remote control watering system and conventional piping watering system. Their data shows there are significant differences between the treatments for both amount of water supplied, and time taken for water the plots. Additionally, the system features a transportable watering mechanism that may offer a long-term solution for precision irrigation, supporting the broader objectives of resource efficiency and smart farming in the agricultural sector. There for this innovation or research will reduce water consumption and use less time to water the research plots.

Keywords: Remote Control, Mobile vehicle, solar power, data monitoring

Introduction

Due to its ability to provide food, fiber, and raw materials necessary for societal advancement, agriculture is crucial to human civilization. Aiming to increase production, efficiency, and sustainability, technical advancements have caused a major evolution in agricultural practices over time (Sergieieva, 2023). Precision farming, which uses cutting-edge technologies to maximize crop yield while optimizing inputs like water, fertilizer, and pesticides (Singh et al., 2020), is a crucial component of contemporary agriculture.

Conventional irrigation techniques frequently include inefficiencies that result in the waste of energy and water resources (Bhavsar et al., 2023). Conventional systems usually depend on manual or timer-based methods that are not responsive to real-time changes in the environment or crop water demand (Chauhdary et al., 2024). Through excessive water use and runoff, these inefficiencies not only affect crop output but also contribute to environmental deterioration (United States Environmental Protection Agency, 2024) with enhanced soil erosion, losses of cover crop, losses of topsoil, surface runoff of fertilizers and organic matter. Most importantly, labor is one of the major concerns in modern big scale agriculture which requires a large work force. Shortage of workers in the agricultural field led to crop losses and an increase in production costs. The average age of North American farmers is getting close to sixty, and only 9% of food producers are under 35, according to the 2017 U.S. Census of Agriculture

(Ferguson, 2024). This data shows the younger generation have less interest in agriculture and haven't thought of farming as a career.

The inefficiency of conventional irrigation systems in agriculture is the main issue this study attempts to solve. Watering situations that are either over- or under-watered arise from the inability of conventional technologies to provide water precisely where and when it is needed. Not only do these discrepancies squander important resources, but they also endanger crop health and potential output. Furthermore, using fossil fuels to run irrigation pumps increases pollutants and carbon emissions into the atmosphere (Raihan, Nizam, Said, Begum, & Pereira, 2022). The absence of adaptive control and real-time monitoring in conventional irrigation systems is another serious problem. It can be challenging for farmers to modify their irrigation schedules in response to changes in crop growth stages, present soil moisture levels, and weather predictions. This impreciseness not only reduces agricultural output but also makes it more difficult to react quickly to changes in the climate and water scarcity conditions.

The objective of the study was to develop and put into use a mobile solar watering system that can be managed remotely, providing farmers with improved irrigation management skills. Through the system's integration with IoT technology, environmental conditions can be continuously monitored, and irrigation operations may be remotely controlled, optimizing water use and enhancing agricultural sustainability overall.

Methods

The study was conducted at Politeknik Nilai football field with 3 soil moisture sensors fixed in the research plot around the field for the primary study. The first parameter studied was the time taken to water the plants. This study was done to see the efficiency of the remote-controlled watering system compared with the conventional water pipes. The second parameter studied was the amount of water supplied through the watering process from on the pipe, pull the pipes, and water the plots for conventional system while it starts from the moment the remote control car release water from the sprinkler system.

This system design involves a few steps starting from block drawing, solar power integration, creating portable vehicle with remote control, microcontroller system setup with live data monitoring and actuation mechanisms as shown in figure 1.

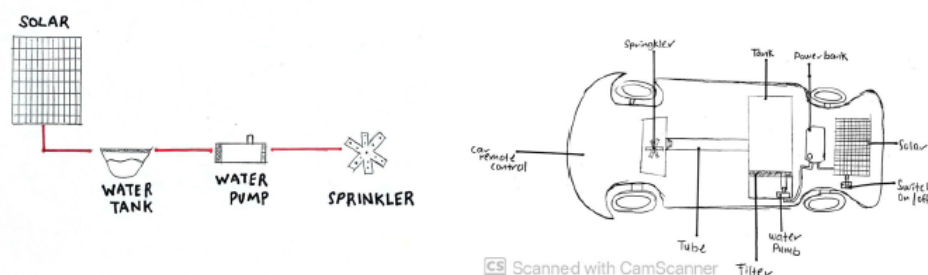


Figure 1: Block diagram of the module

System Design: To develop a reliable and effective irrigation system, a thorough examination of agricultural needs and technological viability is conducted at this phase as shown in figure 2.



Figure 2: Prototype of remote control mobile solar watering

Solar power integration is the process of choosing energy-storage devices and solar panels to supply the system with reliable power. This involves assessing the battery's capacity, charging systems, and solar panel efficiency to guarantee consistent performance even in the face of fluctuating sunlight. The solar power for this system is used to charge 10000 mAh power bank that power up the water pump when in use.

Creating a movable platform with wheels or tracks to allow for independent mobility across fields is known as mobile platform design. Stability, flexibility, and adaptation to various terrain types seen in agricultural settings should be given top priority in the platform's design. The prototype is designed with light weight body that was printed using a 3d printer. Its design is in such a way that can hold the water tank with pump as in figure 3.



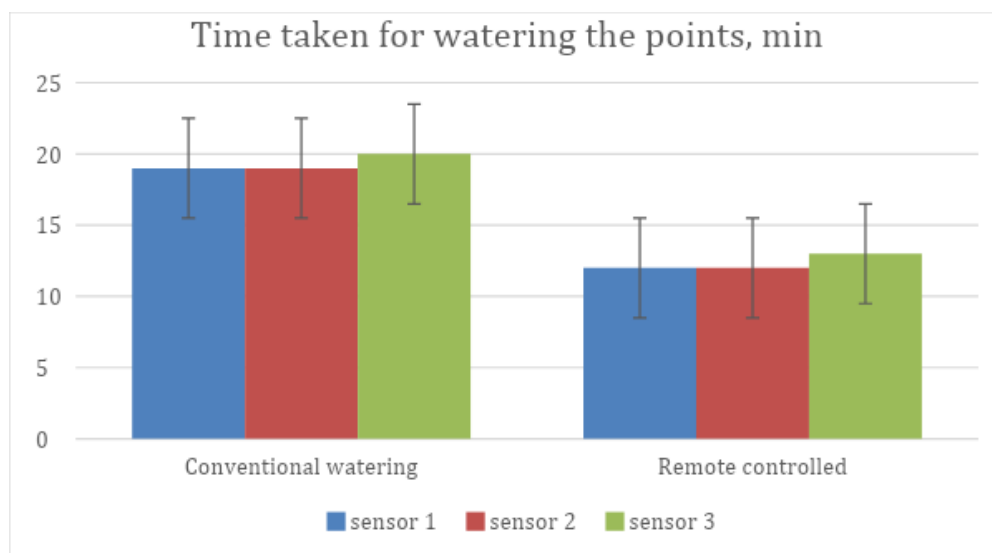
Figure 3: Prototype of remote control mobile solar watering

The process of choosing and arranging sensors to keep an eye on important environmental factors including soil moisture. Sensor placement is essential to guarantee accurate data gathering that is representative of the whole field area. The 3v soil moisture sensors are connected to microcontroller that connected to modem with all data monitoring are done using cloud system called 'Thingspeak'.

Water pump Mechanisms: 12v aquarium pumps with usb were used to set up the system and 4mm polypipes are connected to replicate water sprinklers. The parameter taken for this study is the labor required, water usage, and time taken for setup and watering. All data with 3 replicates and under controlled environment were analyzed using average comparison using Microsoft excel.

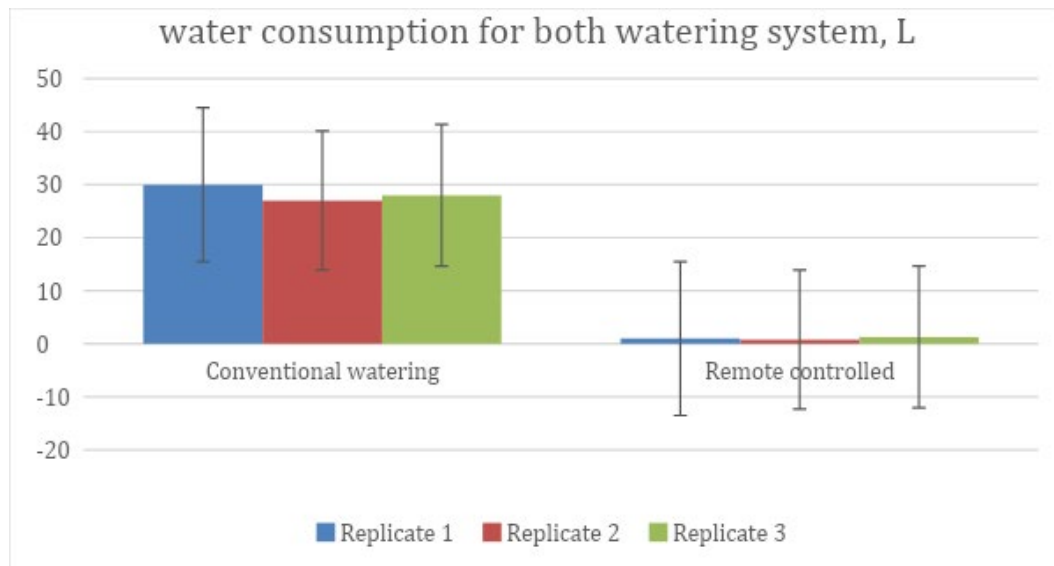
Results

The raw data shows remote-controlled system is way better than conventional method with remote-controlled system takes average 12 minutes to complete the watering process while manual host pipe system takes 19 minutes (graph 1). The watering process counted from collecting the water in tank to the vehicle return to home (starting point). While the conventional method timing counts from the workers fix the pipe until they finish rolling the pipes. These findings are supported by previous studies where the IoT enables portable irrigation system to have lesser watering time compared with regular watering methods especially when coving huge areas (Ramli & Jabbar, 2022).



Graph 1: Time taken to water the points

The second parameter studied was the amount of water used for watering the plants with our innovative solar portable or mobile system compared with conventional piping/water hose method. The amount of water released from the pipe was measured using a digital water flow meter. The water usage comparison study was done at Politeknik Nilai with 3 replicates for each watering method but using the same worker to minimize the external factors from human capability.



Graph 2: Water consumption

The data shows that the average water consumption for conventional method is 28.33 L while the average water consumption using our system is 0.6 L for each point (graph 2). The data collected from the moment the workers start opening the pipe. There is a huge difference in water consumption because of water wastage in conventional method. The workers will open the water hose when they are pulling the pipes to the watering point, and a lot of water is wasted in the process. While using our system the worker just on the pump when reach the watering point. This finding also supported by other studies done in coconut planting in India where the water usage become lesser by 42% via IoT automated watering method (Kumaran, 2023).

Table 1: Two-way Anova analysis with replicates between conventional watering method and remote controlled system

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Columns	2.56333	2	1.28166	0.00343	0.99657	9.55209
Within	1120.16	3	373.388			
Total	1122.72	5				

*There are significant differences between conventional method and remote-controlled watering at $\alpha = 0.05$

The statistical analysis using excel with Two-way Anova analysis shows that there is a significant difference between the treatments at $\alpha = 0.05$ because F crit value is bigger than F value (Table 1).

Conclusion

The innovation of remote-control monitoring and mobile watering system have significant impact on the study plot with manage to achieve the objective of the study in positive way. This remote-control watering system reduce the amount of water waste during watering compared with conventional watering as well as reduce the time taken for the workers to water the study

plot. Hence, we can conclude that this product will overcome the worker shortage and utilize water sustainably in the agriculture industry.

Implications and Direction for Future Research

This project has been selected the best project and was propose to durian plantation at Raub Pahang for trials at big scale because of drought issues at ‘Pantai-Timur Malaysia’ that cost nearly 30000 durian trees died. The impact of this project is very significant and contributing to UNICEF The Global Goals for Sustainable Development under Key 2 Zero hunger, key 7 affordable and clean energy, key 8 decent work and economy growth, key 9 industry, innovation and infrastructure, and key 15 life on land (UNICEF, 2023). Further studies need to be done on regular and big scale data collection to make the project a successful one and contributing to sustainable agriculture.

References

- Bhavsar, D., Limbasia, B., Mori, Y., Aglodiya, M., & Shah, M. (2023). A comprehensive and systematic study in smart drip and sprinkler irrigation systems. *Smart Agricultural Technology*, 1-12. Retrieved from Smart Agricultural Technology.
- Chauhdary, J., Li, H., Jiang, Y., Pan, X., Hussain, Z., Javaid, M., & Rizwan, M. (2024). Advances in Sprinkler Irrigation: A Review in the Context of Precision Irrigation for Crop Production. *Agronomy*, 1-24.
- Ferguson, J. (2024). *Labor Shortages in Agriculture: The Trends and Solutions*. Retrieved from Croptracker: <https://www.croptacker.com/blog/labor-shortages-in-agriculture-the-trends-and-solutions>
- Kumaran, B. (2023). IoT Based Automated Irrigation System for Optimal Water Use in Agriculture. *International Journal of Novel Research and Development*, b286-b288.
- Ramli, R., & Jabbar, A. W. (2022). Design and implementation of solar-powered with IoT-Enabled portable irrigation system. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems* 2, 212-225.
- Open Access Government. (2023, March 15). *The importance of water in agriculture*. Retrieved from Open Access Government Web site: <https://www.openaccessgovernment.org/importance-of-water-in-agriculture-world-farming/154938/>
- Raihan, A., Nizam, M., Said, M., Begum, R., & Pereira, J. (2022). Dynamic impacts of energy use, agricultural land expansion, and deforestation on CO₂ emissions in Malaysia. *Environmental and Ecological Statistics*, 477-507.
- Sergieieva, K. (2023, 3 16). *Agricultural Technologies & Advanced Ways of Farming*. Retrieved from EOS Data Analytics: <https://eos.com/blog/agricultural-technology/>
- Singh, P., Pandey, P., Petropoulos, G., Pavlides, A., Srivastava, P., Koutsias, N., Deng, K. A. K., & Bao, Y. (2020). Hyperspectral remote sensing in precision agriculture: present status, challenges, and future trends. In Pandey, P., Srivastava, P., Balzter, H., Petropoulos, G., & Bhattacharya, B. *Hyperspectral Remote Sensing Theory and Applications Earth Observation* (pp. 121-146). Elsevier.
- UNICEF. (2023, September 17). *UNICEF*. Retrieved from UNICEF and the Sustainable Development Goals: https://data.unicef.org/resources/sdg-report-2023/?_gl=1*6eqmvc*_ga*MTQ2MTc50TAzNC4xNzIxMDk2NTc3*_ga_ZEPV2PX419*MTcyMTA5NjU3Ny4xLjEuMTcyMTA5NjYyNC4xMy4wLjA
- United States Environmental Protection Agency. (2024, 5 6). *Sources and Solutions: Agriculture*. Retrieved from United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/nutrientpollution/sources-and-solutions-agriculture>

PENERIMAAN PENGGUNA TERHADAP SUSHI KERABU

Noor Izzati Umor¹, Suriati Ali¹

¹Kolej Komuniti Sabak Bernam, Selangor

¹izzati@staf.kksbs.edu.my, ²suriati.ali@kksbs.edu.my

Abstrak

Sushi adalah makanan berasal dari Jepun dimana makanan ini semakin mendapat sambutan di Malaysia. Sushi kerabu merupakan produk inovasi makanan yang telah dihasilkan memenuhi citarasa rakyat Malaysia. Penilaian sensori telah dilakukan terhadap sampel sushi melibatkan pelajar dan staf Kolej Komuniti Sabak Bernam. Empat formulasi sampel sushi kerabu (S1, S2, S3 dan S4) dan satu formulasi sampel (S0) sushi kerabu yang menggunakan beras sushi dipilih sebagai sampel kawalan telah dibuat penilaian sensori. Terdapat 6 atribut sushi kerabu yang telah dinilai iaitu bau, rasa, warna, rupabentuk, tekstur serta penerimaan keseluruhan. Sampel S1 menggunakan beras sekinchan manakala S2 menggunakan beras basmathi. Formulasi S3 menggunakan beras jasmine dan formulasi S4 menggunakan beras perang. Berdasarkan penilaian sensori yang telah dijalankan didapati sampel sushi kerabu S3 mempunyai min skor darjah kesukaan tertinggi dari segi rupa bentuk, warna, bau, rasa dan penerimaan keseluruhan. Manakala sampel sushi kerabu S0 iaitu beras sushi juga disukai oleh panel diikuti sushi kerabu S1, sampel sushi kerabu S2 dan akhirnya sampel sushi kerabu S4. Analisis yang telah menunjukkan atribut rupa bentuk, warna, bau, rasa dan penerimaan keseluruhan masing-masing menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$). Berdasarkan analisis ini didapati pengguna lebih menggemari sushi kerabu yang menggunakan beras jasmine berbanding beras-beras lain.

Kata kunci: Sushi Kerabu, Beras, Penilaian Sensori

Pengenalan

Susui atau sushi ialah makanan tradisional yang paling popular di Jepun, dan kini turut digemari di seluruh dunia. Ia diperbuat daripada nasi cuka dan dibubuh inti campuran ikan, makanan laut, sayuran atau telur. Inti-inti tersebut boleh dimakan mentah, dimasak atau diperam (Kamus Dewan, 2017). Nama sushi berasal daripada perkataan sushi "berasa masam" konjugasi shi kata sifat bahasa bererti "memasamkan". (Itou et al., 2006). Nasi Kerabu merupakan salah satu hidangan klasik Kelantan. Kerabu ialah salad Melayu dengan campuran herba, sayur-sayuran dan buah-buahan. Sama seperti resipi Nasi Ulam utara, Nasi Kerabu Kelantan juga merupakan hidangan yang sangat sihat, yang memerlukan banyak tindakan menghiris herba dan sayur-sayuran (Shannon, Lim de Rooy, 2005). Bunga telang digunakan secara meluas sebagai pewarna semula jadi daripada minuman (Duhard et al., 1997) kepada makanan (Patras et al., 2010) yang juga digunakan di dalam produk makanan ini. Selain itu, penilaian sensori merupakan kaedah yang digunakan untuk menganalisis ciri produk makanan yang diterima oleh deria penglihatan, bau, sentuhan, rasa dan pendengaran (Stone & Sidel, 1992). Gengler (2009), penilaian sensori bagi aspek rasa dan tekstur untuk produk makanan tidak dapat diukur menggunakan sebarang instrumen. Moskowitz (1983) mengatakan, tiada jumlah yang tertentu ditentukan untuk penggunaan panel di dalam penilaian sensori. Namun begitu, jenis ujian yang dijalankan dan jumlah sampel yang diuji akan menentukan saiz atau bilangan panel.

Pernyataan Masalah

Masyarakat kurang menikmati sushi kerana citarasa yang berbeza dengan masyarakat Jepun. Penggunaan beras sushi mungkin kurang sesuai dalam penghasilan sushi kerabu kerana rasa dan tekstur yang berlainan dengan beras biasa yang digunakan di dalam masakan nasi kerabu. Selain

itu, keraguan tentang kehalalan makanan tersebut kerana stigma bahawa beras sushi tidak halal sedangkan bahan kritikal yang boleh meragukan kehalalannya adalah penggunaan mirin atau cuka sushi yang dicampurkan ke dalam nasi tersebut. Oleh itu kajian dibuat dengan menggunakan pelbagai jenis beras yang sesuai dengan citarasa masyarakat Malaysia bagi mengetahui jenis beras yang paling disukai di dalam inovasi makanan sushi kerabu.

Objektif Kajian

- i. membangunkan produk dan mendapatkan formulasi terbaik untuk menghasilkan sushi kerabu.
- ii. menentukan penerimaan pengguna terhadap sushi kerabu.

Kajian Literatur/Sorotan Kajian

Sushi ialah makanan Jepun yang diperbuat daripada nasi gulung bersalut dengan nori (daripada rumpai laut) yang biasanya diisi. Isi sushi berbeza-beza iaitu telur hancur, ikan mentah atau timun. Sushi dimakan bersama kicap Jepun dan wasabi merupakan sejenis lobak pedas hijau yang mempunyai rasa sangat pedas. Gulung sushi dibuat dengan menggulung nasi berisi hirisan timun, tamagoyaki (telur dadar) atau lauk lain yang dibungkus helaian nori (rumpai laut kering) (Omae, 1988). Bahan utama dalam sushi ialah beras yang berasal dari beras Jepun. Nasi di Jepun agak kenyal seperti nasi melekit. Nasi *Japanica* yang khusus untuk membuat Sushi mengandungi paras amilosa antara 12-15%. Tahap amilosa yang rendah ini menyebabkan nasi ini menghasilkan tekstur nasi yang lebih melekit berbanding jenis beras lain berbanding jenis beras lain (Narayu, 2018). Beras yang biasa dimakan oleh Malaysia adalah beras putih. Ciri-ciri beras adalah seperti sifat kanji, ciri fizikokimia, ciri berfungsi, ciri fizikal dan komposisi kimia. Sifat kanji antara varieti beras berbeza dengan saiz dan struktur granul, nisbah amilosa dengan amilopektin dan struktur molekul bagi amilosa dan amilopektin. Ciri-ciri ini akan memberi kesan terhadap prestasi kanji seperti kecekapan kanji melalui proses penggelatinan, kekuatan gel serta kepekatan kanji dan proses retrogradasi atau perubahan struktur fizikal kanji. (Rosniyana, 2013). Beras melekit putih (*Oryza sativa glutinosa*) merupakan salah satu jenis padi yang tergolong dalam keluarga *Graminae*. Pulut juga mengandungi vitamin (terutama di bahagian aleuron), mineral dan air. Dari komposisi kimianya diketahui bahawa karbohidrat adalah juzuk utama dalam beras melekit adalah kanji. Dalam berat kering, pulut putih mengandungi 90% sebatian kanji, terdiri daripada 1-2% amilosa dan 88-89% amilopektin. Oleh itu, juzuk terbesar beras melekit ialah amilopektin (Suriani, 2015). Menurut Narayu (2018), perkara penting untuk nasi sushi ialah apabila dimasak butiran beras menjadi lembap dan mengekalkan bentuknya, dan memastikan nasi melekat bersama. Selain itu, nasi juga kekal lembut apabila sudah sejuk. Beras putih sentiasa menjadi pilihan masyarakat di Malaysia. Ini kerana harga yang murah beras putih dan mudah diperolehi di pasaran. Antara jenama beras putih adalah seperti Jasmine, Rambutan, Faizah, Sekinchan dan lain-lain lagi. Beras putih mempunyai nutrien seperti karbohidrat, kalsium, folat, protein, dan serat. Manakala beras perang, adalah beras yang tidak dikisar atau separuh dikisar seta mempunyai rasa sedikit berkacang. Beras perang lebih kenyal dan lebih berkhasiat daripada beras putih. Selain itu, beras basmati mempunyai indeks glisemiknya (43-60) kategori rendah hingga sederhana sesuai untuk pesakit diabetes. Inovasi Sushi Kerabu pula adalah gabungan antara makanan jepun iaitu sushi gulung dan makanan Malaysia iaitu nasi kerabu dengan mengolah bahan dan bentuk makanan tersebut menjadi suatu produk makanan yang baru. Kajian diwujudkan untuk mengetahui penerimaan masyarakat terhadap inovasi makanan ini. Produk makanan dan minuman boleh dinilai menggunakan skala hedonik (Lawless & Heymann, 1999). Menurut Resurreccion (1998) dan Aminah (2004), skala hedonik digunakan untuk mengenalpasti penerimaan pengguna terhadap produk berkaitan industri makanan. Namun, berdasarkan kajian yang lepas masih belum ada kajian yang menggunakan beras berbeza utk menghasilkan Sushi Kerabu ini.

Metodologi Kajian

Beberapa variasi nasi kerabu telah dinaikkan dan dipamerkan di restoran moden yang mewah. Daripada menjadi stereotaip sebagai hidangan tipikal dan tradisional di kalangan rakyat Malaysia, chef Malaysia moden berusaha untuk menggunakan kreativiti mereka untuk mengeluarkan potensi nasi kerabu yang 'diremehkan' untuk dimodenkan (Abbate et al., 2019). Olahan gabungan makanan jepun iaitu sushi dan makanan Malaysia iaitu nasi kerabu menjadikan produk baru iaitu sushi kerabu.

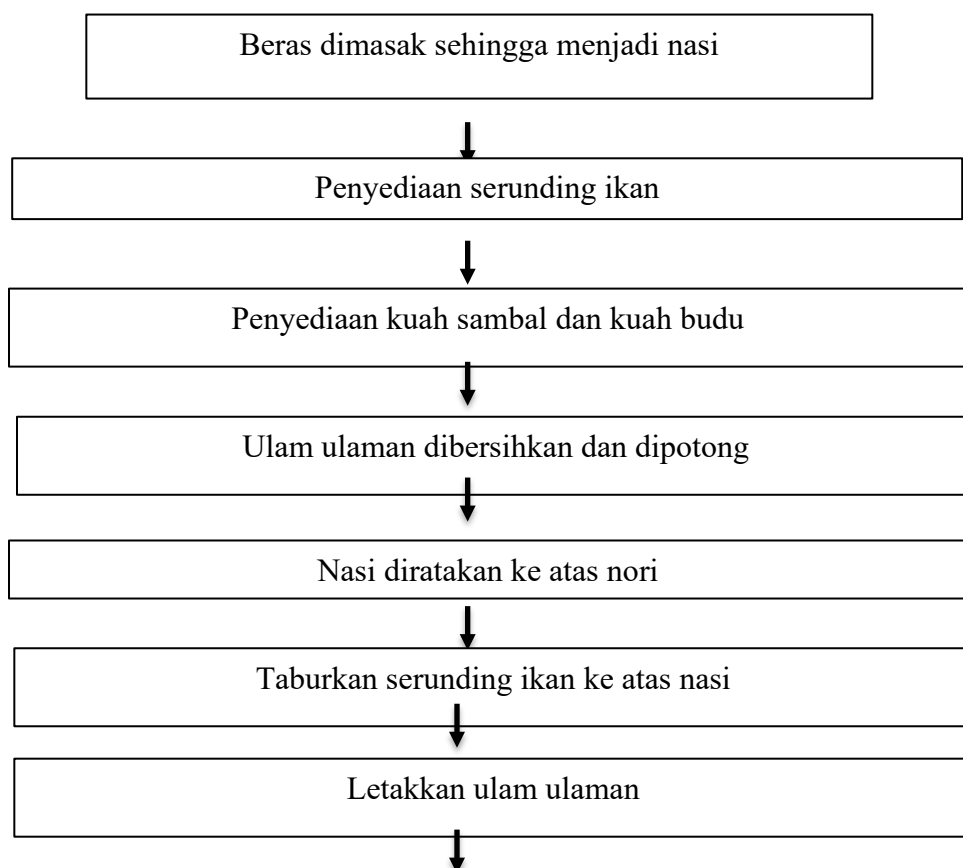
Bahan

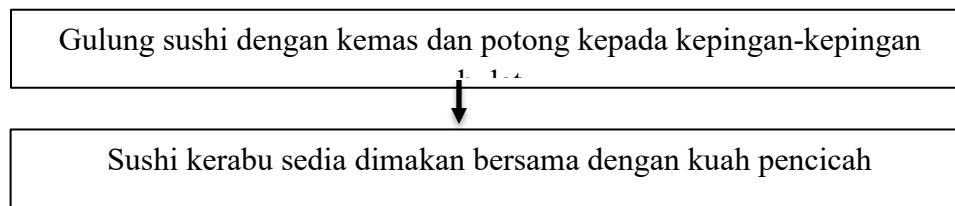
Bahan yang digunakan dalam pemprosesan sushi kerabu adalah seperti rumpai laut kering, beras sushi, bunga telang, serunding ikan, sambal kelapa dan ulam-ulaman. Semua bahan diperoleh di sekitar Sabak Bernam.

Penyediaan Sushi Kerabu

Kaedah pemprosesan sushi kerabu adalah sama dengan kaedah penghasilan sushi gulung. Pengubahsuaian yang dilakukan adalah menggunakan nasi berwarna biru bunga telang dibalut dengan serunding ikan, sambal kelapa serta ulam-ulaman. Sushi kerabu ini dicicah bersama kuah budu dan kuah sambal. Kaedah pemprosesan sushi kerabu dilakukan secara manual dengan meletakkan lapisan nasi dan inti serunding kelapa yang dimasak terlebih dahulu.

Sebanyak 5 formulasi sushi kerabu telah dihasilkan di mana terdapat perbezaan jenis beras yang digunakan. Formulasi 1 (S1) menggunakan beras sekinchan manakala S2 menggunakan beras basmati. Formulasi S3 menggunakan beras jasmin dan formulasi S4 menggunakan beras perang. Sampel kawalan yang digunakan adalah sushi kerabu yang menggunakan beras sushi. Kesemua sampel termasuk sampel kawalan akan menjalani ujian sensori.





Rajah 1: Carta Alir Pemprosesan Sushi Kerabu

Kaedah Kajian

Kaedah kajian yang digunakan adalah reka bentuk rawak lengkap dengan blok dan dilakukan replikasi sebanyak 3 kali. Empat sampel sushi kerabu dihasilkan dengan menggunakan beras yang berbeza. Beras yang digunakan merupakan beras yang diperolehi di sekitar pasaraya setempat dan lazim digunakan oleh pengguna. Sampel kawalan merupakan beras yang sering digunakan untuk membuat sushi iaitu beras sushi. Formulasi sushi kerabu bersama hidangan sampingannya ditunjukkan di dalam Jadual 1 di bawah.

Jadual 1: Formulasi sushi kerabu

Formulasi	Beras	Nori	Serunding Ikan	Kuah Sambal	Kuah Budu	Ulam Ulaman
S0	Sushi	1 keping	50.0g	30.0ml	30.0ml	80.0g
S1	Sekinchin	1 keping	50.0g	30.0ml	30.0ml	80.0g
S2	Basmati	1 keping	50.0g	30.0ml	30.0ml	80.0g
S3	Jasmin	1 keping	50.0g	30.0ml	30.0ml	80.0g
S4	Perang	1 keping	50.0g	30.0ml	30.0ml	80.0g

Penilaian Sensori Makanan

Ujian hedonic daripada penentuan sensori sampel sushi kerabu digunakan untuk mengenalpasti sampel yang lebih digemari oleh panel penilai sebagai pengguna. Seramai 50 orang telah panel penilai yang terdiri daripada kalangan pelajar dan staf Kolej Komuniti Sabak Bernam (lelaki dan perempuan dalam lingkungan umur 18 hingga 45 tahun yang tidak mempunyai pengetahuan khusus tentang sushi telah diambil. Panel penilai tidak perlu mempunyai apa-apa kriteria tertentu sebagai penilai dan mereka bersedia untuk menilai sampel yang diberikan. Sushi kerabu tersebut telah disediakan di dalam suhu bilik sejam sebelum penilaian dibuat.

Lima sampel sushi kerabu yang terdiri daripada nasi daripada beras sushi S0 (kawalan) dan (S1,S2,S3 dan S4) iaitu sushi kerabu yang menggunakan nasi dari beras yang berbeza diberikan kepada panel penilai beserta borang penilaian. Sampel dilabelkan dengan kod rawak iaitu sushi kerabu yang terdiri daripada nasi daripada beras sushi S0 (kawalan) 615, beras sekinchin (S1) 229, beras basmati (S2) 367, beras jasmin (S3) 436 dan beras perang (S4) 571 bagi mengelakkan bias daripada responden. Panel penilai perlu menilai perbandingan antara lima jenis sushi kerabu tersebut.

Penilaian sensori dengan menilai 6 ciri atribut perlu diberikan mengikut turutan berikut - bau, rasa, warna, rupa bentuk, tekstur serta penerimaan keseluruhan. 7 unit skor dari nilai 1 (paling tidak suka) hingga 7 (paling suka) (Shin et al., 2013) perlu diberikan. Skor yang tinggi menunjukkan sampel yang dinilai mempunyai nilai atribut yang positif dan begitu juga sebaliknya.

Penilai sensori sushi kerabu dibuat di Makmal Sensori Kolej Komuniti Sabak Bernam, Selangor dengan memuatkan 3 hingga 5 panel serentak. Setiap panel penilai dipisahkan di dalam pengasingan masing-masing. Air suam diberikan bagi mengkumur mulut di antara setiap sampel yang dirasa (Aminah, 2000). Suhu bilik sensori sekitar 27-30°C, keadaan persekitaran bilik sensori adalah dikawal pencahayaannya serta dan bebas daripada sebarang pencemaran bau.

Sedikit penerangan awal diberikan kepada panel penilai tentang cara menilai sampel mengikut setiap atribut secara satu persatu dan cara mengisi borang penilaian dengan tepat. Tiada masa ditetapkan dan panel penilai perlu menilai 6 atribut iaitu bau, rasa, warna, rupabentuk, tekstur serta penerimaan keseluruhan bagi lima sampel sushi kerabu yang telah disediakan.

Analisis Statistik

Perisian *Statistical Packages for Social Science* (SPSS) versi 23.0 digunakan untuk menganalisa data yang diperolehi dari penilaian sensori makanan dan Duncan Multiple Range digunakan bagi menentukan terdapat perbezaan yang bererti atau tidak dalam sampel sushi kerabu bagi atribut-atribut yang dikaji.

Dapatan Kajian

Ujian hedonik dijalankan kerana hanya ingin mengkaji penerimaan pengguna terhadap lima sampel sushi kerabu yang telah dihasilkan. 50 orang panel penilai adalah dianggap bersesuaian dengan ujian hedonic menurut Aminah (2004). Panel penilai yang telah diambil terdiri daripada kalangan pelajar dan staf Kolej Komuniti Sabak Bernam jantina lelaki dan perempuan dalam lingkungan umur 18 hingga 45 tahun. Kesemua panel penilai tidak mempunyai pengetahuan khusus tentang sushi. Data penilaian diperolehi daripada borang penilaian yang diberikan kepada panel penilai yang merupakan penilaian terhadap enam atribut iaitu rupa bentuk, bau, warna, tekstur, rasa serta penerimaan keseluruhan. Penerimaan keseluruhan panel penilai terhadap sushi kerabu diperolehi dan data dapat dibincangkan.

Jadual 2: Min skor atribut (n = 50) bagi sushi kerabu

Sampel	Rupabentuk	Bau	Warna	Tekstur	Rasa	Penerimaan Keseluruhan
S0 (Kawalan)	6.32±0.87 ^a	6.08±0.85 ^a	6.3±0.86 ^a	6.3±1.06 ^{ab}	6.08±0.85 ^a	6.34±0.77 ^a
S1	5.82±1.19 ^b	5.82±1.10 ^a	6.14±0.95 ^a	5.92±0.67 ^{bc}	5.9±0.81 ^a	6.2±0.73 ^b
S2	5.7±0.99 ^b	6.02±0.84 ^a	5.48±1.31 ^a	5.7±0.76 ^{bc}	5.74±0.96 ^a	5.74±0.96 ^b
S3	6.06±1.00 ^a	6.1±0.81 ^a	6.02±0.96 ^a	6.12±0.75 ^a	6.06±0.96 ^a	6.22±0.65 ^a
S4	5.74±1.24 ^b	5.78±1.31 ^a	5.02±1.65 ^b	5.56±1.20 ^c	5.24±1.44 ^b	5.34±1.41 ^b

Data dinyatakan sebagai min ± sisihan piawai, simbol ^{a-c} yang berbeza dalam lajur yang sama menunjukkan terdapat perbezaan bererti ($p < 0.005$).

Nota:

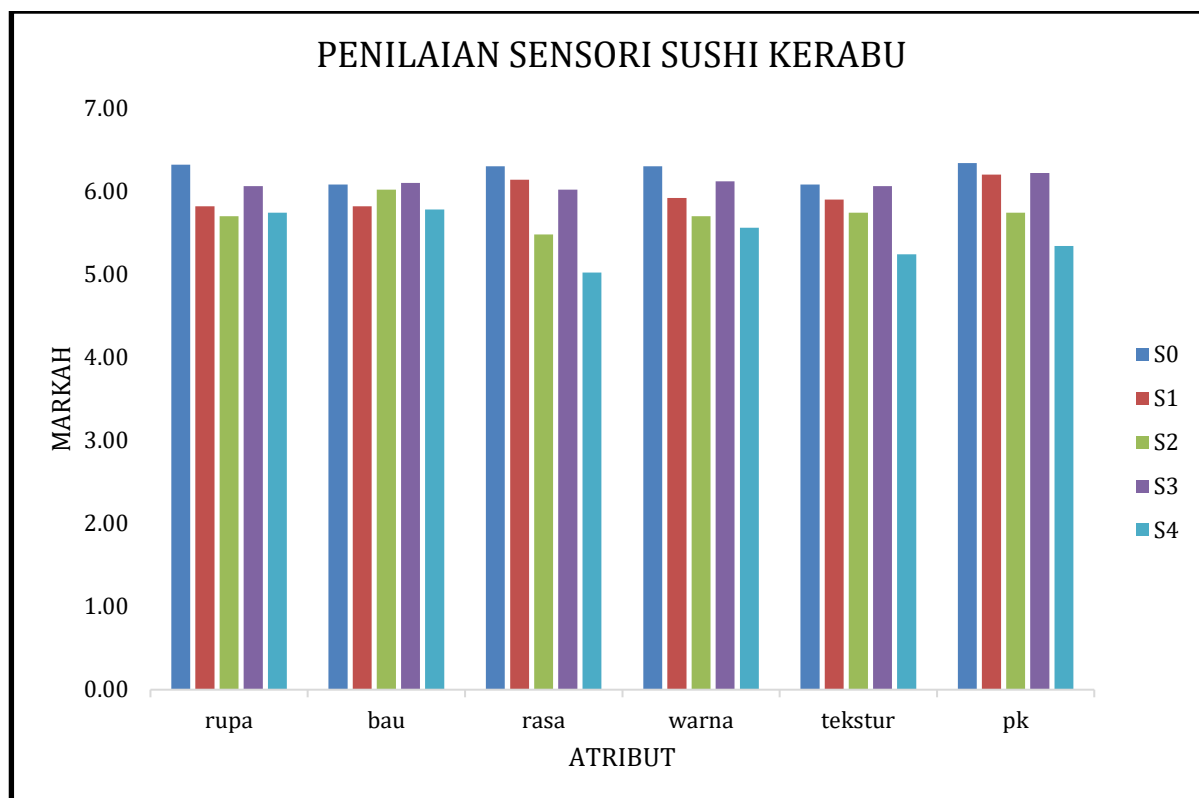
- S0 (Kawalan) beras sushi
- S1 beras sekinchan
- S2 beras basmati
- S3 beras jasmin
- S4 beras perang

Jadual 2 menunjukkan sampel S3 dan S0 iaitu sampel kawalan telah terpilih sebagai sampel sushi kerabu yang terbaik berbanding dengan sampel-sampel yang lain. Sampel-sampel sushi kerabu ini terpilih kerana mendapat nilai $\min \pm$ sisihan piawai yang tertinggi dalam kalangan ahli panel yang menjalankan penilaian sensori ini. Daripada analisis ini menunjukkan bahawa kesemua atribut rupa bentuk, bau, warna, tekstur, rasa serta penerimaan keseluruhan masing-masing menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$).

Perbincangan

Berdasarkan Rajah 2, terdapat perbezaan yang signifikan bagi kesemua atribut ($p > 0.05$) yang ditunjukkan oleh sampel sushi kerabu S0, S1, S2, S3 dan S4. Data atribut rupabentuk menunjukkan sampel S0 (kawalan) beras sushi paling disukai (6.32) diikuti S3 beras jasmin (6.06), S1 beras sekincan (5.82), S4 beras jasmin (5.74) dan S2 beras basmati (5.70). Dari segi bau pula, S3 beras jasmin paling disukai (6.10) diikuti S0 beras sushi (6.08), S2 beras basmati (6.02), S1 beras sekincan (5.82) dan S4 beras perang (5.78). Hasil dapatan dari segi warna, S0 beras sushi paling disukai (6.30) diikuti S1 beras sekincan (6.14), S3 beras jasmin (6.02), S2 beras basmati (5.48) dan S4 beras perang (5.02). Data dari segi tekstur yang diterima pula menunjukkan, S0 beras sushi paling disukai (6.30) diikuti S3 beras jasmin (6.12), S1 beras sekincan (5.92), S2 beras basmati (5.70) dan S4 beras perang (5.56). Dari segi rasa, S0 beras sushi paling disukai (6.08) diikuti S3 beras jasmin (6.06), S1 beras sekincan (5.90), S2 beras basmati (5.74) dan S4 beras perang (5.24).

Mengikut data penilaian keseluruhan, purata skor bagi sampel S0 beras sushi (kawalan) (6.34) paling disukai, diikuti sampel S3 beras jasmin (6.22), sampel S1 beras sekincan (6.20), S2 beras basmati (5.74) dan S4 beras perang (5.34). Ini mungkin disebabkan setiap sampel beras menghasilkan atribut yang berbeza mengikut penerimaan panel-panel yang mengujinya. Sampel S3 iaitu sushi kerabu yang menggunakan beras jasmin paling disukai selepas sampel kawalan S0 iaitu sushi kerabu yang menggunakan beras sushi. Ini jelas menunjukkan sampel kawalan merupakan citarasa yang paling biasa diterima oleh panel. Sampel S3 pula merupakan citarasa kedua yang paling disukai oleh panel mungkin kerana bau dan tekstur paling hampir dengan sampel kawalan. Sampel lain iaitu S2, S4 dan S5 menunjukkan perbezaan penerimaan lebih rendah mungkin kerana mempunyai tekstur, bau, warna dan rasa yang kurang diterima oleh panel. Daripada analisis ini menunjukkan bahawa kesemua atribut rupa bentuk, bau, warna, tekstur, rasa dan penerimaan keseluruhan masing-masing menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$).



Rajah 2: Nilai Atribut Bagi Sampel Sushi Kerabu

Kesimpulan

Berdasarkan formulasi sushi kerabu dengan penggunaan beras yang berbeza di dalam kajian ini, lima produk telah dibangunkan untuk mengetahui formulasi yang terbaik yang paling diterima oleh pengguna. Formulasi tersebut adalah sushi kerabu yang dihasilkan dengan menggunakan beras sushi sebagai sampel kawalan, beras sekincan, beras basmati, beras jasmin dan beras perang. Kajian ini mendapati formulasi terbaik bagi sushi kerabu adalah formulasi yang menggunakan beras jasmin (S3) kerana mempunyai nilai min $\pm$ sisihan piawai yang tertinggi dalam kalangan ahli panel dengan atribut dari segi rupa, bau, rasa, warna, tekstur dan penerimaan keseluruhan. Ini menunjukkan beras jasmin paling diterima oleh pengguna di dalam penghasilan sushi kerabu.

Rujukan

- Abbate, T., Presenza, A., Meleddu, M. C. F., & Sheehan, L. (2019). Creativity and innovation in haute cuisine restaurants: factors affecting the creative process of Michelin-rated chefs. *Sinergie Italian Journal of Management*.
- Aminah, A. (2004). *Prinsip penilaian sensori*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Anna, V. A. Resurreccion. (1998). Consumer sensory testing for product development. *Springer* New York, NY.
- Duhard, V., Garnier, J. C., and Megard, D. (1997). *Comparison of the stability of selected anthocyanin colorants in drink model system*. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 8(1), 28-34.
- Gengler, I. 2009. When people are the instrument: Sensory evaluation methods. *ASQ Statistics Division Newsletter* 27(4): 8-12
- Itou, K., Kobayashi, S., and Ooizumi, T. (2006) Changes of proximate composition and extractive components in narezushi, a fermented mackerel product, during processing. *Fish Sci* 72, 1269–1276.

- Kamus Dewan (ed. ke-4). Dewan Bahasa dan Pustaka Malaysia. 2017.
- Lawless, H. T., Heymann, H., Lawless, H. T., & Heymann, H. (1999). Acceptance and preference testing. Sensory evaluation of food: *Principles and Practices*, 430-479.
- Narayu, P. (2018) *Pengaruh Penambahan Beras Ketan Putih Pada Pembuatan Sushi Roll Beras Hitam Terhadap Daya Terima Konsumen*. Program Studi Pendidikan Tata Boga Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta
- Rosniyana, A. (2013) *Ciri-ciri beras dalam pembangunan produk*. Buletin Teknologi MARDI, Bil. 4(2013): 9 – 16
- Patras, A., Brunton, N. P., O'Donnell, C., and Tiwari, B. K. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods, mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology*, 21(1), 3-11.
- Shannon, L. (2005) *Nasi Kerabu Kelantan*.
- Suriani (2015). Analisis proksimat pada beras ketan varietas putih (*Oryza sativa glutinosa*). Al KIMIA. Vol 3:1
- Stone, H., & Sidel, J. L. (1992) *Sensory Evaluation Practices*. San Diego: Elsevier Academic Press.
- Omae, K. (1998). *The book of sushi*, Tokyo: Kondansha International Ltd. Hlm 98.

THE COMPARISON OF PROTEASE CONTENT IN SELECTED PLANT EXTRACTS

Mohamad Afifi Ismail¹, Ismail-Fitry Mohammad Rashedi²

¹Politeknik Tun Syed Nasir Syed, Johor

²Universiti Putra Malaysia, Selangor

^{1*}afifi@ptsn.edu.my, ²ismailfitry@upm.edu.my

Abstract

Proteases are the group of enzymes that catalyze the cleavage of peptide bonds in the protein and peptides molecules with the participation of water as co-reactant. Plant protease can be obtained by using direct extraction method. The plant protease can be found in variety of fruits and plant when the cell membranes of the plant was disrupted to release the protease. However, lack of reports can be found on the protease content from plants such as ambarella, candlenut, carambola and jujube. Therefore, the present study aimed to determine the protease content in selected plant extract (ambarella, candlenut, carambola and jujube). The present study found significantly higher ($p < 0.05$) protease content in candlenut extract followed by jujube and lemon. Meanwhile, lower ($p < 0.05$) protease content was recorded for ambarella and carambola. Kiwifruit and ginger exhibited similar ($p > 0.05$) protease content. Besides that, candlenut showed significantly higher ($p < 0.05$) protein content followed by ginger and kiwifruit. The present study also found that jujube had higher ($p < 0.05$) specific activity followed by lemon and candlenut. Lemon, ambarella and kiwifruit showed significantly ($p < 0.05$) lower pH value compared to others. In conclusion, the present study found notable amount of protease in selected plant extract such as candlenut and jujube. Thus, it showed great potential to be used as alternative plant protease.

Keywords; plant extract, protein, and protease

Introduction

Nowadays, proteases execute large contributions to the industry which covers approximately 60% of the total worldwide market for the enzyme. There are many types of proteases which are derived from plant sources and commercialized as they are widely available and easy to be extracted. Typical examples are papain from papaya (Barekat & Soltanizadeh, 2017), bromelain from pineapple (Amid et al., 2011), actinidin from kiwifruit (Chalabi et al., 2014) and zingibain from ginger (Cruz et al., 2020). The used of plant protease did not cause any safety issues as compared to protease derived from microbial sources.

Therefore, extensive studies had been done on plant protease due to the high demand for the proteolytic enzyme in the global market. Protease has been reported to be found in a variety of fruits and plants. A comparative study was carried out by Sun et al., (2016) to investigate the protease activity among various fruits such as fig, kiwifruit, pineapple, papaya, pomelo, jujube, orange, lemon and apricot. The study also observed a significant amount of protease activity in vegetables such as broccoli, ginger, leek and red pepper at different pH values. A similar study by Koak et al., (2011) had reported the presence of protease in grape, apple and pear fruit.

Besides that, protease also can be found in different parts of the plant. Thomás et al., (2009)

had detected the protease in different papaya (*Carica papaya* L.) parts include fruit, stems, petioles and leaves. The study found higher proteolytic activity and specific activity in the fruit extract compared to other parts. A similar study by Nor et al., (2015) reported that the proteolytic activity was varied among different pineapple (*Ananas comosus* L.) parts include flesh, crown, peel, and core. The study found the highest specific activity was in the flesh and crown parts.

Overall, there are a variety of plant species that have shown prominent protease activity in which the flesh or fruits portion contributes largely to the sources of protease. Therefore, it is economically and practically effective to extract protease from fruits. Other than that, most of the plant proteases used to come from the tropical and subtropical region plants thus making them easily available for most parts of the world.

Even though many research had been done on plant protease from variety of plant species, there are lack of studies which reported on plants such as ambarella, candlenut, carambola and jujube. Therefore, the present study aimed to determine the protease content in selected plant extract (ambarella, candlenut, carambola and jujube).

Materials and methods

Materials

Bovine serum albumin (BSA), casein, Coomassie Brilliant Blue G-250, chloramine-T, 4-dimethylamino-benzaldehyde (DMAB), *L*-hydroxyproline, *L*-tyrosine, hydrochloric acid (HCl), trichloroacetic acid (TCA), phosphoric acid and ethanol were purchased from Sigma-Aldrich (St Louis, USA). All chemicals used in the experiment were analytical grade.

Plant materials

Ambarella (*Spondias cytherea*), candlenut (*Aleurites moluccana*), carambola (*Averrhoa carambola*), ginger (*Zingiber officinale*), jujube (*Ziziphus jujuba*) kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) and lemon (*Citrus limon*), were bought from Giant Hypermarket, Sri Kembangan, Selangor, Malaysia. The fresh fruits were selected for uniformity and were free from defects. The fruits were stored in a cold room at 4°C until used for the extraction procedure.

Plant protease extraction

Each plant (kiwifruit, lemon, ambarella, carambola, ginger) sample was homogenized in a ratio of 1:2 (w/v) with 20 mM phosphate buffer pH 7.0 by using a blender (Panasonic MX-GM1011, Japan). The homogenate was filtered through four layers of muslin cloth and centrifuged (Kubota S700TR, Japan) at 3500 rpm for 10 min. The supernatant was collected and stored at 4°C for further use. The supernatant was used and refer as crude extracts. For candlenut, the extraction of protease was according to the procedure described by Tarigan et al. (2007) with slight modifications. The samples were grounded to a powder form before the extraction. The samples were then homogenized in a ratio of 1:2 (w/v) with 20 mM phosphate buffer pH 7.0 by using a blender. The homogenate was filtered and centrifuged at 3500 rpm for 10 min. The supernatant was collected and refer as the crude extracts. For jujube, the extraction of protease was according to the procedure described by Gao et al., (2011) with slight modifications. The samples were soaked in 20 mM phosphate buffer in a ratio of 1:2 (w/v) at 60°C for 30 minutes. The solution was collected and referred as the crude extract.

pH and protein concentration

The pH measurement of all the extracts was carried out using a pH meter (Mettler Toledo, USA). Protein concentration was determined by the dye-binding method (Bradford, 1976). BSA was used as the standard protein and a standard curve was constructed for a range of 0.1 - 0.5 mg/mL protein.

Quantitative estimation of protease and specific activity

The quantitative determination of protease activity was measured using casein as the substrates, as previously described by Siti Balqis & Rosma (2011). The method was based on the hydrolysis of casein by crude protease under specific conditions. Briefly, 1 mL of extract was added to 5 mL 0.65% (w/v) casein solution in 50 mM phosphate buffer solution, pH 7.0. The mixture was incubated at 40°C in a water bath (Thermo Scientific, Precision GP28, USA) for 10 min before adding 5 mL of 110 mM trichloroacetic acid (TCA) solution to stop the reaction. The reaction mixture was allowed to stand at an ice-cold temperature for 10 min to precipitate the insoluble proteins. Then, the mixture was centrifuged (Kubota S700TR, Japan) at 2500 rpm for 10 min to obtain clear supernatant. The supernatant was collected and filtered through a 0.45µm nylon syringe filter. The absorbance of the supernatant was measured at 285 nm using a spectrophotometer (Thermo Genesys 10S UV-Vis, USA). One unit (U) of protease activity was defined as the amount of enzyme catalyzing the production of 1 µmol of tyrosine per minute under the condition described above. The *L*-tyrosine standard curve was constructed for a concentration range of 0-250 µg/ml. The specific activity of protease was estimated using the following equation adapted from Costa et al., (2014);

Specific activity = protease activity (U/mL)/protein content (mg/mL)

Statistical analysis

The experimental data obtained were statistically analyzed using Minitab Ver. 17.0 (Minitab Inc., State College, PA, USA). Significant differences between the data obtained were determined using one analysis of variance (ANOVA) with Tukey's multiple comparison tests at a 95% confidence level. The values were expressed as mean ± standard deviation.

Results and discussion

pH and protein concentration

The pH, protein concentration, protease and specific activity of various plant extracts are shown in Table 4.1. It is important to determine the pH values of the plant extracts because they have a great influence on the proteolytic enzymes, as well as the water holding capacity. According to Nafi et al. (2014), most of the proteases exhibited optimum activity over a broad pH range between 5.5 to 8.0. Meanwhile, Grudkowska & Zagdańska (2004) highlight that cysteine proteases showed higher activity at acidic pH. In this study, the pH value of lemon (3.0) was the lowest ($p < 0.05$), followed by ambarella (3.75) and kiwifruit (4.10). Similar findings of Ishak et al., (2005) had shown the pH values of ambarella was ranged from 3.59 to 3.87, which demonstrated the acidic properties of the fruit. Meanwhile, the pH values of jujube (5.35) obtained in the current study were slightly lower than those reported for jujube which is 6.1 (Gao et al., 2011). Overall, it can be seen that lemon, ambarella and kiwifruit extract exhibited relatively strong acidic properties. In contrast, jujube, carambola, ginger and candlenut extracts had moderate acidic properties.

The protein concentration of candlenut extract (1.85 mg/mL) was the highest ($p < 0.05$)

followed by ginger extract (1.28 mg/mL) and kiwifruit extract (1.03 mg/mL). Meanwhile, ambarella, lemon, carambola and jujube extracts recorded relatively low protein concentrations. These findings were quite similar to studies by Cruz et al. (2020) on crude ginger extract (2.32 mg/mL) Afshar-Mohammadian et al. (2011) on kiwifruit extract (1.0 to 1.2 mg/mL), Reche et al. (2018) on jujube extract (0.37 to 0.61 mg/g) and Ahmad et al. (2019) on ambarella roots crude extract (1.23 mg/mL). Meanwhile, other studies reported the proximate composition of protein for ambarella and carambola were 1.76% – 2.33% (Ishak et al., 2005) and 0.6% (Pantaleón-Velasco et al., 2014), respectively.

Table 4.1: The pH, protein concentration, protease and specific activity of various plant extracts.

Sample	Ambarella	Candlenut	Carambola	Ginger	Jujube	Kiwifruit	Lemon
pH value	3.75 ± 0.05 ^f	6.48 ± 0.04 ^b	6.03 ± 0.05 ^c	6.63 ± 0.05 ^a	5.35 ± 0.05 ^d	4.10 ± 0.00 ^e	3.00 ± 0.00 ^g
Protein (mg/mL extract)	0.78 ± 0.01 ^d	1.85 ± 0.08 ^a	0.66 ± 0.01 ^e	1.28 ± 0.02 ^b	0.28 ± 0.01 ^g	1.03 ± 0.02 ^c	0.56 ± 0.02 ^f
Protease (U/mL extract)	0.69 ± 0.05 ^e	8.19 ± 0.27 ^a	0.42 ± 0.09 ^e	1.67 ± 0.20 ^d	4.10 ± 0.13 ^b	1.41 ± 0.20 ^d	3.71 ± 0.11 ^c
Specific activity (U/mg protein)	0.88 ± 0.05 ^e	4.43 ± 0.07 ^c	0.63 ± 0.12 ^f	1.30 ± 0.14 ^d	14.62 ± 0.17 ^a	1.37 ± 0.16 ^d	6.66 ± 0.14 ^b

Data are means ± SD of triplicate ($n = 6$). Different superscripts in a row indicate a significant difference ($p < 0.05$).

Protease

Protease derived from a plant known to hydrolyze muscle protein, which may result in loss of muscle integrity and subsequently tenderize the meat. Therefore, higher protease activity may result in higher enzymatic hydrolysis of muscle protein. In this study, candlenut was found to exhibit higher ($p < 0.05$) protease activity followed by jujube and lemon (Table 4.1). Kiwifruit and ginger showed similar protease activity, whereas carambola and ambarella had the lowest ($p < 0.05$) protease activity. The result was in contrast with a previous study by Sun et al., (2016) who found the highest protease content was detected in kiwifruit compared to ginger, lemon and jujube. The protease activity of kiwifruit extract (1.41 U/mL) recorded was comparable to previous studies indicated the proteolytic activity of kiwifruit extract against haemoglobin and myoglobin substrates were 1.62 U/mL (Aminlari et al., 2009) and 4.65 U/ml (Liu et al., 2011) respectively. Sun et al., (2016) found the protease activities of ginger, lemon and jujube were 16.6 U/g, 9.7 U/g and 1.7 U/g respectively, but relatively lower values were found in the present study. The specific variations were most probably due to differences in assay conditions, substrate uses, cultivars and maturity level of the particular plant species (Koak et al., 2011).

The protease activity of candlenut (8.18 U/mL) recorded is higher than protease found in tamarillo fruit (0.14 U/mL) (Li et al., 2018), but it is relatively lower as compared to the most recognized plant protease such as papain (15.5 - 17.0 U/mL) (Barekat & Soltanizadeh, 2017), and bromelain (48.0 U/mL) (Amid et al., 2011). The higher protease activity in candlenut might be attributed to the higher protein concentration which appeared to be an interesting finding showing its potential as an alternative source for plant protease. A previous study by Costa et al., (2014) highlight that protease activity is greatly influenced by the optimum pH for the enzymes, inactivation temperature and plant species which may contain different ratios of protease. Hence, it is necessary to determine the pH and protein concentration of the plant extracts in this study to further characterize the protease activity.

Specific activity

The specific activity indicates the protease activity exhibited by the plant extract towards protein substrates which is important for application in meat tenderization. Among the plant extracts, jujube showed ($p < 0.05$) the highest specific activity followed by lemon and candlenut (Table 4.1). Whereas, kiwifruit and ginger extracts had similar specific activity. The specific activity of kiwifruit extract (1.37 U/mg protein) recorded was within the range of those reports on kiwifruit extract activity against haemoglobin substrates, 0.10 U/mg protein (Aminlari et al., 2009) and azocoll collagen substrates, 1.2 U/mg protein (Ha et al., 2013). Previous studies reported the specific activity of ginger and ambarella crude protease were 0.63 U/mg (Cruz et al., 2020) and 0.05 U/mg (Ahmad et al., 2019) respectively, but relatively higher values were found in the present study. Even though jujube and lemon had higher specific activity, the values are lacking due to lower protein concentration in the extracts.

The specific activity of commercial papain, bromelain and zingibain were 19.6 U/mg protein, 25.0 U/mg protein and 2.2 U/mg protein, respectively (Ha et al., 2012). Whereas, Chalabi et al., (2014) indicated the specific activity of purified papain and actinidin were 71.2 U/mg protein and 85.6 U/mg protein respectively. The lower specific activity found in the present study compared to those commercial proteases might be due to different purification steps.

Apart from that, several studies had also reported the specific activity of the other plant protease such as the crude extract from Asian pear fruit, 6.92 U/mg protein (Nam et al., 2016), the crude protease from *Artocarpus integer* leaves extract, 5.94 U/mg protein (Siti Balqis & Rosma, 2011) and the asparagus enzyme extract, 1.0 U/mg protein (Ha et al., 2013). Among all those reports, the specific activity of candlenut found in the present study showed a considerable high specific activity supplemented with high protein concentration, thus makes it possible for further application in meat tenderization.

Conclusion

In conclusion, the present study found notable amount of protease in selected plant extract such as candlenut and jujube. Meanwhile, lower protease content was recorded for ambarella and carambola. Kiwifruit and ginger exhibited similar protease content. This study also showed the jujube had higher specific activity followed by lemon and candlenut. Therefore, the result indicated the great potential of candlenut extract to be used as a new potential plant protease that exhibited a notable protease content.

References

- Afshar-Mohammadian, M., Rahimi-Koldeh, J., & Sajedi, R. H. (2011). The comparison of protease activity and total protein in three cultivars of kiwifruit of Northern Iran during fruit development. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33(2), 343–348.
- Ahmad, M. N., Mat Noh, N. A., Abdullah, E. N., Yarmo, M. A., Mat Piah, M. B., & Ku Bulat, K. H. (2019). Optimization of a protease extraction using a statistical approach for the production of an alternative meat tenderizer from *Spondias cytherea* roots. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(11), 1–14.
- Amid, A., Ismail, N. A., Yusof, F., & Salleh, H. M. (2011). Expression, purification, and characterization of a recombinant stem bromelain from *Ananas comosus*. *Process Biochemistry*, 46(12), 2232–2239.
- Aminlari, M., Shekarforoush, S. S., Gheisari, H. R., & Golestan, L. (2009). Effect of actinidin on the protein solubility, water holding capacity, texture, electrophoretic pattern of beef, and on the quality attributes of a sausage product. *Journal of Food Science*, 74(3).
- Barekat, S., & Soltanizadeh, N. (2017). Improvement of meat tenderness by simultaneous application of high-intensity ultrasonic radiation and papain treatment. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 39, 223–229.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248–254.
- Chalabi, M., Khademi, F., Yarani, R., & Mostafaie, A. (2014). Proteolytic activities of kiwifruit actinidin (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) on different fibrous and globular proteins: A comparative study of actinidin with papain. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 172(8), 4025–4037.
- Costa, H. B., Fernandes, P. M. B., Romão, W., & Ventura, J. A. (2014). A new procedure based on column chromatography to purify bromelain by ion exchange plus gel filtration chromatographies. *Industrial Crops and Products*, 59, 163–168.
- Cruz, P. L., Panno, P. H. C., Giannotti, J. D. G., Carvalho, R. V. de, & Roberto, C. D. (2020). Effect of proteases from ginger rhizome on the fragmentation of myofibrils and tenderness of chicken breast. *LWT - Food Science and Technology*, 120(November 2019), 3–8.
- Gao, Q. H., Wu, P. T., Liu, J. R., Wu, C. S., Parry, J. W., & Wang, M. (2011). Physico-chemical properties and antioxidant capacity of different jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) cultivars grown in loess plateau of China. *Scientia Horticulturae*, 130(1), 67–72.
- Grudkowska, M., & Zagdańska, B. (2004). Multifunctional role of plant cysteine proteinases. *Acta Biochimica Polonica*, 51(3), 609–624.
- Ha, M., Bekhit, A. E. D. A., Carne, A., & Hopkins, D. L. (2012). Characterisation of commercial papain, bromelain, actinidin and zingibain protease preparations and their activities toward meat proteins. *Food Chemistry*, 134(1), 95–105.
- Ha, M., Bekhit, A. E. D., Carne, A., & Hopkins, D. L. (2013). Characterisation of kiwifruit and asparagus enzyme extracts, and their activities toward meat proteins. *Food Chemistry*, 136(2), 989–998.

- Koak, J. H., Kim, H. S., Choi, Y. J., Baik, M. Y., & Kim, B. Y. (2011). Characterization of a protease from over-matured fruits and development of a tenderizer using an optimization technique. *Food Science and Biotechnology*, 20(2), 485–490.
- Liu, C., Xiong, Y. L., & Rentfrow, G. K. (2011). Kiwifruit protease extract injection reduces toughness of pork loin muscle induced by freeze-thaw abuse. *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2026–2031.
- Nafi, A., Ling, F. H., Bakar, J., & Ghazali, H. M. (2014). Partial characterization of an enzymatic extract from Bentong ginger (*Zingiber officinale* var. Bentong). *Molecules*, 19(8), 12336–12348.
- Nam, S. H., Walsh, M. K., & Yang, K. Y. (2016). Comparison of four purification methods to purify cysteine protease from Asian pear fruit (*Pyrus pyrifolia*). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 5, 86–93.
- Nor, M. Z. M., Ramchandran, L., Duke, M., & Vasiljevic, T. (2015). Characteristic properties of crude pineapple waste extract for bromelain purification by membrane processing. *Journal of Food Science and Technology*, 52(11), 7103–7112.
- Pantaleón-Velasco, M. D. R., Ruiz-López, I. I., Pérez-Silva, A., Bravo-Clemente, L., Mateos, R., Ruiz-Espinosa, H., & Angeles Vivar-Vera, M. D. L. (2014). Antioxidant and functional properties of a high dietary fibre powder from carambola (*Averrhoa carambola* L.) pomace. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(9), 2101–2110.
- Reche, J., Hernández, F., Almansa, M. S., Carbonell-Barrachina, A., Legua, P., & Amorós, A. (2018). Physicochemical and nutritional composition, volatile profile and antioxidant activity differences in Spanish jujube fruits. *LWT - Food Science and Technology*, 98, 1–8.
- Siti Balqis, Z., & Rosma, A. (2011). Artocarpus integer leaf protease: Purification and characterisation. *Food Chemistry*, 129(4), 1523–1529.
- Sun, Q., Zhang, B., Yan, Q. J., & Jiang, Z. Q. (2016). Comparative analysis on the distribution of protease activities among fruits and vegetable resources. *Food Chemistry*, 213, 708–713.
- Tarigan, E., Prateepchaikul, G., Yamsaengsung, R., Sirichote, A., & Tekasakul, P. (2007). Drying characteristics of unshelled kernels of candle nuts. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 828–833.
- Thomás, G. E., Rodolfo, H. G., Juan, M. D., Georgina, S. F., Luis, C. G., Ingrid, R. B., & Santiago, G. T. (2009). Proteolytic activity in enzymatic extracts from *Carica papaya* L. cv. Maradol harvest by-products. *Process Biochemistry*, 44(1), 77–82.

KAJIAN KUALITI MAKANAN DAN PENERIMAAN SENSORI BISKUT BERASASKAN TEPUNG TULANG IKAN TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

Muaz Baihaqi Mustapha¹, Nur Hannan Che Rahim²

¹Politeknik Sandakan Sabah, Sabah

¹muazbaihaqi@pss.edu.my, ²nurhannan95@gmail.com

Abstrak

Ikan merupakan salah satu sumber makanan terpenting bagi manusia terutamanya bagi menggalakkan peningkatan pemakanan yang sihat dan pengeluaran makanan yang padu. Walau bagaimanapun, pembuangan sisa ikan merupakan antara salah satu aspek pencemaran alam sekitar. Kajian ini bertujuan menghasilkan tepung tulang ikan tilapia (TTT) untuk mengurangkan pembuangan sisa ikan dengan cara menilai penerimaan sensori daripada biskut. Biskut dikeringkan, diproses sebagai serbuk dan digunakan pada formulasi berbeza (0, 5, 10 dan 15%) sebagai tepung dalam formulasi biskut. Kesan penambahan TTT ke atas ciri-ciri fizikal, penilaian sensori dan jangka hayat telah dikaji. Penerimaan sensori ini dijalankan menggunakan skala 9-poin hedonik yang dijalankan di Politeknik Sandakan Sabah terhadap 80 responden tidak terlatih telah dipilih secara rawak. Ciri-ciri fizikal dan jangka hayat selama 12 minggu juga telah dikaji. Hasil kajian menunjukkan peningkatan ketebalan dan pengurangan diameter dengan peningkatan peratusan tepung tulang ikan terutamanya pada 10% dan 15%. Penambahan TTT sehingga 5% masih boleh diterima dari segi ciri-ciri sensori. Peningkatan TTT mempengaruhi jangka hayat biskut dengan menunjukkan peningkatan kadar kelembapan. Kesimpulannya, peningkatan kuantiti TTT memberi kesan penilaian sensori kepada biskut. Penemuan kajian ini mencadangkan bahawa formulasi TTT yang ditambahbaik boleh menjadi strategi yang berkesan untuk menghasilkan biskut yang berkualiti dan mengurangkan pencemaran alam sekitar.

Kata kunci: Tulang ikan, Ikan Tilapia, Biskut, Tepung

Pengenalan

Tilapia adalah sejenis ikan air tawar yang banyak dikonsumsi dan diproses oleh masyarakat. Dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya seperti ikan keli, tilapia memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik. Tilapia di Malaysia lazimnya daripada dua jenis spesies iaitu Tilapia merah (*Oreochromis niloticus*) dan Tilapia hitam (*Oreochromis mossambicus*). Dengan peningkatan pengolahan yang memanfaatkan bahan dasar daging ikan juga akan menghasilkan peningkatan limbah perikanan. Penggunaan tepung tulang ikan di dalam produk makanan semakin menjadi tarikan kepada industri di Malaysia. Ini adalah kerana nilai nutrisi yang tinggi pada harga yang rendah untuk penggunaan tulang ikan. Tepung tulang ikan kaya dengan mineral penting seperti kalsium dan fosforus, dan penggunaannya dapat mengurangkan pembaziran makanan serta mempromosikan ekonomi tempatan. (Babu et al., 2021) Selain itu, tepung tulang ikan juga merupakan sumber protein yang baik, yang dapat membantu dalam pembinaan dan pembaikan tisu badan (Gong et al., 2016). Penggunaan tepung tulang ikan dalam produk makanan seperti biskut tidak hanya dapat meningkatkan nilai nutrisi tetapi juga dapat memberikan rasa dan tekstur yang unik yang mungkin disukai oleh pengguna (Surasani et al., 2021). Oleh itu, tepung tulang ikan memiliki potensi besar untuk digunakan dalam industri makanan dan boleh menjadi alternatif yang berkesan untuk tepung gandum tradisional (Nawaz et al., 2019).

Pernyataan Masalah

Tulang ikan, khususnya tilapia, adalah sumber mineral penting yang dapat dimanfaatkan menjadi tepung tulang ikan. Namun, penggunaan tepung tulang ikan dalam produk makanan seperti biskut belum banyak dilakukan dan perlu lebih banyak kajian. Penambahan tepung tulang ikan dalam biskut dapat mempengaruhi kualiti makanan, termasuk kadar air, abu, protein, dan lemak. Selain itu, makanan yang diperbuat daripada sumber protein baru seperti tepung tulang ikan mungkin mempengaruhi nilai rasa dan seterusnya mempengaruhi penerimaan pengguna. Akhir sekali, jenis makanan yang diberikan kepada ikan tilapia merah dapat mempengaruhi kualiti dan penerimaan nilai rasa filet ikan yang dihasilkan. Kajian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi tepung tulang ikan tilapia sebagai bahan tambahan dalam pembuatan biskut dan bagaimana hal itu mempengaruhi kualiti dan penerimaan sensori produk akhir.

Objektif Kajian

1. Menganalisis sifat fizikal biskut yang diperbuat dengan tepung tulang ikan tilapia terutamanya dari segi diameter, ketebalan dan nisbah serakan.
2. Menilai ciri-ciri sensori biskut yang mengandungi tepung tulang ikan tilapia, termasuk tekstur, rasa, bau, penampilan dan penerimaan keseluruhan di kalangan pengguna.
3. Membandingkan jangka hayat dan penerimaan pengguna terhadap biskut tepung tulang ikan tilapia dengan biskut kawalan (0% TTT).

Kajian Literatur

Ikan tilapia merah khususnya adalah ikan yang kaya dengan protein, vitamin dan zat besi. Tulang ikan sering dibuang sebagai sisa, walhal ia kaya dengan mineral penting seperti kalsium dan fosforus yang sangat penting untuk kesihatan tulang. Penggunaan tulang ini dalam produk makanan bukan sahaja mengurangkan sisa tetapi juga meningkatkan nilai pemakanan (Shaviklo, 2020). Penyelidikan terdahulu menunjukkan potensi tepung tulang ikan sebagai bahan makanan. Kajian menunjukkan bahawa penambahan tepung tulang ikan dalam pelbagai produk seperti roti dan mi secara signifikan meningkatkan kandungan mineral tanpa menjejaskan rasa atau tekstur. Sebagai contoh, kajian oleh Setyawardani et al., (2021) mendapati bahawa penambahan tepung tulang ikan dalam keropok ikan bukan sahaja meningkatkan nilai pemakanan tetapi juga diterima dengan baik oleh panel sensori. Shin et al., (2019) melaporkan bahawa penambahan tepung tulang ikan dalam muffin meningkatkan kandungan mineral tanpa menjejaskan sifat sensori. Penilaian sensori menunjukkan bahawa pengguna secara amnya menerima produk ini dengan baik, asalkan bau dan rasa ikan dapat diminimumkan (Tenyang et al., 2022). Dalam konteks biskut, cabarannya adalah untuk mengimbangi peningkatan pemakanan dengan penerimaan pengguna. Penambahan tepung tulang ikan perlu dioptimumkan untuk mengekalkan ciri-ciri sensori biskut yang diinginkan, seperti rasa, tekstur, dan penampilan. Kajian ini menilai kualiti dan penerimaan sensori biskut tepung tulang tilapia, bertujuan untuk menentukan formulasi optimum yang menawarkan manfaat kesihatan dan kepuasan pengguna. Babu et al. (2021) mendapati bahawa biskut yang diperkaya dengan tepung tulang ikan diterima dengan baik oleh panel sensori dan mempunyai nilai pemakanan yang lebih tinggi berbanding biskut biasa. Lee et al. (2020) menunjukkan bahawa penambahan tepung tulang ikan dalam produk daging yang disusun semula meningkatkan kandungan mineral dan diterima baik oleh pengguna. Kajian ini bukan sahaja penting dari segi peningkatan nilai pemakanan produk makanan, tetapi juga dari segi kelestarian. Dengan mengurangkan sisa pemprosesan ikan, kajian ini menyumbang kepada amalan makanan lestari. Shaviklo (2020), menekankan bahawa pengembangan serbuk protein ikan sebagai ramuan makanan dapat mengurangkan sisa pemprosesan ikan dan meningkatkan nilai ekonomi industri perikanan.

Metodologi Kajian

Kajian ini dijalankan di kawasan sekitar Politeknik Sandakan Sabah.

Bahan dan Formulasi

Ikan tilapia diperoleh daripada pasar sekitar Batu 8, Sandakan, Sabah. Tulang dibersihkan sepenuhnya, direbus, dan dikeringkan sebelum digiling menjadi tepung halus. Bahan-bahan untuk penyediaan biskut (tepung gandum, gula, mentega dan telur) dibeli dari kedai runcit di kawasan sekitar Sandakan. Formulasi biskut dihasilkan dengan merujuk kepada Mahmood et al. (2021), dengan sedikit perubahan yang sesuai. Formulasi dihasilkan dengan peratusan berbeza iaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% untuk menggantikan tepung gandum.

Jadual 1: Formulasi biskut tulang ikan tilapia dengan menggantikan tepung gandum

Bahan(g)	0%(Kawalan)	5%	10%	15%
Tepung gandum	100	95	90	85
Serbuk TTT	0	5	10	15
Gula	30	30	30	30
Mentega	40	40	40	40
Telur	20	20	20	20

Penyediaan Biskut

Biskut disediakan menggunakan prosedur pembakaran yang diseragamkan untuk memastikan konsistensi pada setiap biskut yang dihasilkan. Setiap daripada peratusan TTT dicampur, dibentuk, dan dibakar dalam keadaan terkawal menggunakan Oven Pensonic 25L dengan perhatian yang rapi untuk mengekalkan ketebalan dan saiz yang seragam. Kumpulan kawalan (0% tepung tulang ikan) telah disediakan bersama kumpulan eksperimen (5%, 10%, dan 15% tepung tulang ikan). (Setyawardani et al., 2021)

Pemilihan Panel

Panel yang terdiri daripada 80 ahli tidak terlatih, termasuk lelaki dan wanita berumur antara 20-50 tahun daripada pelbagai bangsa telah dipilih secara rawak di kalangan pelajar Politeknik Sandakan Sabah. Ahli panel telah diberikan borang penilaian sensori mengikut format skala 9 ujian hedonik.

Penilaian Sensori

Penilaian sensori dijalankan menggunakan skala hedonik 9 mata untuk menilai karakteristik biskut secara terperinci. Skala ini merangkumi tahap dari 1 (sangat tidak suka) hingga 9 (sangat suka). Karakteristik yang dinilai adalah penampilan, rasa, tekstur, bau dan penerimaan keseluruhan. Penilai menilai penampilan biskut dari segi warna, bentuk dan saiz. Manakala bau dinilai melalui intensiti dan keseimbangan aroma. Rasa dinilai dari segi kemanisan, kemanisan dan keseimbangan perisa. Selain itu, tekstur dinilai melalui kekerasan dan kelembutan biskut semasa dikunyah. membolehkan penilai memberikan penilaian terperinci dan membezakan antara tahap kesukaan yang berbeza. Setiap ahli panel telah menilai biskut kawalan dan eksperimen dalam urutan rawak untuk meminimumkan unsur-unsur ralat. (Meilgaard et al., 2016)

Analisis Statistik

Data penyelidikan telah dianalisa menggunakan kaedah Analysis of variance (ANOVA) untuk mencari tahap perbezaan yang ketara dan ujian Tukey (t-test) dijalankan untuk mencari analisa statistik daripada kesemua sampel biskut dari semua peratus TTT dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel.

Sifat Fizikal

Ketebalan biskut diukur menggunakan kaliper daripada 30 sampel produk yang dipilih secara rawak. Setiap ketebalan pada tiga titik berbeza diukur dan dikira dari segi purata. Diameter biskut diukur menggunakan kaliper dimana setiap diameter diukur dari dua arah bersilang dan dikira dari segi purata. Nisbah serakan diukur dengan membahagikan diameter produk dengan ketebalannya. Nilai purata diameter dan ketebalan telah digunakan untuk mengira nisbah serakan. (AACC International, 2010).

Analisis Jangka Hayat

Analisis jangka hayat biskut telah dijalankan selama 12 minggu untuk memantau perubahan parameter kualiti iaitu kandungan kelembapan. Sampel biskut disimpan menggunakan alat Inkubator TUFF / TAMBI-50 dalam keadaan yang terkawal pada suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan relatif $60\% \pm 5\%$. Kandungan kelembapan diukur menggunakan kaedah pengeringan ketuhar. (AOAC International, 2019). Ketuhar TUFF / TFAC-70 telah digunakan bagi kaedah ini. Pengukuran dilakukan pada turutan masa yang tetap, iaitu pada minggu 0, 4, 8, dan 12. Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan analisis Tukey (t-test) untuk menentukan sama ada terdapat perubahan yang signifikan dalam kandungan kelembapan biskut sepanjang tempoh penyimpanan.

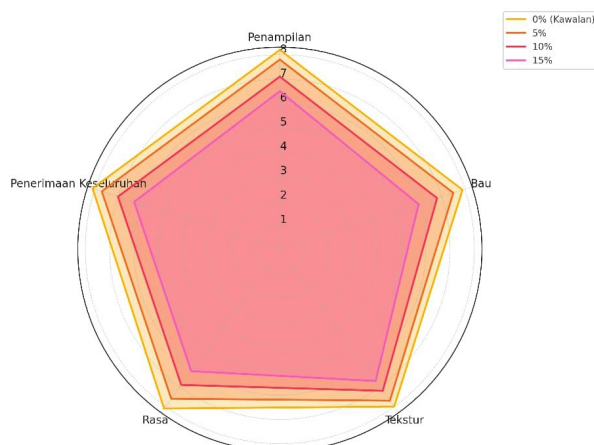
Dapatan Kajian

Ciri-ciri Sensori

Perubahan penerimaan sensori yang ketara dapat dilihat terutamanya daripada peratusan TTT 10% dan 15% bagi kesemua ciri-ciri sensori. Skor penampilan menurun secara ketara dengan peningkatan TTT apabila dibandingkan dengan kawalan. Sifat yang sama dapat dilihat untuk bau di mana penambahan peratusan TTT menghasilkan penurunan penerimaan daripada panel. Penilaian sensori juga menunjukkan biskut dengan 10% dan 15% TTT mendapat penilaian sensori lebih rendah berbanding kawalan dan 5%. Graf spiderweb digunakan untuk memaparkan perbandingan penilaian sensori bagi biskut mengikut peratus TTT dengan lebih jelas.

Jadual 2: Analisis Tukey penerimaan sensori biskut daripada Tepung Tulang Ikan Tilapia

Ciri-ciri	0%(Kawalan)	5%	10%	15%
Penampilan	$8.2 \pm 0.7a$	$7.8 \pm 0.8a$	$7.1 \pm 0.9b$	$6.5 \pm 1.0c$
Bau	$7.9 \pm 0.8a$	$7.5 \pm 0.9a$	$6.8 \pm 1.0b$	$6.0 \pm 1.1c$
Tesktur	$8.0 \pm 0.7a$	$7.7 \pm 0.8a$	$7.2 \pm 0.9b$	$6.7 \pm 1.0c$
Rasa	$8.1 \pm 0.8a$	$7.6 \pm 0.9a$	$6.9 \pm 1.0b$	$6.2 \pm 1.1c$
Penerimaan keseluruhan	$8.1 \pm 0.7a$	$7.7 \pm 0.8a$	$7.0 \pm 0.9b$	$6.3 \pm 1.0c$



Rajah 1: Graf Spiderweb Penilaian Sensori Biskut Berdasarkan Peratusan TTT

Ciri-ciri fizikal

Perubahan ketara pada ciri-ciri fizikal biskut, seperti peningkatan ketebalan yang signifikan dengan penambahan TTT. Terdapat perbezaan yang ketara pada ciri ketebalan dan diameter diantara 0% dan 5% dengan 10% dan 15%. Ketebalan dilihat mempunyai trend meningkat manakala diameter biskut mempunyai trend menurun sesuai dengan peningkatan peratusan TTT. Akhir sekali, nisbah serakan juga menunjukkan penurunan yang ketara dengan peningkatan peratusan TTT. Kesemua peratusan TTT menunjukkan perbezaan yang ketara diantara satu sama lain pada ciri nisbah serakan.

Jadual 3: Analisis Tukey kualiti dan ciri-ciri fizikal Tepung Tulang Ikan Tilapia

Ciri-ciri	0%(Kawalan)	5%	10%	15%
Ketebalan(mm)	8.2 ± 0.3a	8.4 ± 0.3a	8.7 ± 0.4b	9.0 ± 0.4c
Diameter (mm)	60.5 ± 1.2a	59.8 ± 1.3a	58.6 ± 1.4b	57.2 ± 1.5c
Nisbah serakan	7.38 ± 0.22a	7.12 ± 0.24b	6.74 ± 0.26c	6.36 ± 0.28d

Jangka Hayat dan Kestabilan

Jangka hayat biskut dilihat daripada peratusan kelembapan biskut TTT selama 12 minggu bagi kesemua peratus TTT. Kadar kelembapan dilihat meningkat daripada peratusan kawalan sehingga 15% TTT. Perbezaan dapat dilihat bermula daripada minggu 4 terutamanya bagi peratus 10% dan 15%. Kadar kelembapan yang tinggi dapat dilihat bermula dari minggu 8 dan minggu 12 bagi kesemua sampel yang mempunyai TTT. Peratus kelembapan bagi sampel kawalan kekal stabil sepanjang 12 minggu kajian jangka hayat dijalankan. (AOAC International, 2019).

Jadual 4: Analisis Tukey jangka hayat dan kestabilan Tepung Tulang Ikan Tilapia

Ciri-ciri	Minggu	0% (Kawalan)	5%	10%	15%
Kelembapan (%)	0	3.2 ± 0.2a	3.3 ± 0.2a	3.4 ± 0.2a	3.5 ± 0.2a
	4	3.3 ± 0.2a	3.5 ± 0.2a	3.7 ± 0.3b	3.9 ± 0.3b
	8	3.5 ± 0.3a	3.8 ± 0.3b	4.1 ± 0.3c	4.4 ± 0.4d
	12	3.7 ± 0.3a	4.1 ± 0.3b	4.5 ± 0.4c	4.9 ± 0.4d

Perbincangan

Penilaian sensori: Skor penampilan menurun secara signifikan dengan peningkatan peratusan tepung tulang ikan tilapia. Sampel kawalan (0%) dan 5% tidak menunjukkan

perbezaan yang signifikan, tetapi penurunan ketara diperhatikan pada 10% dan 15%. Ini mungkin disebabkan oleh perubahan warna dan tekstur visual yang dihasilkan oleh tepung tulang ikan (Nawaz et al., 2019). Tren yang serupa diperhatikan untuk bau, di mana penambahan tepung tulang ikan pada 10% dan 15% menghasilkan penurunan skor yang signifikan. Ini mungkin disebabkan oleh bau ikan yang semakin ketara, yang boleh mempengaruhi penerimaan pengguna (Abdel-Moemin, 2015). Tekstur juga terjejas dengan peningkatan peratusan tepung tulang ikan. Perbezaan signifikan dilihat pada 10% dan 15% penambahan. Perubahan ini mungkin disebabkan oleh kesan tepung tulang ikan terhadap struktur produk (Surasani et al., 2021). Skor rasa menunjukkan penurunan yang paling ketara, terutamanya pada 10% dan 15% penambahan. Ini mencadangkan bahawa rasa ikan menjadi lebih ketara dan mungkin kurang diterima oleh panel penilai (Gong et al., 2016). Penerimaan keseluruhan mencerminkan trend yang sama dengan ciri-ciri sensori individu. Penambahan tepung tulang ikan sehingga 5% masih boleh diterima dan tidak berbeza secara signifikan daripada kawalan. Walau bagaimanapun, penambahan pada 10% dan 15% menghasilkan penurunan yang ketara dalam penerimaan keseluruhan.

Ciri-ciri fizikal: Ketebalan biskut meningkat secara signifikan dengan peningkatan peratusan tepung tulang ikan tilapia, terutamanya pada 10% dan 15% penambahan. Peningkatan ketebalan ini mungkin disebabkan oleh keupayaan penyerapan air yang lebih tinggi oleh tepung tulang ikan, yang menyebabkan pengembangan doh semasa pembakaran (Adeola & Ohizua, 2018). Menurut Brennan & Tan (2017), peningkatan ketebalan juga boleh dikaitkan dengan perubahan dalam struktur gluten akibat interaksi dengan protein dan mineral dari tepung tulang ikan. Diameter biskut menunjukkan trend menurun dengan peningkatan peratusan tepung tulang ikan tilapia. Perbezaan signifikan dilihat pada 10% dan 15% penambahan. Pengurangan diameter ini mungkin disebabkan oleh peningkatan ketumpatan doh akibat penambahan tepung tulang ikan, yang menghalang penyebaran biskut semasa pembakaran (Adeleke & Odedeji, 2010). Selain itu, Chauhan et al. (2016) mencadangkan bahawa pengurangan diameter juga boleh dikaitkan dengan peningkatan kapasiti pengikatan air oleh tepung tulang ikan, yang mengurangkan aliran doh semasa pembakaran. Nisbah serakan, yang dikira sebagai nisbah diameter kepada ketebalan, menunjukkan penurunan yang signifikan dengan peningkatan peratusan tepung tulang ikan tilapia. Ini mencerminkan perubahan serentak dalam ketebalan dan diameter. Penurunan nisbah serakan menunjukkan bahawa biskut menjadi kurang rata dan lebih tebal dengan penambahan tepung tulang ikan (Chauhan et al., 2016). Menurut Kasaoka et al. (2016), perubahan dalam nisbah serakan boleh mempengaruhi tekstur dan penerimaan keseluruhan biskut.

Jangka hayat: Peningkatan kandungan kelembapan diperhatikan dalam semua sampel sepanjang tempoh penyimpanan, dengan peningkatan yang lebih ketara dalam sampel dengan kandungan tepung tulang ikan yang lebih tinggi. Ini mungkin disebabkan oleh sifat higroskopik tepung tulang ikan yang menyerap kelembapan dari persekitaran (Nawaz et al., 2019). Menurut Adeola & Ohizua (2018), peningkatan kelembapan boleh mempengaruhi tekstur biskut dan meningkatkan risiko pertumbuhan mikrob. Biskut dengan kandungan tepung tulang ikan yang lebih tinggi menunjukkan perubahan yang lebih ketara dalam parameter jangka hayat. Walau bagaimanapun, semua sampel kekal dalam had keselamatan dan kualiti yang boleh diterima sepanjang tempoh penyimpanan 12 minggu.

Kesimpulan

Secara keseluruhan, Hasil kajian menunjukkan bahawa penambahan tepung tulang ikan tilapia memberi kesan yang signifikan terhadap ciri-ciri fizikal biskut. Peningkatan ketebalan dan pengurangan diameter dengan peningkatan peratusan tepung tulang ikan mencadangkan perubahan dalam struktur dan tekstur biskut. Hasil kajian menunjukkan bahawa penambahan

tepung tulang ikan tilapia sehingga 5% masih boleh diterima dari segi ciri-ciri sensori. Walau bagaimanapun, penambahan melebihi 5% menghasilkan perubahan yang ketara dalam semua aspek sensori yang dinilai. Ini mencadangkan bahawa untuk mengoptimumkan penerimaan pengguna, penambahan tepung tulang ikan tilapia tidak seharusnya melebihi 5% dalam formulasi biskut. Akhir sekali, Penambahan tepung tulang ikan sehingga 5% menunjukkan perubahan yang minimal dalam parameter jangka hayat berbanding dengan sampel kawalan, mencadangkan bahawa tahap ini mungkin optimal untuk mengekalkan kestabilan produk sambil meningkatkan nilai pemakanan biskut.

Kajian lanjut diperlukan untuk mengoptimumkan formulasi biskut dengan TTT di bawah 5%, dengan fokus pada aspek keselamatan, seperti potensi alergen dan analisis pasaran untuk menilai penerimaan pengguna terhadap produk ini. Tambahan pula, kajian mengenai nilai nutrisi TTT yang lebih terperinci diperlukan untuk mempromosikan produk ini sebagai pilihan makanan yang lebih berkhasiat. Tambahan lagi, kajian mendalam tentang kesan jangka panjang penggunaan TTT dalam produk makanan lain juga akan membantu memperluas aplikasi penggunaannya dalam industri makanan. Produk ini mempunyai potensi dari segi komersial. Namun, penambahan perisa tambahan seperti coklat, keju dan sebagainya mungkin boleh meningkatkan penerimaan penilai terutama dari segi sensori makanan. Cadangan penambahan tepung ikan lain ke dalam formulasi juga patut dikaji untuk menilai potensi produk.

Rujukan

- Abdel-Moemin, A. R. (2015). Healthy cookies from cooked fish bones. *Food Bioscience*, 12, 114-121. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.09.003>
- Ali, N. A., & Mustapa, A. A. (2019). Evaluation of Nutritional Quality and Consumer Acceptance of Biscuits Fortified with Fish Bone Meal. *Malaysian Journal of Nutrition*, 25(1), 45-58. <https://doi.org/10.31246/mjn-2019-0005>
- AOAC International. (2019). Official Methods of Analysis of AOAC International (21st ed.). Rockville, MD: AOAC International.
- Babu, D. R., Shakila, R. J., & Jeyasekaran, G. (2021). Utilization of fish processing waste for the development of biscuits: Nutritional and sensory evaluation. *Journal of Food Science and Technology*, 58(7), 2729-2738. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04840-y>
- Cho, S. M., & Kim, S. M. (2013). Effects of fish bone peptide on physical properties of rice flour dough and quality of rice noodles. *Food Science and Biotechnology*, 22(6), 1625-1633. <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0260-0>
- Gong, Y., Huang, Y., & Gao, L. (2016). Nutritional and sensorial properties of noodles fortified with tilapia bone powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(6), 1350-1358.
- Hemung, B. O. (2013). Properties of tilapia bone powder and its calcium bioavailability based on transglutaminase assay. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 3(4), 306-309.
- Ismail, M. A., & Zainal, Z. (2020). Sensory Evaluation and Physicochemical Properties of Fish Bone Powder-Fortified Biscuits. *Food Science and Human Wellness*, 9(4), 318-325. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2020.07.008>
- AACC International. (2010). Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 10-10.03. Optimum Cookie Diameter. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A. <http://dx.doi.org/10.1094/AACCIntMethod-10-10.03>
- Lee, E. J., Ramachandraiah, K., Hwang, Y. H., & Kim, H. W. (2020). Application of fish

- bone powder in restructured sausages to improve nutritional value and mineral content. *Foods*, 9(8), 1096. <https://doi.org/10.3390/foods9081096>
- Mahmood, K., Siddique, R., Atta, N., Saleem, M., & Shahid, M. (2021). Development of cookies supplemented with defatted wheat germ and tilapia fish bone powder. *Food Science & Nutrition*, 9(5), 2534-2542. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2229>
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2016). *Sensory Evaluation Techniques* (5th ed.). CRC Press.
- Nawaz, A., Xiong, Z., Li, Q., Xiong, H., Irshad, S., Chen, L., & Regenstein, J. M. (2019). Physicochemical and sensory qualities of fish sausages prepared from freshwater catfish and tilapia with calcium and ω -3 fatty acid supplementation. *Food Science & Nutrition*, 7(10), 3213-3221.
- Ramadhan, H., & Taufik, M. (2018). Utilization of Fish Bone Meal for Fortification of Food Products. *Indonesian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(2), 123-130. <https://doi.org/10.15578/ijfas.23.2.2018.123-130>
- Santana, R. F., Bonomo, R. C., Gandolfi, O. R., Rodrigues, L. B., Santos, L. S., Pires, A. C., & Veloso, C. M. (2019). Characterization of starch-based bioplastics from jackfruit seed plasticized with glycerol. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 409-415. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3503-5>
- Setyawardani, T., Zakaria, F. R., Setyabudi, F. M. C., & Sukarno, P. (2021). The effect of fish bone meal addition on the nutritional quality and sensory properties of fish crackers. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 14(4), 1801-1811.
- Shaviklo, G. R. (2020). Development of fish protein powder as an ingredient for food applications: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 57(3), 948-957. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04135-8>
- Shin, J. H., Lee, J. H., & Kim, J. S. (2019). Quality characteristics of muffins prepared with fish bone powder. *Food Science and Biotechnology*, 28(3), 801-809. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0500-2>
- Surasani, V. K. R., Singh, A., Gupta, A., & Sharma, S. (2021). Functionality and acceptability of chicken meat powder and tilapia fish powder cofortified noodles. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15028.
- Tenyang, N., Ponka, R., Ndjouenkeu, R., & Tiencheu, B. (2022). Nutritional properties and sensory acceptability of biscuits enriched with fish bone flour. *International Journal of Food Science*, 2022, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2022/1234567>

KAJIAN TAHAP PENERIMAAN DAN KOMPOSISI MAKANAN PRODUK BERASASKAN SAYUR BAYAM ‘SPINACH ROLLING CRACKERS’

Zunaedah binti Sahrul¹, Ainin Azwani binti Abdul Rafa¹, Asriani binti Karim¹

¹Kolej Komuniti Lahad Datu, Sabah

^{1*}zunaedah@kkld.edu.my, ¹aininazwani@kkld.edu.my, ¹asriani_karim@kkld.edu.my

Abstrak

Bayam (*Amaranthus sp*) adalah sayuran yang digunakan dalam pelbagai hidangan kerana mempunyai kandungan zat yang tinggi, mudah didapati, rasanya yang ringan dan teksturnya yang lembut. Namun kurang variasi produk atau snek makanan ringan berasaskan sayur bayam yang dikomersilkan di pasaran tempatan yang dapat membantu menggalakkan pengambilan sayuran di kalangan masyarakat. Kajian ini bertujuan menghasilkan formulasi snek sihat berasaskan bayam, seterusnya menilai tahap penerimaan pengguna dan menguji nutrisi menerusi analisis proksimat. Bayam adalah bahan utama *Spinach Rolling Crackers* kerana khasiatnya, mudah didapati dan kos bahan mentah yang rendah. Penghasilan *Spinach Rolling Crackers* dimulakan dengan mengeringkan dan mengisar sayur bayam, dicampurkan dengan bahan-bahan lain mengikut formulasi sehingga membentuk doh, dicanai dan dipotong jejari sebelum digoreng. Ujian penilaian sensori terhadap 31 orang panel tidak terlatih dijalankan untuk mengukur atribut aroma, warna, kerangupan, rasa dan penerimaan keseluruhan terhadap kandungan bayam yang sesuai di dalam penghasilan *Spinach Rolling Crackers*. Tiga formulasi diuji dimana peratus kandungan bayam adalah berbeza iaitu F1 (40%), F2 (70%) dan F3 (100%). Analisis statistik ANOVA dijalankan dan menunjukkan formula F1 tiada perbezaan yang signifikan bagi setiap atribut. F1 telah dipilih kerana penerimaan keseluruhan menunjukkan min skor yang paling tinggi iaitu 4.25 ± 0.903 berbanding formulasi yang lain. Ujian proksimat dijalankan bagi F1, didapati kandungan nutrisi bagi *Spinach Rolling Crackers* adalah sebanyak 73.8g karbohidrat, 11.4g lemak, 8.4g protein, dan 431 kcal tenaga bagi 100g berat produk.

Kata kunci: Snek Sihat, Bayam, Kudapan Ringan, Nilai Komersial

Pengenalan

Bayam (*Amaranthus spp.*) adalah salah satu sayuran hijau yang terkenal di seluruh dunia dan dikenali kerana kandungan nutrisi yang tinggi. Bayam kaya dengan vitamin A, C, dan K, serta mineral penting seperti zat besi, magnesium, dan kalsium. Sayuran ini juga mengandungi antioksidan seperti beta-karoten dan lutein, yang bermanfaat untuk kesihatan mata dan sistem imun. Bayam biasanya digunakan dalam pelbagai hidangan, termasuk salad, sup, dan *smoothie*, kerana rasanya yang ringan dan teksturnya yang lembut. Selain itu, bayam juga digunakan dalam bentuk produk yang diproses seperti jus, serbuk, dan kini semakin popular dalam bentuk snek seperti snek bayam. Dalam bidang teknologi makanan, bayam menawarkan pelbagai peluang untuk inovasi produk yang boleh meningkatkan nilai pemakanan dan tarikan pengguna.

Produk berasaskan bayam seperti snek bayam, jus bayam, dan serbuk bayam semakin mendapat perhatian sebagai makanan kesihatan yang mudah disediakan dan dimakan (Roberts & Moreau, 2016). Snek bayam adalah salah satu inovasi dalam bidang pemprosesan makanan yang bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah sayur-sayuran. Ia menggabungkan nutrisi bayam dengan kesenangan menikmati snek sihat yang lazat dan rangup.

Kajian ini akan meneliti aspek-aspek penting dalam penghasilan snek bayam termasuk pemilihan bahan, proses pembuatan, nilai pemakanan, serta penerimaan pengguna. Objektif utama kajian ini adalah untuk membangunkan produk snek sihat berasaskan bayam yang

bernutrisi tinggi dan diterima oleh pelbagai lapisan masyarakat. Penghasilan produk makanan berasaskan sayur bayam iaitu *Spinach Rolling Crackers* juga merupakan salah satu usaha untuk mempelbagaikan produk berasaskan sayur bayam dan bagi memaksimumkan pengambilan sayuran dalam kehidupan seharian.

Pernyataan Masalah

Pengambilan sayur-sayuran dalam diet seharian masyarakat Malaysia masih berada pada tahap yang membimbangkan dimana menurut Tinjauan Kebangsaan Kesihatan dan Morbiditi (NHMS) oleh Institut Kajian Umum (2023), menunjukkan kira-kira 95.1% penduduk Malaysia tidak mengambil jumlah sayur-sayuran dan buah-buahan yang disyorkan sebanyak lima hidangan setiap hari mengikut saranan Kementerian Kesihatan Malaysia. Kurang pengambilan sayur-sayuran dalam diet seharian boleh meningkatkan risiko penyakit tidak berjangkit seperti penyakit jantung, buah pinggang, dan diabetes (Toh et al., 2020). Justeru penghasilan produk berasaskan sumber sihat seperti sayur-sayuran dan buah-buahan perlu dipergiatkan sebagai alternative untuk menggalakkan masyarakat Malaysia mengambil makanan berasaskan buah-buahan dan sayur-sayuran. Dengan itu, penghasilan snek sihat berasaskan sayur bayam diharap dapat menambahkan nilai komersial terhadap penghasilan produk berasaskan sayur-sayuran.

Kajian Literatur

Snek sihat bermaksud makanan ringan yang bernutrien tinggi dan dihasilkan daripada bahan-bahan semulajadi yang kaya dengan vitamin, mineral, serat dan antioksidan yang baik untuk kesihatan manusia (Tas, 2020). Contoh snek sihat adalah buah, sayur dan makanan berfungsi yang mampu meningkatkan tahap kesihatan pengguna (Lau et al., 2021). Snek biasanya diambil diluar waktu makan utama dan terdapat kajian menunjukkan bahawa walaupun kekerapan pengambilan snek semakin meningkat, namun pengambilan snek berasaskan sayur-sayuran dan buah-buahan semakin menurun (Williamson, 2020). Pengambilan snek yang tidak sihat seperti coklat, gula-gula, minuman manis dan kek akan menyebabkan pengumpulan tenaga yang berlebihan di dalam badan. Jika tenaga ini tidak dibakar oleh badan, maka ianya akan ditukarkan kepada lemak dan seterusnya menyumbang kepada masalah kesihatan seperti obesiti, diabetes dan hipertensi (Cowan et al., 2020).

Pemilihan sayur bayam dalam penghasilan *Spinach Rolling Crackers* adalah kerana sayur bayam merupakan antara sayuran yang bernutrisi tinggi yang mengandungi vitamin A, vitamin C, vitamin K, folat, kalsium, zat besi, magnesium, dan kalium dalam kadar yang banyak. Selain itu, ianya juga kaya dengan antioksidan seperti lutein dan zeaxanthin yang baik untuk deria penglihatan (Akhtar et al., 2021). Kandungan nutrien yang tinggi dalam bayam menjadikannya pilihan yang ideal untuk digunakan dalam penghasilan *Spinach Rolling Crackers* ini. Terdapat banyak kebaikan jika kita mengambil bayam dalam pemakanan seharian dimana bayam mampu bertindak sebagai anti radang, merendahkan kandungan lemak dalam badan, melindungi daripada serangan penyakit kardiovaskular dan tinggi kandungan kompaun fenolik serta flavonoid yang mampu melawan radikal bebas di dalam badan manusia (Murcia, 2020).

Objektif Kajian

Secara khususnya kajian ini bertujuan,

1. Menghasilkan snek atau makanan ringan yang sihat berasaskan sayuran iaitu bayam
2. Membangunkan formulasi produk *Spinach Rolling Crackers*
3. Menilai tahap penerimaan sensori produk *Spinach Rolling Crackers* dari segi atribut warna, rasa, kerangupan, aroma, dan penerimaan keseluruhan.
4. Menentukan komposisi nutrien produk melalui analisis proksimat makanan

Metodologi Kajian

Penghasilan *Spinach Rolling Crackers*

Penghasilan *Spinach Rolling Crackers* dijalankan di Makmal Bakeri, Kolej Komuniti Lahad Datu dengan menggunakan tiga formulasi yang mengandungi peratus sayur bayam yang berbeza seperti Jadual 1.

Jadual 1: Formulasi dan peratus sayur bayam

Formula	Peratus sayur bayam
F1	40%
F2	70%
F3	100%

Pembangunan produk *Spinach Rolling Crackers* dihasilkan dengan menggunakan beberapa bahan yang telah diformulasikan mengikut kesesuaian dan perkembangan teknologi semasa. Formulasi yang digunakan untuk menghasilkan produk adalah seperti yang ditunjukkan pada Jadual 2. Bahan utama yang digunakan dalam menghasilkan produk inovasi ini ialah sayur bayam. Sayur bayam yang telah dibasuh bersih akan dikeringkan pada suhu 60°C selama 8 jam dan seterusnya dikisar bagi menghasilkan tekstur halus yang homogen. Bahan-bahan lain seperti tepung gandum, minyak sayuran, bawang putih, garam dan gula dicampurkan dalam mesin pengisar makanan mengikut formulasi. Kemudian apabila telah sebat, bahan utama iaitu bayam yang telah kering akan disebatikan dan membentuk doh. Setelah itu, doh akan dicanai dengan menggunakan mesin pembuat mi bagi menghasilkan adunan berbentuk jejari yang sekata dan menarik.

Jadual 2: Formulasi F1 *Spinach Rolling Crackers*

Bil.	Bahan	Kuantiti(%)
1.	Bayam	40.0
2.	Tepung gandum	37.0
3.	Minyak jagung	18.0
4.	Bawang putih	2.0
5.	Garam	1.7
6.	Gula	1.3

Analisis sensori

Analisis sensori dijalankan ke atas 31 orang panel yang terdiri daripada pelajar serta kakitangan Kolej Komuniti Lahad Datu dan diuji secara berasingan untuk mendapatkan formulasi *Spinach Rolling Crackers* yang terbaik. Analisis sensori dijalankan di Makmal Penilaian Deria, Kolej Komuniti Lahad Datu dimana instrumen kajian iaitu set soal selidik telah diedarkan kepada responden setelah responden menjalani ujian sensori dengan merasa dan menilai keempat-empat jenis sampel. Skala hedonik telah digunakan dan empat jenis sampel telah diberikan kepada panel untuk dinilai iaitu F1, F2, F3 dan sampel kawalan yang menggunakan snek jejari yang dijual di pasaran. Setiap sampel akan dilabelkan dengan menggunakan nombor rawak dan panel perlu membilas mulut sebelum menilai setiap jenis sampel yang diberikan. Panel perlu menilai atribut tersebut iaitu aroma, warna, kerangupan, rasa dan penerimaan keseluruhan dengan memberikan skor yang sesuai (Abdullah, 2000) dengan merujuk skala hedonik di Jadual 3.

Jadual 3: Skala Pengkelasan Atribut

Skala	Pengkelasan
1	Paling tidak suka
2	Kurang suka
3	Sederhana
4	Suka
5	Sangat suka

Analisis Statistik

Data dianalisis menggunakan perisian Statistik 20 IBM SPSS. Analisis varians (ANOVA) dan ujian perbezaan keertian jujur Duncan dijalankan untuk melihat perbezaan antara peratus formulasi sampel berdasarkan aras keyakinan 95% ($p > 0.05$).

Analisis Proksimat

Kandungan komposisi makanan iaitu tenaga, protein dan karbohidrat bagi produk *Spinach Rolling Crackers* dianalisis berdasarkan kaedah AOAC (AOAC, 1993). Bagi penentuan lemak, kaedah Soxhlet (Kaedah OAC 989.05/920.39, 2000) digunakan dan kaedah Kjeldahl (kaedah AOAC 955.04) untuk penentuan protein. Kandungan karbohidrat ditentukan dengan cara menolak 100% dengan jumlah kesemua kandungan peratus kelembapan, protein dan lemak yang diperolehi. Kandungan tenaga (Kcal) dikira dengan menjumlahkan hasil darab karbohidrat, protein dan lemak masing-masing dengan 4 kcal/g, 4 kcal/g dan 9 kcal/g (Atwater & Woods, 1896).

Dapatan Kajian

Ujian penilaian sensori telah dijalankan dengan menggunakan empat sampel yang berbeza iaitu F1, F2, F3 dan sampel kawalan. Jadual 5 menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan bagi atribut aroma, warna dan rasa diantara sampel dimana formulasi F1 mempunyai nilai min skor yang paling tinggi berbanding formulasi lain. Atribut aroma F1 menunjukkan min skor yang paling tinggi iaitu 4.12 ± 0.908 , diikuti F2 3.97 ± 0.983 , F3 3.81 ± 0.946 dan sampel kawalan 3.65 ± 0.834 . Seterusnya atribut warna juga menunjukkan sampel F1 mempunyai nilai min skor paling tinggi iaitu 4.52 ± 0.677 diikuti F2 4.45 ± 0.723 , sampel kawalan 4.42 ± 0.672 dan F3 4.19 ± 0.792 . Kerangupan pula menunjukkan min skor F1 yang paling tinggi iaitu 4.61 ± 0.615 , diikuti oleh F2, sampel kawalan dan F3. Manakala atribut rasa juga menunjukkan formulasi F1 mempunyai nilai min skor yang paling tinggi iaitu 4.15 ± 1.036 , diikuti F2, sampel kawalan dan F3. Keputusan penerimaan keseluruhan menunjukkan F1 paling diterima oleh panel dengan nilai min skor sebanyak 4.25 ± 0.903 , diikuti oleh sampel kawalan, F2 dan F3.

Jadual 4: Min skor dan sisihan piawai bagi atribut dan jenis sampel

Sampel Atribut	F 1	F 2	F 3	Sampel kawalan
Aroma	4.12 ± 0.908 ^a	3.97 ± 0.983 ^a	3.81 ± 0.946 ^a	3.65 ± 0.834 ^a
Warna	4.52 ± 0.677 ^a	4.45 ± 0.723 ^a	4.19 ± 0.792 ^a	4.42 ± 0.672 ^a
Kerangupan	4.61 ± 0.615 ^a	4.29 ± 0.761 ^{ab}	3.87 ± 1.056 ^c	4.10 ± 0.87 ^{bc}
Rasa	4.15 ± 1.036 ^a	4.02 ± 0.875 ^a	3.43 ± 0.992 ^b	3.89 ± 1.056 ^{ab}
Penerimaan Keseluruhan	4.25 ± 0.903 ^a	3.97 ± 0.948 ^{ab}	3.58 ± 0.886 ^b	4.00 ± 0.966 ^{ab}

*Min skor yang berbeza abjad (a,b,c) pada baris yang sama tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p>0.05$)

Kandungan nutrisi produk untuk 100g *Spinach Rolling Crackers* adalah seperti Jadual 5. Berdasarkan Jadual 4, nilai karbohidrat adalah sebanyak 73.8%. kandungan lemak adalah sebanyak 11.4% manakala kandungan protein adalah sebanyak 8.4%. Berdasarkan nilai karbohidrat, lemak dan protein dalam *Spinach Rolling Crackers*, nilai tenaga yang dihasilkan produk ini adalah sebanyak 431 kcal. Menurut Pentadbiran Makanan dan Ubat-ubatan (FDA), makanan yang mencecah 400 kcal boleh dikategorikan sebagai makanan tinggi kalori dan ini boleh disimpulkan bahawa produk *Spinach Rolling Crackers* ini tinggi kalorinya dan mampu memberikan rasa kenyang yang lama kepada pengguna.

Jadual 5: Kadar nutrisi untuk 100g produk *Spinach Rolling Crackers*

Kandungan Nutrisi	Kuantiti / 100g
Tenaga (kcal)	431
Karbohidrat (g)	73.8
Lemak (g)	11.4
Protein (g)	8.4

Perbincangan

Spinach Rolling Crackers adalah produk makanan baru yang dihasilkan daripada penggunaan sayur bayam yang masih kurang popular di kalangan kita. Pemilihan pembangunan produk makanan baru ini kerana ingin menghasilkan kepelbagaian kudapan ringan yang sihat, mudah dibuat dan bahan-bahan yang mudah didapati. Kepentingan mengamalkan gaya hidup sihat sangat diutamakan pada masa kini, justeru kudapan ini akan menjadi pilihan bagi individu yang kurang menggemari sayur namun ingin makan kudapan ringan yang sihat. Analisis sensori berdasarkan Jadual 4 juga menunjukkan keputusan min skor penerimaan keseluruhan terhadap sampel F1 adalah yang paling tinggi iaitu 4.25 ± 0.903^a. Jadi formulasi F1 telah dipilih untuk menghasilkan *Spinach Rolling Crackers*. Terdapat juga kajian lepas yang dijalankan oleh Nurhanan et al., (2021) yang telah membangunkan kerepek bayam dan dapatan mereka menunjukkan bahawa kerepek berasaskan sayur bayam dapat diterima dengan baik oleh pengguna serta berpotensi untuk dikomersilkan di pasaran.

Seterusnya analisis proksimat untuk *Spinach Rolling Crackers* di Jadual 5 menunjukkan kandungan nutrisi untuk 100g mengandungi jumlah tenaga sebanyak 431 kcal. Kandungan

tenaga yang tinggi ini dapat menjadikan *Spinach Rolling Crackers* sebagai salah satu kudapan yang memberikan tenaga kepada pengguna selepas memakannya. Kandungan nutrien yang pelbagai seperti vitamin, mineral, antioksidan di dalam bayam itu sendiri dapat meningkatkan kualiti kesihatan manusia (Rober & Moreau, 2016).

Kesimpulan

Kesimpulannya, produk *Spinach Rolling Crackers* telah dihasilkan sebagai salah satu snek sihat yang berasaskan sayur bayam dalam menggalakkan rakyat Malaysia untuk memakan sayur. Formulasi F1 telah dipilih untuk dibangunkan kerana analisis sensori menunjukkan F1 yang mengandungi 40% kandungan bayam paling diterima berbanding formulasi lain kerana penerimaan keseluruhan iaitu 4.25 ± 0.903 menunjukkan nilai min skor yang paling tinggi. Seterusnya *Spinach Rolling Crackers* juga mempunyai nilai nutrisi yang tinggi setelah ujian proksimat dijalankan dimana *Spinach Rolling Crackers* mempunyai tenaga 431kcal, karbohidrat 73.8g, lemak 11.4g dan protein 8.4g per 100g.

Rujukan

- Abdullah, A. (2000). *Prinsip penilaian sensori*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia, 2000.
- Akhtar, S., Ismail, T., Fraternal, D., & Sestili, P. (2021). Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food applications. *Food Chemistry*, 340, 127-919.
- Atwater, W. O., & Woods, C. D. (1898). *Dietary studies in New York City in 1895 and 1896* (No. 46). US Government Printing Office.
- Cowan, A. E., Higgins, K. A., Fisher, J. O., Tripicchio, G. L., Mattes, R. D., Zou, P., & Bailey, R. L. (2020). Examination of different definitions of snacking frequency and associations with weight status among US adults. *PloS one*, 15(6), e0234355.
- Institut Kesihatan Umum. (2023). *Lembaran Fakta Tinjauan Kebangsaan Kesihatan dan Morbiditi 2023: Penyakit Tidak Berjangkit & Permintaan Jagaan Kesihatan*. Kementerian Kesihatan Malaysia.
- Lau, K. Q., Sabran, M. R., & Shafie, S. R. (2021). Utilization of vegetable and fruit by-products as functional ingredient and food. *Frontiers in nutrition*, 8, 661693.
- Murcia, M. A., Jiménez-Monreal, A. M., Gonzalez, J., & Martínez-Tomé, M. (2020). Spinach. In *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables* (pp. 181-195). Academic Press.
- Nurhanan, A. R., Xin, D. T. W., & Tham, L. (2021, May). Physicochemical properties and sensory evaluation of green and red spinach crackers. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 756, No. 1, p. 012079). IOP Publishing.
- Perfilova, O. V., Akishin, D. V., Vinnitskaya, V. F., Danilin, S. I., & Olikainen, O. V. (2020). Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 548, No. 8, p. 082071). IOP Publishing.
- Roberts, J. L., & Moreau, R. (2016). Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. *Food & Function*, 7(8), 3337-3353.
- Tas, A. A., Ahmed, H., Alnatour, G., & Koca, K. (2020). Healthy snack. Intervention to improve the nutritional knowledge of university students', *Adv Nutri and Food Scie: ANAFS-166*, 1-8.
- Toh, D. W. K., Koh, E. S., & Kim, J. E. (2020). Incorporating healthy dietary changes in addition to an increase in fruit and vegetable intake further improves the status of cardiovascular disease risk factors: A systematic review, meta-regression, and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition Reviews*, 78(7), 532-545.

Williamson, V. G., Dilip, A., Dillard, J. R., Morgan-Daniel, J., Lee, A. M., & Cardel, M. I. (2020). The influence of socioeconomic status on snacking and weight among adolescents: A scoping review. *Nutrients*, 12(1), 167.

PENGGUNAAN D-FRY FEED PSS SEBAGAI MAKANAN IKAN KOS RENDAH

Imran Affandi Baki ¹, Velerie Lords Andrew ¹, Mohamad Azrizan Bin Junim ¹

¹Politeknik Sandakan, Sabah

^{1*}imran@pss.edu.my, ¹elerielords75@gmail.com.my, ¹mazrizan@gmail.com.my

Abstrak

D-FRY FEED PSS ialah makanan formulasi berasaskan bahan-bahan yang mudah diperolehi dengan kos yang murah. Bahan yang digunapakai seperti ikan kembung dan tumbuhan *Duckweed* digunakan sebagai eksperimen. Objektif kajian untuk menghasilkan makanan rumusan yang murah, menjimatkan masa dan mudah diperolehi di Sabah. Potensi makanan rumusan diuji terhadap tumbesaran dan menentukan kadar hidup benih ikan keli bermula dari umur tiga hari. Kajian ini mengambil masa selama empat minggu dan empat sampel dengan menggunakan tangki ternakan bersaiz 100 liter. Penggunaan makanan ini lebih tinggi dengan kadar hidup iaitu 79.6 % untuk sampel tangki A1-A3 manakala untuk sampel tangki B1-B3 ialah 19.3%. Tumbesaran ikan keli Afrika pada sampel tangki A1-A3 kadar tumbesaran 0.6-3.0cm manakala tangki B1-B3 0.6-2.5 cm dalam tempoh 4 minggu. Purata berat sampel ikan bagi tangki A ialah 24.37g dan tangki B bersamaan 5.10g. Penggunaan makanan dalam kajian ini memberi kesan positif terhadap kadar hidup dan tumbesaran ikan keli.

Kata kunci: Ikan Keli, Tumbesaran, Kadar Hidup

Pengenalan

Di Malaysia, *Clarias gariepinus* merupakan spesis ikan keli ternakan akuakultur yang mula diperkenalkan di Thailand pada tahun 1986-1989. Penternakan pertama ikan keli Afrika di Malaysia dilaporkan pada 1987 dengan pengeluaran tahunan sebanyak 6.46 tan metrik dan berkembang secara signifikan. Industri ternakan ikan keli telah mencatatkan perkembangan pesat dalam tempoh dua dekad telah menjadikan ikan yang paling banyak ditenak di kawasan air tawar mengatasi jumlah ternakan tilapia merah pada 2008. Catatan penghasilan bernilai RM 223,056 (USD 51,271) menyumbang kepada 10% jumlah pengeluaran akuakultur air tawar (45.19%) (Dauda et al., 2018).

Pernyataan Masalah

Harga makanan untuk ikan yang terlalu mahal terutamanya pelet benih ikan keli memerlukan kadar protein yang tinggi untuk tumbesaran memberi kesan kepada para penternak akibat kos makanan ikan yang mahal memberi kesan yang negatif kepada keperluan makanan ikan seharian yang sepatutnya mencukupi pemakanan ikan tersebut. (Hazwan, 2017). Berikutan harga pelet yang sedia ada dipasaran mencecah RM100 bagi 20kg turut memberi impak kepada perusahan ternakan ikan.

Objektif Kajian

1. Untuk menghasilkan makanan ikan yang murah, menjimatkan masa dan bahan yang mudah diperolehi.
2. Untuk menentukan kesan D-FRY FEED PSS terhadap tumbesaran benih ikan keli.
3. Untuk menentukan kadar hidup benih ikan keli.

Kajian Literatur/Sorotan Kajian

Pemakanan ikan merupakan faktor penting di dalam bidang akuakultur kerana kos makanan merupakan sebahagian besar daripada kos pengeluaran ikan ternakan. Makanan rumusan ini merupakan proses gabungan sumber bahan makanan yang berbeza mengikut perkadaran yang

diperlukan untuk menyediakan jumlah nutrien yang diperlukan, diet yang seimbang bagi peringkat ikan serta menentukan kos pengeluaran yang berpatutan (Norsida et al., 2014). Makanan rumusan yang diformulakan mempunyai beberapa kelebihan berbanding kaedah akuakultur tradisional, seperti mengurangkan pergantungan kepada stok ikan liar sebagai sumber makanan, meningkatkan kecekapan penggunaan makanan, dan meminimumkan kesan alam sekitar operasi akuakultur (Dauda et al., 2018). Walau bagaimanapun, penting untuk memastikan bahawa makanan yang dirumuskan yang digunakan dalam jenis akuakultur ini adalah berkualiti tinggi dan tidak mengandungi bahan cemar atau bahan tambahan berbahaya yang boleh memberi kesan negatif kepada kesihatan haiwan akuatik.

Makanan rumusan yang dipanggil pelet selalunya terdiri daripada bahan separa lembap dan kering. Namun, makanan rumusan kering lebih digemari oleh perternak kerana ia mudah didapati di pasaran dan tahan lama jika disimpan di tempat yang sesuai seperti tidak terdedah dengan matahari. Pelet separa mudah dihasilkan, diterima serta kos jualan yang murah berbanding dengan makanan rumusan kering. Pelet juga mempunyai ciri-ciri timbul dan tenggelam di permukaan air tetapi pelet bersifat timbul lebih digemari penternak mengangggarkan kuantiti makanan yang diperlukan ikan untuk mengelakkan pembaziran (Relicardo, 2015). Dalam proses penghasilan makanan rumusan, mengetahui kandungan nutrient yang diperlukan sangat penting untuk setiap spesis ternakan ikan seperti lembapan (air), protein (asid amino), lipid (lemak, minyak, asid lemak), karbohidrat (gula, kanji), vitamin dan mineral. Ikan memperoleh sumber tenaga melalui makanan berasaskan protein, lipid dan karbohidrat (Grace, 2016).

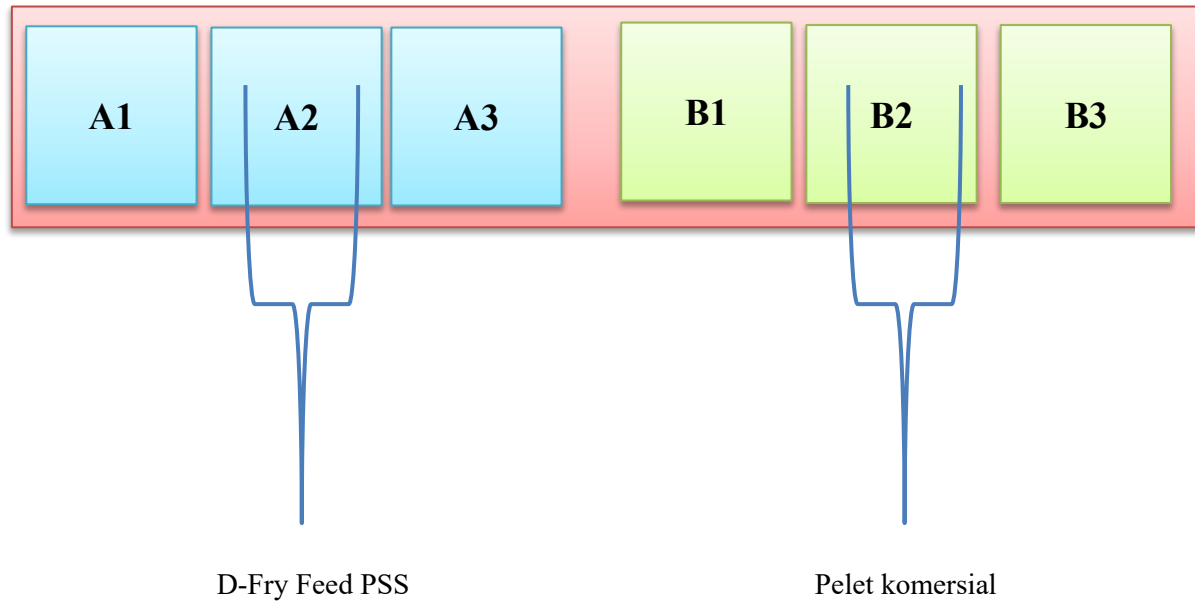
Komposisi makanan rumusan dalam akuakultur sangat penting kerana mempengaruhi kesihatan dan pertumbuhan ikan dan spesies akuatik. Komposisi makanan rumusan mempunyai kandungan berupaya meningkatkan serta mempercepatkan kadar pertumbuhan ikan. Komposisi makanan rumusan haruslah bersesuaian dengan tahap umur dan jenis spesies kerana mempengaruhi sistem pencernaan sistem biologi spesis. Kebiasaanya makanan diperbuat daripada gabungan bahan semula jadi seperti tepung soya, tepung ikan, minyak sawit serta bahan tambahan sintetik seperti mineral dan vitamin. Selain itu, zat makanan tersebut perlulah diberi dengan kadar yang bersesuaian. Kekurangan sesuatu zat makanan mengakibatkan pertumbuhan yang negatif dan jika sebaliknya, zat yang berlebihan menjadikan sesuatu diet bersifat tidak ekonomik (Fitri, 2022). Komposisi makanan rumusan boleh dinilai secara sistematik melalui ujian saintifik kimia untuk menentukan kandungan seperti air, protein kasar, lemak kasar dan kandungan berkaitan. Kebanyakan pengeluar dan peladang menjadikan analisis dapatan makmal sebagai parameter asas dalam menentukan kualiti bahan makanan (Hairul, 2019). Komposisi makanan rumusan ini berbeza mengikut variasi spesis ikan yang ditenak dan dikomersialkan.

Pandey, 2013 mengklasifikasikan makanan rumusan untuk akuakultur kepada beberapa komponen penting:

- a) Protein: Komponen penting yang berperanan dalam pertumbuhan dan pemeliharaan sistem jaringan membran sel. Sumber protein umum digunakan dalam makanan ikan seperti tepung ikan, tepung jagung dan tepung daging.
- b) Lipid: Lemak merupakan sumber energi utama bagi ikan dan membantu dalam pengembangan organ reproduksi. Sumber lemak boleh diperoleh daripada minyak ikan laut, dan minyak sayuran.
- c) Karbohidrat: Sumber energi tambahan dalam makanan ikan. Sumber karbohidrat diperoleh dalam makanan ikan termasuk jagung, tepung gandum.
- d) Vitamin dan mineral: Vitamin dan mineral menjaga kualiti kesihatan ikan dan memastikan pertumbuhan yang optimal. Kepelbagaian dan jumlah vitamin dan mineral adalah kompleks dan disediakan secara sintetik serta didapati secara komersial.

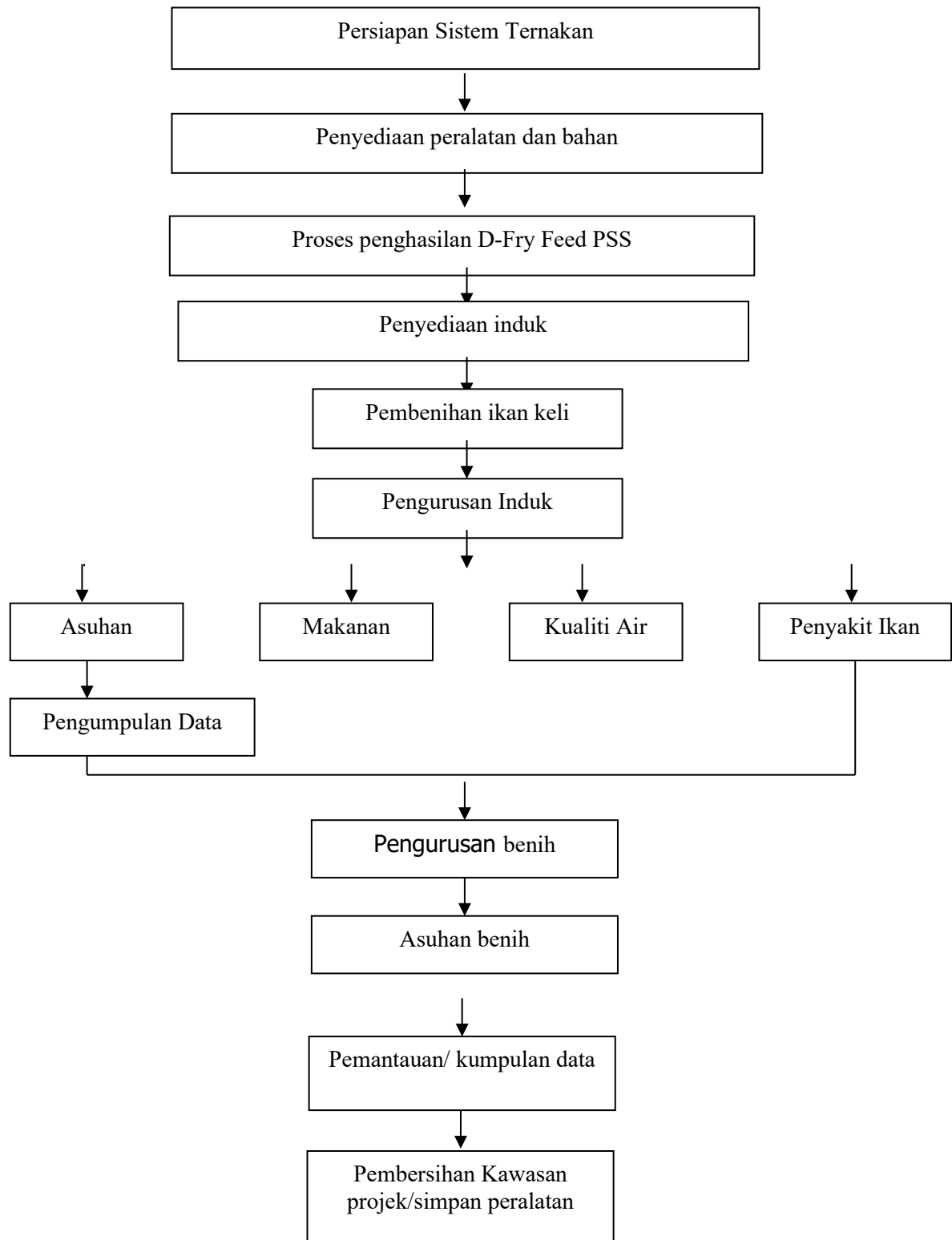
Metodologi Kajian

Kajian ini dijalankan sepenuhnya di Pusat Kajian dan Ternakan Akuakultur, Politeknik Sandakan Sabah.

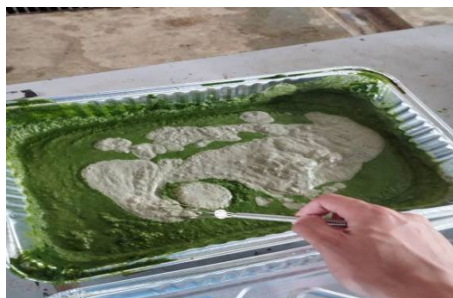


Rajah 1: Susunan Tangki Bagi Kajian Pemberian Makanan Terhadap Benih Ikan keli

Kaedah pemberian makan benih ikan keli menggunakan 3 sampel tangki (A dan B). Sampel benih ikan yang berumur 4 hari (benih keli 0.5cm) diberi makan dengan menggunakan makanan yang telah disediakan iaitu tangki A menggunakan sampel D-Fry Feed PSS, manakala tangki B hanya produk makanan komersial dipasaran. Sebelum pemberian makan, kedua dua makanan ditimbang terlebih dahulu sebanyak 5 gram untuk pemerhatian baki sisa makanan sebelum menetapkan berat makanan yang bersesuaian untuk minggu pertama hingga minggu seterusnya.



Rajah 2: Carta Alir Kajian D-FRY Pellet



Rajah 3: Proses Penghasilan D-FRY Feed Pellet PSS

Dapatan Kajian

Jadual 1: Keputusan Ujian Makmal D-FRY-FEED PSS

Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Tenaga, kcal/100g(kJ)
32.3	7.0	41.9	360(1,505)

Data sampel tangki A

Sampel 100 ekor benih ikan keli diletakkan pada setiap tangki A-1, A-2 dan A-3. Data menunjukkan jumlah panjang, jumlah berat, kadar survival dan *FCR* bagi tangki A-1, A-2 dan A-3 yang dikumpul selama empat minggu. Pada minggu pertama dan minggu kedua hanya data jumlah panjang yang dapat di ambil kerana pada minggu pertama dan minggu kedua benih ikan keli telah di asingkan mengikut tangka dan data bagi jumlah panjang, jumlah berat, kadar survival dan *FCR* mula di kumpulkan. Jumlah panjang pada minggu pertama adalah 0.6cm dan pada minggu kedua jumlah panjangbenih ikan keli meningkat daripada 0.6cm kepada 1.0cm. Pada minggu ketiga Jumlah panjang benih keli meningkat daripada 1.0cm kepada 1.5cm dan pada minggu ketiga jumlah berat bagi benih keli mencecah 5.64g dan pada minggu ketiga kadar survival bagi benih ikan keli adalah 100% kerana pengasingan mula dilakukan pada minggu ketiga. *FCR* benih ikan keli pada minggu ketiga adalah 1.06. Akhir sekali pada minggu keempat jumlah panjang benih ikan keli telah mencecah 3cm dan jumlah berat benih ikan keli telah mencapai 24.37g manakala kadar survival bagi benih ikan keli pada minggu keempat menunjukkan penurunan daripada 100% kepada 79.66% penurunan ini berlaku diakibatkan oleh kanibalisme sesama benih ikan keli dan *FCR* untuk tangki A pada minggu keempat adalah 0.74.

Jadual 2 : Data tangki A

Minggu	Jumlah Panjang (cm)	Jumlah Berat (g)	Kadar Survival (%)	FCR
1	0.6cm	0	0	0
2	1cm	0	0	0
3	1.5cm	5.64g	100%	1.06
4	3cm	24.37g	79.66%	0.74

Data sampel tangki B

Sampel 100 ekor benih ikan keli diletakkan pada setiap tangki B-1, B-2 dan B-3. Data yang dikumpulkan merangkumi data jumlah panjang, jumlah berat, kadar survival dan *FCR* bagi keseluruhan tangki B yang dikumpulkan selama empat minggu. Pada minggu pertama dan minggu kedua hanya data jumlah panjang yang dapat di kumpulkan. Pada minggu ketiga dan minggu keempat setiap tangki telah memiliki jumlah keli yang tepat dan pada minggu ketiga dan minggu keempat juga data untuk jumlah panjang, jumlah berat, kadar survival dan *FCR* mula dikumpulkan. Jumlah panjang pada minggu pertama adalah 0.6cm dan pada minggu kedua jumlah panjang meningkat kepada 0.9cm.

Pada minggu ketiga *Total Length* benih ikan keli di tangki B meningkat ke 1.2cm, *Total Weight* benih ikan keli di tangki B adalah 5.37g dan *Survival Rate* benih ikan keli pada minggu ketiga adalah 100% manakala *FCR* bagi minggu ketiga adalah 0.89. Pada minggu keempat *Total Length*

bagi benih ikan keli di tangki B mencecah 2.5cm dan *Total Weight* bagi tangki B hanyalah 5.10g hal ini berlaku kerana berlaku banyak kematian pada tangki B. *Survival Rate* bagi tangki B pada minggu keempat menunjukkan penurunan yang drastis daripada 100% kepada 19.33% dan *FCR* bagi benih tangki B adalah 1.17.

Jadual 3 : Data tangki B

Minggu	Jumlah Panjang (cm)	Jumlah Berat (g)	Kadar Hidup (%)	FCR
1	0.6cm	0	0	0
2	0.9cm	0	0	0
3	1.2cm	5.37g	100%	0.89
4	2.5cm	5.10g	19.33%	1.17

Hasil yang diperolehi berdasarkan data pada jadual yang telah rekodkan sepanjang pengumpulan dan pemerhatian pada benih ikan keli afrika ialah, menunjukkan D-FRY FEED PSS boleh menjadi makanan pada benih ikan keli. Data menunjukkan tumbesaran benih ikan keli Afrika lebih cepat berbanding dengan memberikan pelet komersial. Selain kos nya yang murah, makanan ini mudah untuk diberikan dan hasil daripada projek ini amat membantu dengan efisien dan menguntungkan di masa hadapan.

Sepanjang tempoh eksperimen pemberian dua jenis makanan yang berbeza iaitu D-FRY FEED PSS dan pelet komersial kepada dua sampel tangki benih ikan keli Afrika yang diasingkan iaitu tangki sampel A1-A3 dan B1-B3. Berdasarkan pemerhatian, terdapat kekurangan peratus kematian pada tangki sampel A1-A3 yang diberikan makanan eksperimen iaitu sampel, manakala pada tangki sampel B1-B3 kadar kematian sering bertambah dari masa ke masa sepanjang tempoh eksperimen dijalankan. Ini menunjukkan makanan ini menjadikan kadar hidup benih ikan keli Afrika yang dijaga oleh sebab faktor seperti kualiti air yang sering terjaga untuk makanan ini. Berdasarkan kesimpulan setiap jadual data sepanjang tempoh eksperimen, benih ikan keli Afrika daripada sampel tangki A1-A3 secara perlahan membiasakan untuk memakan makanan yang dihasilkan dan pada akhirnya tahap keterimaan terhadap makanan ini. Manakala untuk jadual data tangki sampel B1-B3, dalam pemerhatian sepanjang pemberian pelet komersial menunjukkan kadar penurunan kadar hidup benih ikan keli afrika yang dijaga.

Perbincangan

Pengumpulan data dan analisis untuk D-FRY FEED PSS, terdapat beberapa cadangan yang boleh digunakan untuk penambahbaikan seperti mengubah bentuk produk menjadi sepeerti emping atau bulat dan apabila dimasukkan ke dalam air dan mudah di makan oleh benih ikan (Fitri, 2022). Selain itu, dari segi pembungkusan pula penambahbaikan boleh dilakukan dengan menggunakan pembungkus yang lebih menarik dan kedap udara untuk membuat produk tidak terlihat membosankan dan untuk mengelakkan produk daripada rosak dan berkulat. Penambahbaikan yang boleh dilakukan terhadap D-FRY FEED PSS adalah untuk menambahkan bahan pengawet pada produk agar produk tahan untuk masa yang lebih lama. Tiada penggunaan bahan pengawet semasa persampelan dijalankan. Terdapat beberapa cadangan penambahbaikan perlu dibuat bagi projek lanjutan pada masa akan datang. Cadangan pertama ialah menggunakan “Recirculating Aquaculture System” (RAS) supaya dapat mengawal kualiti air. Seterusnya, penambahbaikan mutu pengambilan data, agar dapat data yang direkodkan lebih tepat dengan menggunakan teknologi pengiraan kualiti air yang lebih

canggih (Hazwan, 2017). Ini agar memudahkan pengambilan data agar lebih tepat. Akhir sekali adalah memanjangkan tempoh kajian, bagi mendapat data yang lebih banyak. Melalui pengambilan data yang banyak maka hasil kajian akan lebih tepat dan akan lebih mengukuhkan lagi hasil kajian yang telah dilakukan.

Kesimpulan

D-FRY FEED PSS merangkumi makanan formulasi kos rendah dengan beberapa bahan yang dipakai untuk menghasilkan produk makanan yang murah dan mampu dimiliki oleh semua peternak-peternak ikan keli Afrika di Malaysia. Projek ini bertujuan untuk meringankan beban yang ditanggung oleh peternak ikan keli Afrika dari segi kos untuk pembelian makanan untuk benih ikan yang ditenak. Pada masa kini, kos terbesar yang dihadapi oleh para peternak ikan ialah kos makanan yang mahal untuk keperluan ternakan ikan yang ditenak. Pengaruh terbesar ke atas akses kepada makanan ialah harga, yang sebahagian besarnya ditentukan oleh pasaran dan pendapatan para peternak sendiri. Penggunaan daging dan ikan yang mahal berbanding makanan berkanji seperti beras atau jagung, dikaitkan dengan kemampuan (Miles et al., 2021).

Selain itu, projek makanan ini akan menjadikan ternakan peternak benih ikan keli Afrika lebih efisien dengan hasil yang dapat dibuat dalam tempoh masa yang sedikit cepat berbanding sebelum ini (Daude et al., 2018). Kemampuan untuk mendapatkan hasil saiz ternakan ikan keli yang diinginkan dapat memberi impak untuk sesebuah ternakan kecil-kecilan memasarkan hasil ternakan mereka dengan cepat. Oleh itu, ia dapat menyokong dari segi keperluan kos untuk membeli makanan ternakan benih ikan keli Afrika mereka tanpa merisaukan stok makanan yang berkurang dari masa ke masa.

Rujukan

- Dauda, A. B., Natrah, I., Karim, M., Kamarudin, M. S., & Bichi, A. U. H. (2018). African catfish aquaculture in Malaysia and Nigeria: Status, trends and prospects. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 9(1), 1-5.
- Fitri, D. S. (2022). pakan ikan mas terbaik untuk budidaya: jenis, kandungan nutrisi dan komposisi. *GDM Organic*.
- Grace, Q. (2016). How to make fish feed pellets. *Fish Feed Development in the United States*, 1.
- Purnomo, G. (2020). S.Pi, Ikan kembung; Klasifikasi, Morfologi, Habitat dll.
- Hazwan, M. J. (2017). Perlaksanaan sistem pemberi makan ikan pada kolam sebenar. *Journal of Engineering and Health Sciences* 1 (1), 107-116.
- Karsono, A. (2022). Pengaruh kombinasi bahan pakan pelet dan phytogetic terhadap pertumbuhan dan FCR benih ikan Tambakan (*Helostoma Temminckii*).
- Khairul, H. (2019). *Makanan Fry-Artemia / BBS*.
- Retrieved from blogspot:<http://teratakbettatrg.blogspot.com/2019/01/makanan-fry-artemia.html?m=1>
- Miles, R. D., & Chapman, F. A. (2021). the benefits of fish meal in aquaculture diets. *Environmental Science*, 1.
- Neil, J. G., & Vincent, O. (2019). the effect of stocking density on profitability of african catfish (*Clarias gariepinus*) culture in extensive pond system.
- Norsida Man, N. S. (2014), Artikel Buletin Teknologi Pertanian, bil 3/2014, Fakulti Pertanian, Universiti Putra Malaysia.
- Pandey, G. (2013). Feed formulation and feeding technology for fishes. *International Research Journal of Pharmacy*, 23- 24.
- Relicardo, M. C. (2015). feed formulation for sustainable aquaculture. *Aquaculture Department Southeast Asian Fisheries Development Center*, 223-230.

KAJIAN KUALITI AIR DALAM SISTEM AKUAPONIK MENGGUNAKAN IKAN PUYU DAN DAUN KESUM (A.T.P.O)

Noor Affande bin Abdul Rahman¹, Subir Bin Musta¹

¹Politeknik Kota Kinabalu

^{1*}nooraffande@polikk.edu.my, ¹subir@polikk.edu.my

Abstrak

Permintaan global yang meningkat terhadap amalan pertanian yang mampan dan cekap telah mendorong penyelidikan kaedah inovatif seperti akuaponik, yang mengintegrasikan akuakultur dan hidroponik untuk mencipta ekosistem simbiosis. Kajian ini tertumpu kepada "Mengkaji Kualiti Air Berkonsep Sistem Akuaponik yang Melibatkan Ikan Puyu, *Anabas testudineus* dan Daun Kesum, *Persicaria odorata* (*Anabas testudineus*-*Persicaria odorata*)," dengan matlamat menilai kualiti air dalam sistem akuaponik yang melibatkan ikan puyu dan daun kesum. Kajian ini akan menyiasat interaksi dinamik antara ikan, tumbuhan, dan mikroorganisma dalam persekitaran akuaponik, dengan penekanan khusus kepada parameter kualiti air seperti pH, suhu, kekeruhan, permintaan oksigen biokimia dan oksigen terlarut. Projek ini bertujuan untuk menilai keberkesanan sistem akuaponik dalam mengekalkan keadaan air optimum untuk kedua-dua ikan dan tumbuhan, menyumbang kepada pengeluaran makanan yang mampan. Dengan memantau dan menganalisis penunjuk kualiti air utama, kajian ini bertujuan untuk memberikan pandangan tentang kecekapan sistem, kitaran nutrien, dan potensinya untuk meningkatkan kelestarian alam sekitar secara keseluruhan. Pertumbuhan ikan puyu iaitu pertambahan sebanyak 0.23 g/minggu, dengan berat awal purata 17.29 g dan berat akhir purata 18.66 g, purata pertambahan Panjang adalah 0.08 cm/minggu, dengan panjang awal purata 8.19 cm dan panjang akhir purata 8.67 cm dengan nilai sisihan piawai 0.185. Ini menunjukkan pertumbuhan yang sihat dalam sistem akuaponik. Seterusnya, pertumbuhan daun kesum menunjukkan purata pertambahan daun sebanyak 12.5 helai/minggu, dengan bilangan daun awal purata 3 helai dan bilangan daun akhir purata 78 helai, purata pertambahan tinggi bertambah sebanyak purata 0.26 cm/minggu, dengan tinggi awal purata 21.13 cm dan tinggi akhir purata 22.69 cm dengan nilai sisihan piawai 0.602. Ini menunjukkan perkembangan yang baik dalam sistem akuaponik.

Kata kunci: Ikan Puyu, Daun Kesum, Sistem Akuaponik

Pengenalan

Sektor akuakultur boleh memberikan pendapatan yang lumayan, namun begitu, aktiviti ini juga berhadapan dengan pelbagai risiko dan cabaran. Antara cabaran utama kepada sektor akuakultur ialah jangkitan penyakit terhadap ternakan seperti ikan dan udang yang boleh mengakibatkan kerugian besar. Justeru itu, kawalan kesihatan menjadi salah satu agenda terpenting oleh pihak yang terlibat dalam sektor ini. Kawalan kesihatan ikan ternakan berkait rapat dengan kualiti air yang menjadi benteng pertahanan utama. Selain itu, faktor biologi seperti kehadiran bakteria tidak berbahaya, bakteria berbahaya, dan bakteria oportunistik mestilah pada komposisi yang sesuai, serta kehadiran mikroalga bertoksik mestilah pada komposisi yang rendah. Pemantauan dan kawalan kualiti air ini menjadi satu cabaran utama kepada penternak kerana memerlukan pengetahuan dan alatan pengukuran bersesuaian, dan tenaga kerja yang tinggi.

Ia juga terlibat dalam kitaran hidrologi bumi, di mana air di permukaan akan melalui proses pengewapan, membentuk awan, dan kembali ke permukaan dalam bentuk hujan. Kualiti air merujuk kepada ciri-ciri kimia, biologi, fizikal, dan radiologi air. Penilaian kualiti air adalah penting untuk menentukan kesesuaian air untuk kegunaan seperti air minuman, rekreasi, agrikultur dan kegunaan industri. Kualiti air yang rendah memberi impak kepada kesihatan manusia, ekosistem, dan ekonomi. Indeks Kualiti Air dikira berdasarkan enam parameter utama iaitu permintaan oksigen biokimia (*Biological Oxygen Demand*, BOD), permintaan oksigen kimia (COD), Ammoniacal Nitrogen (NH₃N), pH, oksigen terlarut (DO), dan pepejal terampai (SS). Kualiti air yang sesuai untuk aktiviti penanaman dan penternakan ikan adalah berbeza mengikut jenis ikan dan tanaman.

Latar Belakang Kajian

Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti kualiti air yang sesuai untuk pertumbuhan daun kesum (*Persicaria odorata*) dan ikan puyu (*Anabas testudineus*) dalam sistem akuaponik. Terdapat beberapa jenis sistem akuaponik yang digunakan di luar, tetapi kajian ini menggunakan sistem akuaponik jenis *Nutrient Film Technique* (NFT). Kesesuaian parameter air bagi setiap ikan dan tumbuhan adalah berbeza mengikut jenis. Petani dan orang awam yang menggunakan sistem ini selalunya tidak menentukan kualiti air yang sesuai bagi tumbuhan dan ikan di peringkat awal kerana terlalu banyak variasi ikan dan tumbuhan yang digunakan. Hal ini menyebabkan mereka tidak mendapat hasil yang memuaskan dan mengalami kerugian seperti tanaman yang tidak subur dan ikan yang tidak sihat. Kajian – kajian yang pernah dilakukan sebelum ini melibatkan penggunaan ikan dan tumbuhan seperti ikan tilapia dan sayur kangkung (Azhari et al., 2018), ikan tengadak dan sayur kangkung, selada dan sawi (Hasan & Prasetyo, 2018) dan juga ikan keli dan kangkung (Harianto & Budiardi, 2021). Kajian yang akan dilakukan pula akan membantu pengguna sistem akuaponik untuk mengenal pasti parameter fizikal dan kimia air yang sesuai bagi ikan puyu dan daun kesum. Kajian ini mampu memberi pengetahuan dan informasi yang boleh diaplikasikan secara terus di peringkat awal reka bentuk sistem, sekali gus membolehkan pengguna mendapatkan hasil yang optimum dalam masa yang lebih singkat.

Pernyataan Masalah

Petani atau orang awam yang menggunakan sistem akuaponik menghadapi masalah untuk mengenalpasti kualiti air yang sesuai untuk tumbuhan dan ikan yang dipilih oleh mereka. Ini menyebabkan mereka susah untuk mendapatkan hasil yang optimum dari sistem tersebut, malahan sesetengah pengguna juga mula untuk kehilangan minat dan berhenti menggunakan sistem ini. Hal yang demikian berlaku kerana mereka mempunyai kekangan seperti tidak mempunyai peralatan yang sesuai untuk menguji kualiti air dan tidak mempunyai kemampuan kewangan untuk melakukan ujian parameter air melalui perkhidmatan berbayar. Mereka menggunakan kaedah cuba jaya untuk mendapatkan kualiti air yang sesuai bagi ikan dan tumbuhan yang telah dipilih. Namun begitu, kaedah konvensional ini mengambil masa dan tenaga yang banyak tetapi hasil akhir tidak mencapai hasil maksimum yang boleh dicapai oleh sistem tersebut. Pada zaman ini, amatlah penting untuk menggunakan sumber secara lestari dan mesra alam. Sistem akuaponik menyokong isu ini dengan mengurangkan penggunaan air dan baja dalam pertanian selain dapat dilaksanakan oleh semua peringkat masyarakat mahupun kepada masyarakat bandar yang mempunyai ruang kediaman yang terhad. Kajian seperti ini mampu memberi inspirasi kepada para pengguna akuaponik untuk memanfaatkan penggunaan sistem ini dengan semaksima mungkin. Jika kajian untuk mengenalpasti kualiti air yang sesuai bagi tumbuhan dan ikan seperti ini tidak dilakukan, pengguna akuaponik akan terus menggunakan kaedah cuba jaya untuk mereka bentuk sistem akuaponik mereka. Ini akan menyebabkan mereka mengalami kesukaran untuk menjaga dan memenuhi keperluan

akuaponik mereka, yang boleh mendorong kepada kegagalan dan akhirnya memaksa mereka untuk mengabaikan atau menghentikan sistem tersebut.

Objektif Kajian

Dalam kajian ini, beberapa objektif telah ditetapkan dan dijadikan asas untuk mencapai matlamat kajian iaitu:

- a. Untuk mengenalpasti parameter air yang sesuai untuk akuaponik menggunakan A.T.P.O melalui ujian parameter fizikal air iaitu *Dissolved Oxygen* (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), kekeruhan dan suhu, dan parameter kimia air iaitu pH.
- b. Untuk menentukan kadar pertumbuhan ikan puyu (*Anabas testudineus*) dalam sistem akuaponik A.T.P.O.
- c. Untuk menentukan kadar pertumbuhan daun kesum (*Persicaria odorata*) dalam sistem akuaponik A.T.P.O.

Persoalan Kajian

Tujuan utama kajian ini dijalankan adalah untuk mengkaji kesesuaian parameter fizikal air iaitu DO, BOD, kekeruhan dan suhu, dan parameter kimia air iaitu pH dalam akuaponik menggunakan A.T.P.O. Selain itu, ia juga bertujuan untuk menentukan kadar pertumbuhan ikan puyu dan daun kesum dalam sistem akuaponik. Bagi menjalankan penyelidikan ini, penyelidik memfokuskan kepada tiga persoalan penting iaitu, Adakah ikan puyu dapat membesar dengan baik dalam sistem akuaponik menggunakan (A.T.P.O). Adakah daun kesum dapat bertumbuh dengan subur dalam sistem akuaponik menggunakan (A.T.P.O) Apakah julat parameter fizikal dan kimia air kolam yang sesuai untuk ikan dan tumbuhan dalam akuaponik menggunakan (A.T.P.O.).

Skop Kajian

Kajian ini memfokuskan kepada kualiti air dalam sistem akuaponik dengan menggunakan ikan puyu dan daun kesum. Selain itu, tahap keberkesanan sistem akuaponik menggunakan A.T.P.O ini juga dinilai melalui kadar pertumbuhan ikan dan tanaman. Bahan yang digunakan dalam kajian ini ialah daun kesum, ikan puyu, paip, bekas untuk meletakkan ikan dan pam air. Selain itu, alat pengukur kualiti air juga digunakan seperti *DO Meter*, *pH Meter*, *Turbidity Meter* dan alat penimbang.

Kepentingan Kajian

Kajian yang akan dijalankan ini mempunyai beberapa kepentingan. Antaranya adalah bagi:

- a. Memastikan ikan puyu dapat membesar dalam ekosistem akuaponik A.T.P.O.
- b. Memastikan daun kesum dapat tumbuh dengan subur dalam ekosistem akuaponik A.T.P.O.
- c. Menjimatkan kos kajian dengan menggunakan alat ujian yang terdapat di Makmal Kualiti Air Politeknik Kota Kinabalu.
- d. Memberi pendedahan kepada orang awam tentang kelebihan menggunakan sistem akuaponik dalam kehidupan.

Kualiti air yang baik dapat membantu pengguna akuaponik untuk mendapatkan hasil maksimum dari sistem mereka sendiri. Kualiti air dalam sistem akuaponik yang memenuhi keperluan ikan dan tumbuhan amatlah penting untuk mewujudkan satu habitat semulajadi yang berkesan untuk kedua-dua hidupan, sekali gus memberikan hasil yang maksimum kepada pengguna.

Jika air dalam sistem ini tidak menepati parameter yang sesuai bagi hidupan akuaponik yang dipilih, risiko untuk mengalami kerugian adalah tinggi. Penentuan parameter fizikal dan kimia

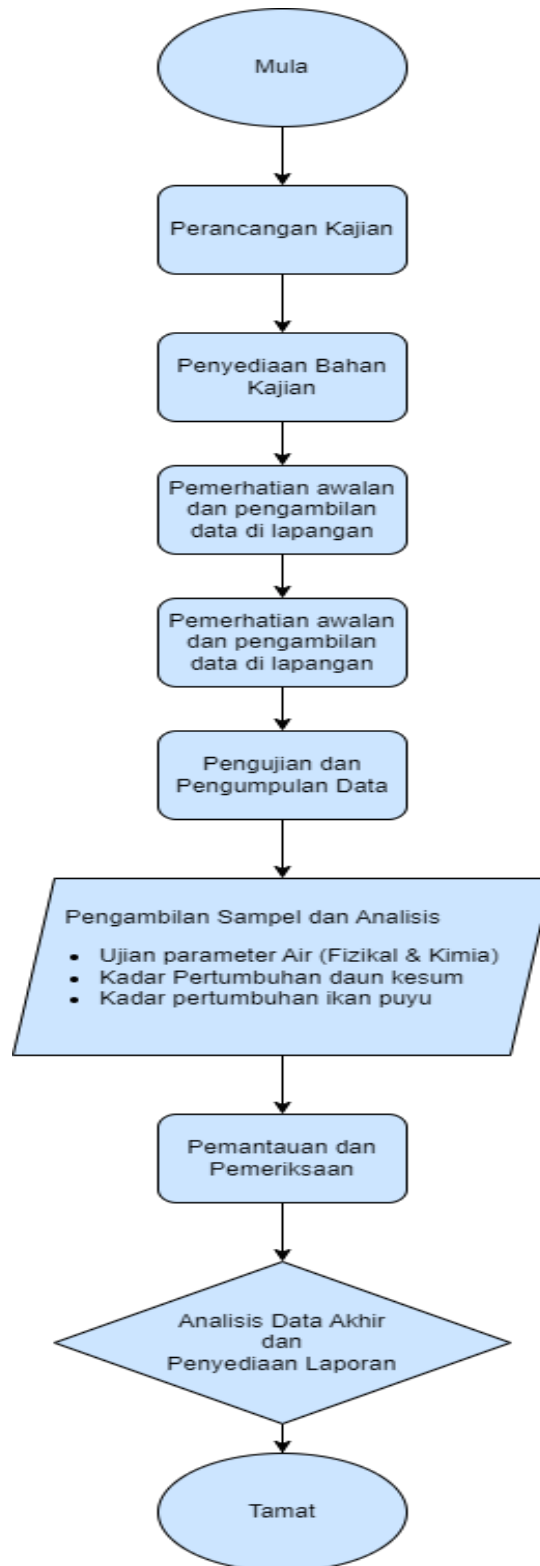
air yang sesuai mampu mengurangkan kerugian yang dialami pengguna dan menanamkan minat yang lebih mendalam untuk menceburi bidang akuaponik juga mampu memberi peluang kepada pengguna untuk membuka perniagaan berasaskan hasil dari akuaponik mereka sendiri. Aplikasi sistem akuaponik ini juga mampu memberi impak kepada orang lain dengan memberi pendedahan tentang kebaikan akuaponik iaitu mengurangkan penggunaan baja dan pencemaran air disebabkan penggunaan baja kimia dalam pertanian. Jika hal ini tidak didedahkan kepada masyarakat, masyarakat akan terus menggunakan kaedah konvensional yang tidak begitu efisien dan pencemaran air akan terus berlaku secara berleluasa di negara kita.

METODOLOGI KAJIAN

Kaedah yang digunakan adalah berdasarkan kepada objektif yang hendak dicapai . Manakala pengumpulan maklumat-maklumat dari kajian penyelidikan terdahulu digunakan bagi mengetahui lebih mendalam mengenai Kajian Kualiti Air Berkonsepkan Sistem Akuaponik ATPO. Carta Alir Proses Kualiti Air Sistem ATPO dan rangka carta aliran kerja ditunjukkan dalam Rajah 1 dan Rajah 2, carta aliran kerja adalah panduan dan rujukan semasa melaksanakan kajian ini. Bermula dari perlaksanaan projek mengikut perancangan aktiviti/kerja, Penetapan Penyediaan Sistem (spesifikasi tangki, sistem peredaran air, integrasi ikan puyu dan daun kesum), Penetapan Kaedah Pengumpulan Data (parameter kualiti air, pemantauan ikan puyu dan daun kesum), Penghasilan Sampel (mengkaji kualiti air sebelum menggunakan sistem akuaponik yang melibatkan Ikan Puyu sahaja dan mengkaji kualiti air selepas menggunakan sistem akuaponik yang melibatkan kombinsai diantara Ikan Puyu dan Daun kesum), kaedah diuji). Selepas dapat kesimpulan hasil akan di bentangkan semasa penilaian projek akhir dan akhir sekali penghasilan laporan projek akhir.



Rajah 1: Carta Alir Proses Kualiti Air Berkonsep Sistem Akuaponik yang Melibatkan Ikan Puyu dan Daun Kesum



Rajah 2: Rangka Carta Aliran Kerja

Metodologi ini merangkumi penubuhan sistem aquaponik yang kukuh dengan ikan Puyu dan tanaman Kesum, melibatkan pemilihan peralatan yang cermat dan penempatan strategik. Ujian BOD dan DO dilaksanakan untuk menyelidik pencemaran organik dan kecukupan oksigen

dalam sistem. Pemantauan sistematik terhadap pertumbuhan, tingkah laku, dan kesihatan ikan Puyu, serta tanaman Kesum, memberikan dataset kaya untuk analisis keseluruhan. Data yang diperoleh dari ujian kualiti air dan pemantauan biologi digunakan untuk tindakan balas yang efektif, termasuk pengoptimuman pemakanan ikan, penyesuaian nutrien tanaman, dan peningkatan keperluan oksigen dalam sistem. Secara keseluruhan, metodologi ini menyediakan pendekatan holistik untuk memahami kualiti air dan kelestarian sistem akuaponik, dengan harapan memberikan pandangan yang mendalam dan bermakna bagi prestasi sistem akuaponik.

Keputusan

Keputusan dalam Jadual 1 menunjukkan data parameter kualiti air sebelum melalui sistem akuaponik A.T.P.O. Nilai pH pada setiap 5 hari adalah menunjukkan nilai pH paling tinggi pada 7.7 dan nilai pH paling rendah pada 6.5. Cuaca sepanjang tempoh kajian dijalankan adalah panas dengan julat suhu antara 29 °C sehingga 32 °C. Nilai suhu dan pH diperoleh menggunakan alat pH & temperature meter. Kekeruhan air dari bekas ikan sebelum melalui sistem akuaponik adalah rendah dengan hanya mencapai nilai kekeruhan paling tinggi iaitu 6.3 NTU. Kekeruhan air diukur dengan menggunakan alat Turbidity Meter. Julat bagi nilai DO pula adalah di antara 1.40 mg/L sehingga tertinggi 3.46 mg/L. Ini menunjukkan bahawa semakin tinggi suhu, semakin berkurang oksigen terlarut dalam air. Manakala, bacaan BOD pula mempunyai julat di antara 0.5 mg/L sehingga 1.98 mg/L. Nilai BOD yg tinggi membuktikan bahawa air tersebut adalah tercemar, oleh itu nilai BOD yang rendah dijadikan sebagai titik rujukan sepanjang kajian ini.

Jadual 1: Data parameter kualiti air sebelum melalui akuaponik A.T.P.O

Parameter / Hari	1	5	10	15	20	25	30
pH	7.7	6.5	6.9	6.7	6.9	6.6	6.5
Suhu (°C)	29.4	29.2	32.3	30.8	30.9	30.6	30.8
Kekeruhan (NTU)	5.0	5.1	5.5	5.9	6.2	6.7	6.3
Dissolved Oxygen (mg/L)	1.61	2.07	3.46	1.42	1.40	1.47	1.48
Biochemical Oxygen Demand (mg/L)	0.5	1.98	0.43	1.21	0.55	1.41	1.13

Jadual 2: Data parameter kualiti air selepas melalui akuaponik A.T.P.O.

Parameter / Hari	1	5	10	15	20	25	30
pH	7.5	6.8	7.0	6.7	6.8	6.5	6.4
Suhu (°C)	29.1	29.8	31.6	30.6	30.3	30.1	30.5
Kekeruhan (NTU)	41.9	70.1	90.2	45.5	60.6	81.4	67.3
Dissolved Oxygen (mg/L)	1.55	1.95	2.33	1.39	1.49	1.44	1.41
Biochemical Oxygen Demand (mg/L)	0.39	1.47	0.31	0.37	0.71	0.48	0.29

Data parameter kualiti air setelah melalui proses kitaran dalam sistem akuaponik A.T.P.O pula ditunjukkan seperti dalam Jadual 2. Terdapat perbezaan di antara data sebelum dan selepas kitaran akuaponik A.T.P.O dengan pengurangan bacaan suhu, seterusnya sedikit peningkatan kandungan oksigen terlarut dalam air, nilai pH dalam julat 6.4 sehingga 7.5 dan nilai BOD yang berkurang yang membuktikan bahawa pencemaran air yang kurang. Namun begitu, kekeruhan air pula bertambah dengan nilai tertinggi iaitu 90.2 NTU pada hari ke-10.

Jadual 3: Standard kualiti air untuk ikan air tawar dari Jabatan Perikanan Sabah

Parameter	Standard
pH	6.5 – 8.5
Suhu (°C)	25 – 32 °C
Kekeruhan (NTU)	< 25 NTU
Dissolved Oxygen (mg/L)	> 5 mg/L
Biochemical Oxygen Demand (mg/L)	< 3 mg/L

Jadual 4: Perbandingan data kajian dengan standard kualiti air untuk ikan air tawar dari Jabatan Perikanan Sabah

Parameter	JulatJBacaan	
	Dapatan Kajian	Standard
pH	6.4 – 7.5	6.5 – 8.5
Suhu (°C)	29.1 – 31.6	25 – 32 °C
Kekeruhan (NTU)	41.9 – 90.2	< 25 NTU
Dissolved Oxygen (mg/L)	1.41 – 2.33	> 5 mg/L
Biochemical Oxygen Demand (mg/L)	0.29 – 1.47	< 3 mg/L

Jadual 5: Kadar pertumbuhan ikan puyu

Parameter / Hari	1	5	10	15	20	25	30	Sisihan Piawai
Purata Panjang (cm)	8.19	8.26	8.41	8.51	8.58	8.63	8.67	0.185
Purata Berat (g)	17.29	17.52	17.84	18.27	18.42	18.59	18.66	0.54

Jadual 6: Kadar pertumbuhan daun kesum

Parameter / Hari	1	5	10	15	20	25	30	Sisihan Piawai
Purata tinggi pokok (cm)	21.13	21.21	21.53	21.89	22.17	22.43	22.69	0.602
Purata Bilangan daun / pokok(g)	3	4	6	15	25	49	78	28.19

Berdasarkan Jadual 5, terdapat pertambahan purata panjang ikan dari 8.17 cm di awal kajian kepada 8.67 cm di akhir kajian. Purata berat ikan juga mengalami pertambahan secara 30 berperingkat dengan purata berat awal ikan seberat 17.89 g kepada 18.66 g di akhir kajian. Manakala untuk kadar pertumbuhan daun kesum, data daripada Jadual 4.6 dapat disimpulkan

dengan purata tinggi pokok di awal kajian setinggi 21.13 cm, kini mencapai purata tinggi 22.69 cm di penghujung pelaksanaan kajian. Purata bilangan daun per pokok daun kesum pula bermula dengan 3 helai daun per pokok dan berakhir dengan 78 helai daun per pokok pada hari ke-30.

Perbincangan

Data parameter kualiti air diperoleh sebanyak 7 kali iaitu sepanjang 30 hari kajian dijalankan. Ujian parameter kualiti air iaitu suhu, pH, kekeruhan, DO dan BOD diperoleh untuk mendapatkan parameter air yang sesuai untuk sistem akuaponik A.T.P.O sepanjang kajian dijalankan. Keputusan bagi parameter kualiti air sebelum melalui sistem akuaponik A.T.P.O adalah seperti dalam Jadual 4.

Data parameter kualiti air yang diperoleh dari bekas ikan puyu selepas melalui kitaran akuaponik A.T.P.O seperti dalam Jadual 4.2 menunjukkan suhu sepanjang kajian dengan purata suhu setinggi 30.3 °C. Ini masih berada dalam julat suhu yang telah ditetapkan dalam standard bagi penternakan ikan air tawar. Julat pH juga menepati standard dengan pH tertinggi hanya 7.7 di hari pertama integrasi ikan puyu dan daun kesum seterusnya berkurang sepanjang tempoh kajian dilaksanakan. Bacaan kekeruhan bagi air selepas melalui kitaran akuaponik A.T.P.O nampaknya tidak menepati garis panduan yang ditetapkan iaitu kurang dari 25 NTU, dengan julat bacaan 41.9 NTU sehingga 90.2 NTU. Hal ini demikian kerana sisa yang dihasilkan oleh ikan puyu bercampur dengan daun kesum yang reput dan makanan ikan yang tidak dimakan oleh ikan lalu menyebabkan air menjadi lebih keruh. Nilai DO yang kurang dari 5 mg/L pula adalah disebabkan oleh suhu yang tinggi selama tempoh kajian dilakukan. Semakin bertambah suhu, semakin berkurang oksigen terlarut dalam air. Data BOD yang diperoleh pula menepati standard dengan nilai yang didapati kurang dari 3 mg/L. Ini menunjukkan bahawa mutu air dalam kitaran akuaponik A.T.P.O berjaya mencapai tahap pencemaran yang rendah dan menghasilkan air yang bermutu tinggi untuk ikan ternakan dalam sistem akuaponik A.T.P.O.

Kadar pertumbuhan ikan puyu seperti dalam Jadual 4.5 pula dapat disimpulkan dengan purata pertambahan berat ikan puyu sebanyak 0.23 g per minggu dan purata pertambahan panjang ikan sepanjang 0.08 cm per minggu. Pertambahan berat dan panjang ikan puyu yang baik dalam tempoh sebulan kajian dijalankan memberi indikasi bahawa ikan puyu dapat membesar dengan sihat dalam habitat yang sama dengan daun kesum, tambahan lagi, ikan puyu dan daun kesum sesuai untuk berintegrasi dalam sebuah sistem akuaponik yang mampu memberi manfaat kepada ikan puyu untuk membesar dengan baik. Kadar pertumbuhan daun kesum seperti dalam Jadual 4.6 pula telah berjaya ditentukan dengan purata pertambahan daun sebanyak 13 helai daun per minggu dan purata pertambahan tinggi pokok daun kesum setinggi 0.26 cm per minggu. Hal ini demikian kerana nutrien yang terhasil daripada sisa buangan ikan puyu adalah mencukupi untuk diserap oleh tumbuhan untuk membesar dengan baik. Integrasi antara daun kesum dan ikan puyu juga berjaya untuk menghasilkan air yang mempunyai kualiti yang bagus untuk kedua-dua hidupan seterusnya mampu memberikan hasil yang optimum iaitu hasil ternakan ikan yang baik serta hasil tanaman yang memuaskan. Secara keseluruhannya, gabungan ikan puyu dan daun kesum dalam satu kitaran akuaponik berjaya mencapai objektif dengan parameter kualiti air pH, suhu, kekeruhan, oksigen terlarut (DO) dan permintaan oksigen biokimia (BOD) yang berjaya ditentukan dan dibandingkan dengan standard yang telah ditetapkan oleh Jabatan Perikanan. Selain itu, kadar pertumbuhan ikan puyu dan kadar pertumbuhan daun kesum juga berjaya ditentukan sepanjang 30 hari kajian. Namun begitu, kajian yang lebih mendalam harus dilaksanakan untuk mendapat data yang lebih terperinci dan lebih mendalam untuk memperoleh kesimpulan yang lebih tepat.

Kesimpulan

Kajian ini dilakukan mengenai sistem akuaponik yang menggunakan ikan puyu (*Anabas Testudineus*) dan daun kesum (*Persicaria Odorata*). Penekanan diberikan kepada parameter kualiti air yang sesuai, kadar pertumbuhan ikan dan tumbuhan, serta impak keseluruhan kajian terhadap amalan akuaponik.

Kesimpulan daripada hasil dapatan data kajian kajian ini telah berjaya mencapai objektif yang ditetapkan, iaitu mengenalpasti parameter kualiti air yang sesuai, serta menilai kadar pertumbuhan ikan puyu dan daun kesum dalam sistem akuaponik. Berikut adalah kesimpulan yang diperoleh:

a. Parameter Kualiti Air:

- i. DO : Julat yang sesuai untuk ikan puyu dan daun kesum adalah antara 1.40 hingga 3.46 mg/L. Nilai ini memastikan oksigen yang mencukupi untuk respirasi ikan dan aktiviti mikroorganisma.
- ii. BOD : Nilai antara 0.50 hingga 1.98 mg/L menunjukkan tahap bahan organik yang rendah dalam air, membantu mengekalkan kualiti air yang baik.
- iii. pH: Julat pH yang optimum adalah antara 6.4 hingga 7.7. Julat ini memastikan kesihatan ikan dan keberkesanan penyerapan nutrien oleh tumbuhan.
- iv. Suhu: Suhu air antara 29.1°C hingga 32.3°C adalah sesuai untuk pertumbuhan ikan puyu dan daun kesum, memastikan kedua-dua spesies berkembang dengan baik dalam lingkungan suhu ini.
- v. Kekeruhan: Nilai kekeruhan antara 5 hingga 90 NTU menunjukkan air yang cukup jernih untuk fotosintesis dan kesihatan ikan.

b. Pertumbuhan Ikan Puyu:

- i. Purata Pertambahan Berat: Ikan puyu menunjukkan pertambahan berat purata sebanyak 0.23 g/minggu, dengan berat awal purata 17.29 g dan berat akhir purata 18.66 g.
- ii. Purata Pertambahan Panjang: Pertambahan panjang purata adalah 0.08 cm/minggu, dengan panjang awal purata 8.19 cm dan panjang akhir purata 8.67 cm. Ini menunjukkan pertumbuhan yang sihat dalam sistem akuaponik.

c. Pertumbuhan Daun Kesum:

- i. Purata Pertambahan Daun: Tumbuhan kesum menunjukkan purata pertambahan daun sebanyak 12.5 helai/minggu, dengan bilangan daun awal purata 3 helai dan bilangan daun akhir purata 78 helai.
- ii. Purata Pertambahan Tinggi: Tinggi pokok kesum bertambah sebanyak purata 0.26 cm/minggu, dengan tinggi awal purata 21.13 cm dan tinggi akhir purata 22.69 cm. Ini menunjukkan perkembangan yang baik dalam sistem akuaponik.

Rujukan

- Admin. (2023, November 21). Pengertian Tentang Aquaponik. Sabah Creative Economy and Innovation Centre. Retrieved from <https://scenic.my/pengertian-tentang-aquaponik/#:~:text=Dalam%20aquaponik%2C%20anda%20menanam%20dua,sama%20dan%20menghasilkan%20dua%20produk>
- Akuakultur - Portal Rasmi Jabatan Perikanan Malaysia. (2021, July 15). Portal Rasmi Jabatan Perikanan Malaysia. Retrieved from <https://www.dof.gov.my/soalan-lazim/faq-akuakultur/>
- Adzliza, E. (n.d.). Kualiti Air. <https://id.scribd.com/doc/61013587/Kualiti-Air> Scribd.
- Ahmad, M. H., & Ahmad, M. H. (2014, February 28). Faktor Pilihan Dan Jenis Ikan Air Tawar

- Untuk Projek Akuakultur. Retrieved from <https://www.ikankelah.com/faktor-pilihan-dan-jenis-ikan-air-tawar-untuk-projek-akuakultur/>
- Jabatan Perikanan Sabah. Retrieved from <http://fishdept.sabah.gov.my/>
- Kajian Kualiti Air Dalam Sistem Aquaponik Menggunakan Ikan Puyu Dan Daun Kesum (A.T.P.O). Retrieved from <https://drive.google.com/drive/folders/1SUkJkx4iaLxZqJW8Y3hgZCg-7FLY66r>
- Keli, K. O. (n.d.). Kualiti Air Untuk Ikan Keli. <http://kelipenangaquamutiara.blogspot.com/2009/12/kualiti-air-untuk-ikan-keli.html>
- Kesum. (2024, March 18). Wikipedia Bahasa Melayu, Ensiklopedia Bebas. Retrieved from <https://ms.wikipedia.org/wiki/Kesum>
- Kamanusi Cikgu Hidroponik. (2021, August 2). Cara-Cara Menguji Air Sistem Ternakan Ikan Konsep Ras Bagi Kandungan Ph, Ammonia, Nitrit Dan Nitrat [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=O7FZXW0SykY>
- Kamanusi Cikgu Hidroponik. (2021a, July 23). Menguji Air pH, Ammonia, Nitrit, Nitrat dalam Sistem Ras Ternakan Ikan Talapia Tangki Hitam Poli 46 [Video]. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=5hPZeqsswbo>
- Panduan Pengurusan Kualiti Air Pertanian (2020), Jabatan Pertanian Malaysia. Retrieved from https://www.doa.gov.my/doa/resources/aktiviti_sumber/sumber_awam/penerbitan/buku/buku_panduan_kualiti_air_pertanian.pdf
- Pengurusan Mutu Air. (n.d.-b). Retrieved from <http://www.arc.com.my/info/pma.html>
- Peranan meter pH dan meter oksigen terlarut dalam akuakultur - Pengetahuan. (2023, May 24). <https://my.gvda-instrument.com/info/the-role-of-ph-meter-and-dissolved-oxygen-meter-84344011.html>
- Pemantauan Kualiti Air Ketahanan Terumbu. (n.d.). Retrieved from <https://reefresilience.org/ms/management-strategies/wastewater-pollution/water-quality-monitoring/>
- Pemantauan Kualiti Air. (n.d.). Retrieved <http://aquaticpro.blogspot.com/2008/10/pemantauan-kualiti-air.html>
- Pertanian Akuakultur -Projek- EIT Solutions Co.,Ltd. (n.d.). Retrieved from https://my.bqeit.com/aquaculture_farming
- Sebab, bahaya dan kaedah rawatan nilai pH tidak normal - Pengetahuan. (2023, May 24). Retrieved from <https://my.gvda-instrument.com/info/reasons-hazards-and-treatment-methods-of-abno-84344010.html>
- Sdi, W. A. (2024, March 25). Ikan? - Pt. Ph Air Aquarium, Emang Penting Buat Sdi. Pt. Sdi. <https://suryadutainternasional.com/pentingnya-ph-air-aquarium/>
- Ternakan Ikan Puyu Kukum - Agrimag. (n.d.). Agrimag. Retrieved from <https://agrimag.my/en/article-details/ternakan-ikan-puyu-kukum>

KESELAMATAN DAN KESIHATAN PEKERJAAN DI INDUSTRI PERLADANGAN KELAPA SAWIT: SATU ULASAN

Joenel Jekli Lipong¹

¹Kolej Komuniti Tawau, Sabah.

¹joenel@kktaw.edu.my

Abstrak

Malaysia adalah negara kedua terbesar dunia tanaman kelapa sawit meliputi kawasan bertanam berkeluasan 5,865,297 hektar. Perkembangan ini telah mewujudkan peluang pekerjaan kepada hampir 382 ribu pekerja di industri perladangan kelapa sawit di Malaysia pada tahun 2022. Daripada jumlah pekerja ini, adalah menjadi keperluan untuk melindungi pekerja daripada hazard pekerjaan yang wujud dari proses kerja dalam industri perladangan kelapa sawit ini. Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti proses kerja dan mengenalpasti hazard pekerjaan dihadapi di kalangan pekerja ladang kelapa sawit. Metodologi kajian yang digunakan adalah kajian kepustakaan dalam mendapatkan data. Kajian ini mendapati pekerja di industri perladangan kelapa sawit terdedah kepada bahan kimia dan racun, Gangguan muskuloskeletal yang berkaitan dengan pekerjaan (WMSD), tekanan dan gangguan kesihatan mental. Industri kelapa sawit menyumbang kepada pendapatan negara oleh demikian aspek pengurusan keselamatan dan kesihatan pekerja perlu dipertingkatkan bagi melindungi, mencegah dan menghapuskan bahaya dan risiko kepada pekerja dalam industri ini.

Kata kunci: Kelapa Sawit, Hazard Pekerjaan, Gangguan Muskuloskeletal (WMSD), Pendedahan Bahan Kimia, Risiko

Pengenalan

Industri kelapa sawit bermula daripada Afrika Barat, di mana ia telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat tradisional Afrika (Maley, 2001; Mba et al., 2015). Spesies ini, dikenali kerana boleh menyesuaikan diri kepada persekitaran tropika, telah menjadi batu loncatan dalam pengeluaran pertanian global. Malaysia merupakan negara kedua dunia terbesar komoditi ini dengan 16% daripada tanah Malaysia ditanam dengan kelapa sawit (Mohd Najib et al., 2020). Ia meliputi kawasan bertanam berkeluasan 5,865,297 hektar, Malaysia mempunyai salah satu ladang kelapa sawit terbesar di dunia, terutamanya di Sarawak (1, 584, 520 Hektar) dan Sabah (1, 543, 054 Hektar) (Malaysian Palm Oil Green Conservation Foundation, 2024). Penanaman yang meluas ini bukan sahaja menjadikan Malaysia sebagai pengeksport minyak kelapa sawit terbesar kedua di dunia tetapi juga menekankan peranan penting industri ini dalam ekonomi negara.

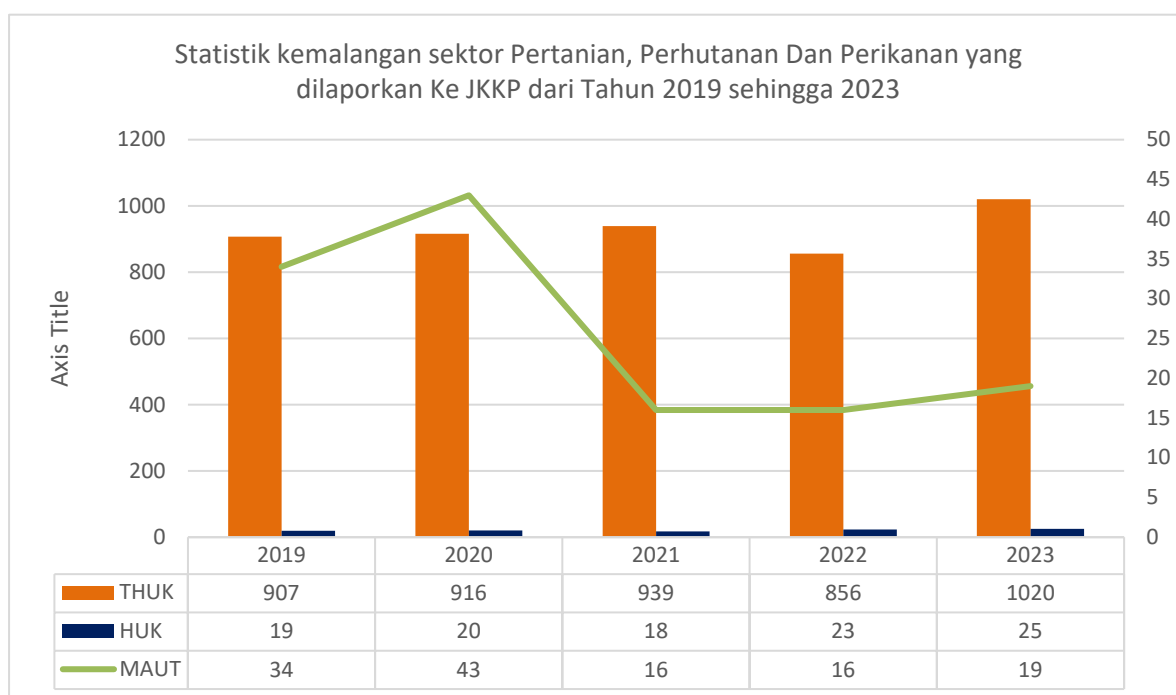
Kelapa sawit mempunyai jangka hayat komersial selama 20 hingga 30 tahun, meningkatkan pertumbuhan ekonomi, pengurangan kemiskinan, dan peningkatan keselamatan makanan di Malaysia (Jones & Hughes, 1989; Mohd Hanafiah et al., 2021). Selain itu, kepentingan industri ini dalam pertumbuhan ekonomi, menawarkan peluang pekerjaan jangka panjang dan menyumbang kepada pembangunan luar bandar dan peningkatan infrastruktur (Shehu et al., 2020). Walau bagaimanapun, pertumbuhan sektor ini telah menimbulkan kebimbangan mengenai amalan buruh, terutamanya bergantung kepada pekerja asing untuk pelbagai aktiviti ladang merangkumi keseluruhan rantai nilai daripada proses hulu hingga aktiviti hiliran, dengan buruh asing diambil bekerja untuk menuai, mengutip buah-buahan dan kerja-kerja penyelenggaraan (Ludin et al., 2014). Selari dengan standard

Minyak Sawit Mampan Malaysia (MSPO), aspek keselamatan dan kesihatan pekerjaan (KKP) menjadi penekanan umum yang dinyatakan dalam pematuhan penilaian prinsip MSPO. Dinamika ini, memastikan keselamatan dan kesihatan pekerjaan kekal penting dengan industri kelapa sawit yang tertakluk kepada sektor pekerjaan yang dinyatakan dalam Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (AKKP 1994). Oleh itu, pihak berkepentingan, terutamanya majikan dan pengusaha kelapa sawit untuk mengenalpasti hazard tempat kerja untuk melindungi kesejahteraan pekerja.

Pernyataan Masalah

Perkembangan sektor pertanian di Malaysia merupakan isu pelbagai aspek yang merangkumi pertumbuhan ekonomi, keselamatan makanan, keselamatan dan kesihatan pekerjaan dan kemajuan teknologi. Dalam konteks, keselamatan dan kesihatan pekerjaan ia tertumpu kepada pengurusan risiko keselamatan dan kesihatan di sektor Pertanian, Perhutanan Dan Perikanan. Berdasarkan statistik daripada Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Malaysia (JKKP) kemalangan pekerjaan yang dilaporkan bagi sektor Pertanian, Perhutanan Dan Perikanan adalah 1,064 Kes (2023), 895 Kes (2022), 973 Kes (2021), 979 Kes (2020), dan 960 Kes (2019) sepertimana perincian di carta 2. 1.

Petunjuk**



THUK : Tidak Hilang Upaya Kekal

HUK : Hilang Upaya Kekal

Carta 2. 1: Statistik kemalangan sektor Pertanian, Perhutanan Dan Perikanan yang dilaporkan Ke JKKP dari Tahun 2019 – 2023.

Statistik kemalangan dalam sektor pertanian, perhutanan, dan perikanan menunjukkan peningkatan dari tahun 2021 hingga 2023, menunjukkan pentingnya aspek keselamatan dan kesihatan untuk mencapai tahap piawaian bertaraf dunia dan ke arah kemalangan sifar serta kawalan sendiri (Pelan Induk Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 2021-2025, 2021).

Dalam industri kelapa sawit, terdapat 24 kes pendakwaan direkodkan oleh JKPP, termasuk kes di bawah Seksyen 15(1) iaitu majikan gagal untuk memastikan, setakat yang praktik, keselamatan, kesihatan dan kebajikan semasa bekerja semua pekerjaannya bagi mengadakan sistem kerja selamat yang lengkap iaitu tiada pengendalian galah pemotong pelepah dan bijih sawit yang betul semasa/selepas menuai, memungut biji lerai sawit dan pelepah sawit (Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, 2024).

Pengurusan risiko keselamatan dan kesihatan penting untuk mewujudkan ekosistem kerja yang produktif, selamat dan sihat (International Law Book Services, 2019, p. 12; La Fata et al., 2021). Kajian ini bertujuan mengenal pasti potensi hazard pekerjaan dan risiko dalam operasi ladang kelapa sawit untuk merangka tindakan mitigasi sistematik oleh pengamal keselamatan dan kesihatan pekerjaan.

Objektif Kajian

Kajian ini dilaksanakan berdasarkan objektif yang telah ditetapkan, iaitu:

- i. Mengenalpasti proses kerja dalam industri perladangan kelapa sawit.
- ii. Mengenalpasti hazard yang wujud daripada aktiviti kerja di industri perladangan kelapa sawit.

Sorotan Kajian

Hazard bermakna sesuatu punca atau sesuatu keadaan yang mempunyai potensi dimana boleh mendatangkan mudarat dalam bentuk kecederaan atau kesihatan yang buruk kepada manusia, kerosakan harta, kerosakan alam sekitar atau gabungan daripada mana-mana mudarat tersebut (Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan, 2008, p. 5). Amalan keselamatan dan kesihatan pekerjaan (KKP) melibatkan mengenalpasti, menilai dan mengawal untuk mengurangkan risiko yang berkaitan (Pipke & Wilmes, 2022).

Berdasarkan kajian Maksuk (2019) mendapati hazard di ladang kelapa sawit termasuk pekerja menghadapi risiko pendedahan racun perosak, yang mengakibatkan kerengsaan kulit dan mata, dan batuk. Kemalangan tempat kerja dapat dielakkan dengan adanya komunikasi dan latihan risiko yang berkesan dalam menggalakkan kesedaran risiko dan memupuk tingkah laku mengurangkan risiko di kalangan pihak berkepentingan (Bang, 2023; Ismi Mashabai & Hakim, 2022). Dengan meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang potensi bahaya di tempat kerja, organisasi boleh memperkasakan pekerja untuk mengutamakan keselamatan dan mengambil langkah pencegahan. Dalam pada itu, isu ergonomik juga menimbulkan risiko, dengan pekerja menghadapi bahaya harian seperti sakit badan dan sakit pinggang akibat alatan manual dan kedudukan kerja yang salah, memerlukan pelaksanaan mesin ergonomik untuk pengurangan beban kerja dan pencegahan kecederaan (Syazwani et al., 2016).

Hazard ditempat kerja dapat ditentukan dengan menjalankan analisis bahaya menggunakan persekitaran simulasi dinamik dengan manusia maya untuk mengenal pasti potensi risiko, terutamanya pada peringkat pembangunan awal (Huck et al., 2021). Selain itu, tinjauan dan temu bual dengan pekerja boleh membantu menilai kelaziman bahaya tempat kerja, seperti pergerakan berulang, pendedahan kepada bahan kimia, dan isu ergonomik (Verma & Agarwal, 2021). Dalam konteks industri kelapa sawit, David & Heri (2023) mencadangkan pelaksanaan Analisis Kerja Selamat (JSA) sebagai langkah penting untuk mengenal pasti potensi bahaya di stesen-stesen seperti *Loading Ramp*, *Sterilizer*, dan *Thresher*. Tambahan pula, penggunaan kaedah Pengenalpastian Bahaya, Penilaian Risiko dan Kawalan Risiko

(HIRARC), seperti yang dicadangkan oleh Abd Rahman Ahmad et al. (2023), memungkinan kategorikan risiko kepada tahap tinggi, sederhana dan rendah untuk pengurusan risiko yang lebih berkesan. Manakalan, Hidayah et al. (2022) menunjukkan bahawa pendedahan kepada pendidikan keselamatan, pemakaian peralatan pelindung diri (PPE), serta pengiktirafan dasar buruh yang adil merupakan aspek penting dalam mencegah kecederaan dan memupuk amalan mampan dalam industri minyak sawit. Melibatkan masyarakat tempatan juga merupakan strategi yang penting dalam memperkukuhkan kesedaran keselamatan dan pengurangan risiko di tempat kerja.

Dalam konteks keselamatan dan kesihatan pekerjaan (KKP) dalam industri kelapa sawit, kajian menunjukkan bahawa terdapat pelbagai hazard yang boleh membawa kepada kecederaan, kesihatan yang buruk, dan kerosakan harta. Dari pendedahan racun perosak hingga kepada kecederaan fizikal seperti luka, industri ini memerlukan langkah-langkah berkesan untuk mengurangkan risiko dengan mengenalpasti proses kerja yang mewujudkan hazard daripada aktiviti yang dilakukan. Dengan pelaksanaan langkah-langkah ini, industri kelapa sawit boleh memastikan amalan keselamatan yang mampan dan perlindungan yang lebih baik bagi pekerjaanya.

Metodologi Kajian

Kajian ini merupakan satu kajian kualitatif yang berteraskan kajian kepustakaan. Dapatan data adalah melalui carian di pangkalan data akademik dengan carian awal telah dijalankan pada Mac 2024 di PubMed, Google Scholar, Research Gate, Journal of Occupational Safety and Health (JOSH) dan beberapa pangkalan data akademik terbuka.

Dapatan Kajian

Proses kerja dalam industri perladangan kelapa sawit.

Hasil penyelidikan mendapati industri minyak sawit ini merangkumi sektor hulu (*Upstream*), pertengahan (*Midstream*) dan hiliran (*Downstream*). Ini selari kajian yang dijalankan oleh Y.G Ng et. al. (2013) yang merumuskan industri kelapa sawit merangkumi empat (4) aktiviti utama iaitu perladangan kelapa sawit hulu, pemprosesan pertengahan, aplikasi hiliran dan penyelidikan dan pembangunan (R&D).

Dalam mengenal pasti bagaimana hazard pekerjaan wujud untuk pekerja ladang kelapa sawit, menjadi keperluan untuk mengenalpasti proses yang mewujudkan aktiviti kerja dengan memfokuskan sektor hulu (*Upstream*) seperti di jadual 1:

Jadual 1: Proses kerja

Proses	Penjelasan
Penyediaan kawasan tanaman	Penyediaan tanah di ladang kelapa sawit melibatkan penebangan tanaman ladang terdahulu, pembersihan tanah, teres, saliran dan tanaman penutup bumi.
Tanaman kelapa sawit / tanaman semula kelapa sawit	Penanaman semula kelapa sawit merupakan penggantian pokok kelapa sawit yang tidak produktif dengan melibatkan aktiviti seperti mencanai pokok sawit dengan menggunakan mesin, pengurusan nurseri di tapak semaian, menanam anak benih sawit dan membaja.
Penyelenggaraan pokok kelapa sawit	Penyelenggaraan ladang kelapa sawit melibatkan aktiviti penuaian, memangkas, pengumpulan buah, mekanisasi, membaja, pengurusan tanah yang lestari, amalan agroekologi, dan skim pengurusan kurang intensif untuk meningkatkan biodiversiti dan produktiviti sambil mengurangkan impak alam sekitar
Penuaian Buah Tandan Segar (BTS)	Aktiviti menuai buah kelapa sawit yang matang untuk memperoleh minyak yang maksimum dan berkualiti tinggi.
Pemungghahan Buah Tandan Segar (BTS)	Aktiviti pemindahan Buah Tandan Segar (BTS) kelapa sawit yang dituai dari ladang ke pusat pengumpulan atau fasiliti pemprosesan (Khalid, 2023).

Hazard Pekerjaan yang terdapat daripada aktiviti kerja mengikut proses sektor hulu. Ia disokong oleh penyelidik terdahulu yang menyelidik hazard pekerjaan di industri perladangan kelapa sawit

Proses kerja	Aktiviti kerja	Hazard	Penulis, Tahun	Responden/ Sampel	Metodologi	Keputusan
Tanaman kelapa sawit / tanaman semula kelapa sawit	Menanam anak pokok	Serangan haiwan/serangga berbisa	Decker et al., 2022	100 peladang kelapa sawit	Reka bentuk tinjauan deskriptif dan data yang dikumpul dianalisis menggunakan IBM Statistical Product and Service Solution (SPSS) versi 22.	Kecederaan utama dalam kalangan petani kelapa sawit termasuk kecederaan terluka, sengatan lebah/tebuan, gigitan ular, objek pada mata, kecederaan alatan menuai, sakit pinggang, kecederaan pada kuku jari.
Penyelenggaraan pokok kelapa sawit	Menyembur racun	Terdedah bahan kimia	Sulaiman, Ibrahim, & Jeffree, 2019	950 pekerja	Soal selidik	Pekerja mengalami gejala seperti muntah, cirit-birit, kerengsaan kulit, dan pening.
			Maksuk, 2019	Seramai 60 Responden dari penyembur, penyelia dan pengurus.	Hazard Identification Risk Assessment Control (HIRAC)	Dapatan kajian mendedahkan tahap risiko sederhana dan tinggi untuk aduan seperti kulit gatal, kerengsaan mata, kemerahan dan batuk.
Penuaian Buah Tandan Segar (BTS)	Menyabit BTS secara manual	Postur yang janggal dan berulang-ulang semasa aktiviti harian	Rahman et al., 2016	Simulasi AnyBody Modelling System	Perisian reka bentuk 3D untuk memodelkan alat penuaian dan Teknik REBA dan RULA untuk penilaian risiko ergonomik	Kajian itu mendapati daya penguncupan dan panjang <i>Biceps</i> , <i>Triceps</i> , dan <i>Brachialis</i> .
	Mengutip biji lerai		Teo et al., 2021	Pekerja ladang	<i>Inertial Measurement Units (IMUs)</i> dan <i>Sensor Surface Electromyography (sEMG)</i> bagi mengukur gerakan serta mengukur pengaktifan otot.	Dapatan kajian mendapati kedudukan postur yang lemah dengan banyak menggunakan otot bisep, multifidus, dan longissimus. Semasa aktiviti ini otot longissimus, iliocostalis, dan multifidus adalah yang paling aktif.

Proses kerja	Aktiviti kerja	Hazard	Penulis, Tahun	Responden/ Sampel	Metodologi	Keputusan
	Menuai secara manual	Ketegasan Haba, Psikososial	Nasir et al., 2016	109 Penuai Buah Tandan Segar (BTS)	Soal selidik yang ditadbir sendiri, Kestrel haba penjejak tekanan 4400 dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA)	Sebanyak 35.8% pemotong buah tandan segar (FFB) mengalami tahap tekanan psikologi yang tinggi. 49.5% menghadapi pendedahan kepada tekanan haba yang tinggi. 91.8% menggunakan daya melebihi 50% MVC untuk memotong tandan buah. 62.4% diklasifikasikan pada Tahap Tindakan 4 di bawah RULA. 77.0% menunjukkan tahap aktiviti sAA yang tinggi selepas memotong tandan buah.
Pemungghaan Buah Tandan Segar (BTS)	Pemuatan manual	Mengangkat beban secara berulang-ulang	Khalid, 2023	Perbandingan masa diambil menggunakan kaedah manual dan Peranti Janaan	Kajian ini menilai prestasi Peranti Janaan untuk memuatkan BTS dengan membandingkannya dengan kaedah manual, menilai parameter seperti masa yang diambil untuk memindahkan bilangan tandan yang berbeza, jumlah masa pemindahan BTS, produktiviti, dan kadar kehabisan bateri.	Peranti penjanaan (Tipping Device) boleh mengendalikan beban 400 kg dalam masa 38.1 saat, mengurangkan masa dengan 35% berbanding pemuatan secara manual. Hanya mengambil 4% daripada masa pengumpulan keseluruhan, meningkatkan produktiviti.

Perbincangan

Dapatan kajian menunjukkan bahawa pengurusan bahan kimia dan perlindungan pekerja semasa penyelenggaraan pokok kelapa sawit adalah amat penting. Pekerja yang terdedah kepada bahan kimia berisiko mengalami gejala seperti muntah, cirit-birit, kerengsaan kulit, dan pening (Sulaiman, Ibrahim, & Jeffree, 2019). Pengkaji mencadangkan bahawa latihan yang mencukupi dan penyediaan peralatan perlindungan diri yang sesuai adalah langkah-langkah kritikal yang perlu diambil untuk mengurangkan risiko kesihatan ini dengan mematuhi tata amalan industri yang digariskan. Selain itu, pemeriksaan kesihatan berkala turut perlu dilaksanakan bagi menilai tahap kesihatan pekerja setiap tahun.

Aspek ergonomik dalam aktiviti penuaian buah tandan segar (BTS) dikenalpasti sebagai isu utama dengan simulasi dan teknik penilaian risiko ergonomik seperti RULA dan REBA, ia menunjukkan bahawa postur kerja yang tidak sesuai boleh meningkatkan risiko kecederaan otot dan tulang serta Gangguan Muskuloskeletal (WMSD). Aktiviti penuaian BTS melibatkan penggunaan otot *bisep*, *multifidus*, dan *longissimus* secara berterusan, yang boleh menyebabkan keletihan dan kecederaan jika postur kerja tidak diperbaiki. Dapatan Nasir et. Al. (2016) mendapati sebanyak 35.8% pemotong BTS mengalami tahap tekanan psikologi yang tinggi, 49.5% menghadapi pendedahan kepada tekanan haba yang tinggi, dan 91.8% menggunakan daya melebihi 50% MVC untuk memotong tandan buah. Selain itu, 62.4% diklasifikasikan pada Tahap Tindakan 4 di bawah RULA, dan 77.0% menunjukkan tahap aktiviti *Salivary alpha amylase* (sAA) yang tinggi selepas memotong buah tandan buah (BTS). Oleh itu, memperbaiki postur kerja dan aktiviti kerja yang lebih ergonomik adalah sangat diperlukan untuk mengurangkan risiko ini. Kawalan pentadbiran dan kejuruteraan seperti penggiliran kerja dicadang untuk dilaksanakan bagi mengurangkan tekanan kepada pekerja dan menggunakan teknologi mekanisasi semasa menuai BTS.

Selain itu, penggunaan teknologi seperti peranti penjanaan (Tipping Device) menunjukkan peningkatan amalan keselamatan dan produktiviti dalam operasi harian. Dapatan dari kajian tersebut menyatakan peranti ini dapat mengurangkan masa yang diambil untuk memuatkan BTS, meningkatkan produktiviti, dan mengurangkan risiko kecederaan yang berkaitan dengan pemunggaan manual. Pelaburan dalam inovasi teknologi ini adalah penting untuk memperbaiki aktiviti kerja dan kesejahteraan pekerja.

Secara keseluruhan, terdapat pelbagai hazard seperti kecederaan fizikal, pendedahan kepada bahan berbahaya, dan isu ergonomik yang menjejaskan kesihatan dan produktiviti pekerja (Myzabella et al., 2019; Rozadi & Fatin, 2021). Oleh itu, memahami proses kerja, hazard pekerjaan dan cabaran di industri perladangan kelapa sawit ini membolehkan langkah proaktif diambil untuk meningkatkan keselamatan, kesihatan, kebajikan dan produktiviti pekerja. Justeru, Pengurusan risiko keselamatan dan kesihatan pekerja adalah kunci kepada kemapanan dan kejayaan industri ini sebagai sektor komoditi yang menyumbang kepada pendapatan negara.

Kesimpulan

Kesimpulannya, pengurusan risiko keselamatan dan kesihatan pekerjaan dalam industri perladangan kelapa sawit, merangkumi pengurusan bahan kimia, Gangguan Muskuloskeletal (WMSD), ketegasan haba, psikososial dan penggunaan teknologi. Langkah-langkah seperti latihan, peralatan perlindungan diri, pemeriksaan kesihatan berkala, dan penggunaan teknologi dan amalan mekanisasi dapat meningkatkan keselamatan dan produktiviti pekerja. Ia selaras Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) seperti SDG 3 (Kesihatan yang Baik dan Kesejahteraan), SDG 8 (Pekerjaan yang Sesuai dan Pertumbuhan Ekonomi), SDG 9 (Industri,

Inovasi, dan Infrastruktur), dan SDG 12 (Penggunaan dan Pengeluaran Bertanggungjawab). Dengan penglibatan pihak berkepentingan dalam memastikan hazard pekerjaan diurus dengan baik ia mampu melindungi, mencegah dan menghapuskan bahaya dan risiko kepada pekerja serta meningkatkan pendapatan negara dengan kecekapan dan produktiviti pekerja.

Rujukan

- Abd Rahman Ahmad, Mohd, Moustapha Ganama, Mohd, & Mohd. (2023). Assessing forced labor and standards in Malaysian palm oil industry. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 8(6), e002363–e002363. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i6.2363>
- Bang, M. (2023). Health hazards and safety management in construction industry using linear regression model. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 11(5), 5041–5044. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.52820>
- David, M., & Heri, N. (2023). Analysis of potential hazards in the palm oil processing process at PT. Karya Tanah Subur using Job Safety Analysis (JSA). *Inotera*, 8(1), 20–26. <https://doi.org/10.31572/inotera.vol8.iss1.2023.id200>
- Decker, E., Folitse, B., Manteaw, S., Swanzy, F., Larbi, E., & Mahama, S. (2022). Occupational hazards and injuries among oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) farmers in the Kwaebibirem District in the Eastern Region of Ghana. *Ghana Journal of Science*, 62(2), 58–68. <https://doi.org/10.4314/gjs.v62i2.6>
- Hidayah, P., Herniwanti, & Zaman, M. K. (2022). Implementation of occupational safety and health (K3) inspection as a work accident prevention effort in palm oil factory, Kampar Regency, Riau Province. *Science Midwifery*, 10(3), 2215–2224. <https://doi.org/10.35335/midwifery.v10i3.641>
- Huck, T. P., Ledermann, C., & Kroger, T. (2021). Virtual Adversarial Humans finding Hazards in Robot Workplaces. *ArXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.1109/icra48506.2021.9561668>
- International Law Book Services. (2019). *Akta Keselamatan Dan Kesihatan Pekerjaan (Akta 514), Peraturan-Peraturan dan perintah - perintah* (2019th ed., p. 12). SS Graphic Printer (M) Sdn. Bhd.
- Ismi Mashabai, & Hakim, L. (2022). Analisis resiko kecelakaan kerja di UD. Mitra Utama paving blok menggunakan metode Hirarc. *Industrika*, 7(1). <https://doi.org/10.37090/indstrk.v7i1.788>
- Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (Ed.). (2008). *Garis Panduan bagi Pengenalpastian Hazard, Penaksiran Risiko dan Kawalan Risiko (HIRARC)* (2008th ed., p. 5). Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan.
- Jones, L. H., & Hughes, W. A. (1989). Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Trees II*, 176–202. https://doi.org/10.1007/978-3-642-61535-1_10
- Khalid, M. R. (2023). Performance evaluation of a tipping device for fresh fruit bunch (ffb) loading. *Journal of Oil Palm Research*. <https://doi.org/10.21894/jopr.2023.0012>
- La Fata, C. M., Giallanza, A., Micale, R., & La Scalia, G. (2021). Ranking of occupational health and safety risks by a multi-criteria perspective: Inclusion of human factors and application of VIKOR. *Safety Science*, 138, 105234. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105234>
- Ludin, N. A., Bakri, M. A. M., Kamaruddin, N., Sopian, K., Deraman, M. S., Hamid, N. H., Asim, N., & Othman, M. Y. (2014). Malaysian oil palm plantation sector: Exploiting

- renewable energy toward sustainability production. *Journal of cleaner production*, 65, 9-15.
- Maksuk, M. (2019). Penilaian Risiko Kesehatan Kerja pada Penggunaan Pestisida dengan Metode (Hirac) di Perkebunan Sawit Sumatera Selatan Indonesia. *Health Information: Jurnal Penelitian*, 11(2), 108–116. <https://doi.org/10.36990/hijp.v11i2.127>
- Maley, J., & with the collaboration of Alex Chep. (2001). *Elaeis guineensis* Jacq. (oil palm) fluctuations in central Africa during the late Holocene: Climate or human driving forces for this pioneering species? *Vegetation History and Archaeobotany*, 10(2), 117–120. <https://doi.org/10.1007/pl00006920>
- Mba, O. I., Dumont, M.-J., & Ngadi, M. (2015). Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry – A review. *Food Bioscience*, 10, 26–41. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.01.003>
- Mohd Hanafiah, K., Abd Mutalib, A. H., Miard, P., Goh, C. S., Mohd Sah, S. A., & Ruppert, N. (2021). Impact of Malaysian palm oil on sustainable development goals: co-benefits and trade-offs across mitigation strategies. *Sustainability Science*, 17(4). <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01052-4>
- Mohd Najib, N. E., Kanniah, K. D., Cracknell, A. P., & Yu, L. (2020). Synergy of active and passive remote sensing data for effective mapping of oil palm plantation in Malaysia. *Forests*, 11(8), 858. <https://doi.org/10.3390/f11080858>
- Myzabella, N., Fritschi, L., Merdith, N., El-Zaemey, S., Chih, H., & Reid, A. (2019). Occupational health and safety in the palm oil industry: a systematic review. *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 10(4), 159.
- Nasir, N. S. M., Tamrin, S. B. M., SubraManian, K., Shukoor, N. S., Zolkifli, N., Ng, G. S., ... Ananta, G. P. (2016). association of workplace stressors with salivary alpha-amylase activity levels among fresh fruit bunch cutters in Selangor. *Iranian Journal of Public Health*, 45(Supple 1), 68–76. Retrieved from <https://ijph.tums.ac.ir/index.php/ijph/article/view/6156>
- Ng, Y. G., Bahri, M. T. S., Syah, M. Y. I., Mori, I., & Hashim, Z. (2013). Ergonomics observation: Harvesting tasks at oil palm plantation. *Journal of Occupational Health*, 55(5), 405–414. <https://doi.org/10.1539/joh.13-0017-fs>
- Pipke, R., & Wilmes, A. (2022). Risikokommunikation zum Schutz vor Gefahrstoffen am Arbeitsplatz. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 65(5), 589–598. <https://doi.org/10.1007/s00103-022-03530-1>
- Rahman, A., Mohamaddan, S., Abdul Majid, N. A., Andrew-Munot, M., Razali, N. T., Md Deros, B., & Ahmad Bakri, S. R. (2016). Simple Arm Muscle Model for Oil Palm Harvesting Process. *MATEC Web of Conferences*, 87, 02015. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20178702015>
- Rozadi, R., & Fatin, K. (2021). The analysis of ergonomic risk factors effecting health problem on workers from harvesting activity in oil palm plantation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 757(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/757/1/012008>
- Shehu, S., Salleh, M. A., & Ayoade Ahmad, A. (2020). The sustainable palm oil policies in Malaysia. *The Journal of Management Theory and Practice (JMTP)*, 56–60. <https://doi.org/10.37231/jmtp.2020.1.3.33>
- Sulaiman, S. K. B., Ibrahim, Y., & Jeffree, M. S. (2019). Evaluating the perception of farmers towards pesticides and the health effect of pesticides: A cross-sectional study in the oil palm plantations of Papar, Malaysia. *Interdisciplinary Toxicology*, 12(1), 15–25. <https://doi.org/10.2478/intox-2019-0003>

- Syazwani, N., Nawi, M., Deros, B., Nizam, M., Rahman, A., Sukadarin, E., & Nordin, N. (2016). Malaysian oil palm workers are in pain: hazards identification and ergonomics related problems. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 16, 50–57.
- Teo, Y. X., Chan, Y. S., Gouwanda, D., Gopalai, A. A., Nurzaman, S. G., & Thannirmalai, S. (2021). Quantification of muscles activations and joints range of motions during oil palm fresh fruit bunch harvesting and loose fruit collection. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94268-4>
- Verma, P., & Agarwal, S. (2021). Workplace hazard faced by vulnerable migrant workers working in the informal sector at Lucknow city. *Journal of Ecophysiology and Occupational Health*, 21(1), 46–51. <https://doi.org/10.18311/jeoh/2021/26481>

APAM JOHOL MODEL PELESTARIAN KUIH TRADISIONAL

Siti Salwa Kusairi¹, Azah Airiza Norman²

¹Politeknik Ibrahim Sultan, Johor

²Kolej Komuniti Jelebu, Negeri Sembilan

^{1*}sitalisawa@pis.edu.my, ²airiza85@gmail.com

Abstrak

Negeri Sembilan merupakan negeri di Malaysia sinonim dengan Adat Perpatih. Adat Perpatih di praktikkan oleh masyarakat Negeri Sembilan telah melahirkan pelbagai bentuk kesenian budaya termasuk dalam bidang kulinari. Kepelbagaian bahan mentah dan tradisi penyediaan makanan yang dipersembahkan oleh tukang masak turut menjadi pemangkin keunikan Negeri Sembilan. Salah satu hidangan unik yang diperkenalkan di satu mukim iaitu Johol, Negeri Sembilan telah mendapat perhatian serta berperanan dalam mengeratkan hubungan kekeluargaan pengamal Adat Perpatih. Keunikan makanan bagi hidangan minum petang yang dipanggil apam Johol ini terletak pada kesenian kaedah membalut sebahagian kuih berkenaan menggunakan daun rambai. Proses akumulasi data-data kajian dilakukan melalui pembacaan keratan akhbar, jurnal, artikel, buku dan temubual pembuat kuih apam Johol. Artikel ini mendokumentasikan cara masakan kuih tradisional apam Johol sebagai usaha melestarikan kuih-kuih tradisi lama berteraskan matlamat pembangunan mampan di Malaysia. Ini juga merupakan suatu usaha menjaga warisan di samping pemeliharaan kuih tradisional yang merupakan ciri budaya Melayu sejagat.

Kata kunci: Apam Johol, Kuih Tradisional, Lestari

Pengenalan

Malaysia ke arah usaha melestarikan kuih-muih tradisi lama berteraskan matlamat pembangunan mampan. Makanan tradisional sedikit sebanyak menguasai ekonomi dan peluang perniagaan di Malaysia. Perkembangan sektor makanan tradisional ini di pasaran kerana terdapat peminatnya yang tersendiri. Pengusaha perniagaan makanan tempatan sudah mula melibatkan diri dalam inovasi kaedah pembungkusan makanan untuk meluaskan pasaran. Kaedah pembungkusan vakum dapat memenuhi piawai pembungkusan makanan sekaligus menjaga kualiti makanan itu sendiri. Progres tersebut mewujudkan peluang perniagaan dan menunjang pertumbuhan perniagaan tempatan khususnya masyarakat luar bandar.

Makanan tradisional juga menyumbang kepada perkembangan industri pelancongan seterusnya mencipta fenomena peluang pekerjaan. Pelancong yang bercuti ke Malaysia mencari pengalaman mencuba makanan tempatan. Restoran yang menghidangkan makanan tradisional berpotensi menjadi tumpuan utama pelancong untuk menjamu selera. Ini sekaligus menggalakkan pembudayaan menghargai kesenian dan keunikan masakan Melayu tradisional. Malaysia digelar syurga makanan kerana signifikan dengan kepelbagaian makanan unik dan rasa yang tersendiri oleh pelancong asing.

Di samping itu, makanan dimanfaatkan dalam menjelaskan kedudukan sosial dan memupuk perpaduan di antara masyarakat. Makanan dapat mengukuhkan wasilah kekeluargaan khususnya pada musim perayaan bukan hanya pada bangsa Melayu tetapi kepada bangsa lain. Ia turut dijadikan sebagai satu simbolik utama ketika perhimpunan besar bersama keluarga. Aktiviti makan bersama juga dapat mendamaikan individu yang bersengketa. Teks cerita rakyat Musang Berjanggut mengulas tentang khazanah simbol makanan dan keunikan fungsi makanan

tradisional. Ini dapat dilihat menerusi timbang rasanya Kamalul Arifin dan isterinya tetap menjamu Tuan Khadi makan dan minum tanda mereka menerima maaf dan tindakan memberi malu Tuan Khadi atas perbuatannya yang berlebih-lebihan.

Centre of Excellence for Sustainable Cities & Community Well-being telah menggariskan Matlamat Pembangunan Mampan 2030 di mana matlamat yang ketiga iaitu ‘Memastikan kehidupan sihat dan menggalakkan kesejahteraan kepada semua dalam semua lapisan umur’. Bagi memastikan pembentukan mampan negara seiring dengan melahirkan masyarakat yang sihat dan cergas, kita hendaklah menggalakkan pemakanan sihat dan bernutrisi. Makanan tradisional dimasak menggunakan bahan asas segar. Ini secara tidak langsung makanan tradisional juga tergolong di dalam pilihan makanan yang sihat dan berkhasiat. Sejarah kuliner masakan tradisional Melayu sememangnya menggunakan bahan-bahan seperti santan, gula melaka, herba dan rempah. Kepelbagaian bahan herba dan rempah yang digunakan dalam masakan adalah mudah didapati di sekeliling rumah ataupun di dalam hutan.

Mengekalkan makanan tradisional adalah sangat penting dan seni memasaknya perlu diwariskan kepada generasi akan datang. Ini kerana ia merupakan representasi kepada warisan, amal budaya, adat serta cerminan kepada sesetengah golongan etnik. Usaha yang bersungguh-sungguh dan berterusan penting ke arah memastikan pembangunan mampan oleh generasi kini. Makanan tradisional juga dapat mengembangkan kegiatan penyelidikan dan inovasi makanan. Proses mengekalkan makanan tradisional ini boleh dilihat dari pelbagai aspek pemprosesan makanan. Kaedah pemprosesan kos rendah dan mesra alam, teknologi pembungkusan menggunakan bahan pembungkusan baharu yang berkualiti dan berekabentuk inovatif, serta proses pengawetan bagi memanjangkan jangka hayat makanan tradisional tersebut. Kepelbagaian variasi merupakan daya tarikan pencuci mulut tradisional Melayu dan ini terbukti dalam semua jenis kuih dan makanan ringan yang diwarisi turun temurun dalam masyarakat Melayu. Hidangan Melayu ini yang biasanya digoreng, tetapi terdapat juga yang dikukus, dibakar, atau diperamkan. Ia boleh didapati di gerai penjaja, pasar malam dan restoran masakan tradisional. Kuih-muih Melayu terbahagi kepada dua kategori iaitu kuih manis dan kuih pedas.

Negeri Sembilan satu-satunya negeri di Malaysia yang mengamalkan Adat Perpatih. Masyarakat yang mengamalkan Adat Perpatih di Negeri Sembilan telah melahirkan pelbagai bentuk kesenian budaya termasuk dalam bidang kulineri. Kepelbagaian bahan mentah dan tradisi penyediaan makanan yang dipersembahkan oleh tukang masak turut menjadi pemangkin keunikan Negeri Sembilan. Salah satu hidangan unik yang diperkenalkan di salah satu mukim iaitu Johol telah mendapat perhatian ramai. Keunikan makanan yang dihidangkan bagi minum petang yang dipanggil apam Johol ini terletak pada kesenian kaedah membalut kuih berkenaan menggunakan daun rambai.

Pernyataan Masalah

Sajian minum petang sewaktu menghirup teh panas berasa pincang tanpa hidangan kuih tradisional yang menjadi identiti rencam masyarakat Johol. Kuih ini dibalut dengan daun dan dikukus sekaligus menaikkan aroma serta membentuk rekahan di bahagian atas. Tanpa kita sedari bukan saja flora dan fauna, malah kuih tradisional akhir-akhir ini diancam kepupusan berikutan beberapa aspek. Antara bahan asas yang digunakan untuk menghasilkan kuih manis ialah gula, santan, gula kabung atau gula melaka. Gula melaka diekstrak daripada getah bunga pokok kelapa dan diproses serta dijual dalam bentuk tabung buluh bentuk keras serta dibalut dengan daun kelapa perang kering.

Kuih yang dimaksudkan adalah apam Johol kerana ia hanya didapati di mukim Johol, Negeri Sembilan. Masyarakat bukan pemastautin Negeri Sembilan tidak mengenali kuih ini jika tidak menghadiri majlis-majlis keramaian di negeri ini. Apam Johol dahulu dikenali sebagai apam daun rambai kerana proses membuat kuih kukus berkenaan menggunakan daun pokok tersebut. Apam Johol dijadikan kudapan minum petang, hidangan dalam kenduri perkahwinan dan majlis rasmi kerajaan negeri sehinggakan merasakan tidak lengkap set pencuci mulut tanpa sajian apam Johol.

Pernyataan masalah kajian ini ialah cara untuk melestarikan kesempurnaan resipi asli dan petua kuih tradisional kerana khazanah ini bukan sepatutnya disimpan, tetapi sebaliknya diajarkan kepada anak-anak muda-mudi di Malaysia. Nilai-nilai masyarakat sepatutnya bertambah baik jika generasi lama berkongsi dan memberi peluang kepada generasi kini untuk mewarisinya. Walau bagaimanapun terdapat sudut pandang yang menyebabkan generasi kini acuh tak acuh untuk mempelajari kuih tradisional. Ini kerana tiada pendedahan awal, kewujudan makanan tular, bahan mentah yang semakin sukar didapati, kehilangan petua memasak, sifat bakhil enggan berkongsi resepi keluarga, tiada sifat sabar, tidak diamalkan dan penyediaan yang rumit antara penyebab kuih tradisional ini berdepan akibat lenyap ditelan zaman. Selain itu, ada masanya juga agak sukar untuk memperolehi kuih-muih ini contohnya perlu menunggu musim bazar Ramadhan atau perlu ke kampung-kampung turut menyumbang kepada faktor tersebut.

Objektif Kajian

- 3.1 Menenalpasti keunikan apam Johol.
- 3.2 Mendokumentasikan cara masakan kuih tradisional apam Johol.

Kajian Literatur

Negeri Sembilan kaya dengan seni budaya dan adat resam yang berbeza dari negeri lain yang terhasil dari teras Adat Perpatih mempunyai kualiti masyarakat yang tinggi dan memberi impak besar serta diwarisi turuntemurun demi menjaga kesinambungan Adat Perpatih itu sendiri.

Empat luak berundang, satu wilayah Tunku Besar Tampin, Lima Luak Tanah Mengandung, satu Adat Lingkungan dan tiga Pesaka di bawah Luak Johol membentuk masyarakat Adat Perpatih di Negeri Sembilan yang kini melahirkan variasi seni dan budaya khususnya dalam bidang masakan. Tradisi penyediaan makanan, bidang masakan, adat dan bahan-bahan makanan yang dipersembahkan tukang masak turut menjadi keunikan Negeri Sembilan. Allison (2002) menyatakan semua elemen ini adalah hasil manifestasi identiti budaya setempat.

Shamsuddin Ahmad (2019) mencadangkan di dalam jurnal yang ditulis beliau mengenai sepuluh teras Adat Perpatih Negeri Sembilan. Salah satu teras lapan adalah seni budaya iaitu makanan, pakaian, seni bina, adat dan istiadat, cerita rakyat, muzik dan lagu serta pantang larang. Ini menunjukkan nilai kualiti masyarakat yang tinggi kerana makanan turut disenaraikan sebagai keunikan Adat Perpatih lantas dapat menjadi khazanah budaya dunia yang berharga.

Csoban & Konyves (2015) menjelaskan konsep gastronomi sebagai suatu bidang yang mengkaji hubungan antara budaya dan makanan dengan penelitian kepada kepelbagaian elemen budaya seperti pengetahuan seni dan ilmu masakan. Setiap negeri mempunyai makanan yang berbeza sama ada cara penyediaan, teknik dan bahan masakan yang digunakan mempunyai aroma, rupa dan rasa unik berdasarkan kawasan geografi penempatan dan proses asimilasi yang berpunca daripada pengaruh kolonialisme.

Keunikan fungsi makanan dalam gastronomi Melayu menepati dalam menjelaskan kedudukan sosial dalam masyarakat dan status ekonomi menurut Suhaini (2021). Makanan adalah sebahagian daripada seni budaya, agama dan pelbagai etnik di Malaysia. Makanan merepresentasikan geografi, sejarah, tradisi dan nilai-nilai masyarakat. Pemeliharaan budaya dengan menyediakan makanan tempatan kepada generasi muda secara tidak langsung menggalakkan sikap menghargai warisan budaya yang bernilai tinggi.

Generasi muda yang sudah merasai makanan tradisional pasti lebih memahami nilai-nilai makanan tradisional. Oleh itu mereka akan lebih berjiwa untuk memelihara dan menjaga warisan ini. Pakar Makanan Warisan Negara, Prof Madya Dr Shahrir Karim, 2019 turut menegaskan, sajian tradisi ini kian hilang gara-gara peribadi masyarakat sendiri.

Hishamudin (2021) menyatakan ciri-ciri dinamik berkaitan motif, bentuk, fungsi, dan falsafah penghasilan menunjukkan, persamaan kuih-muih tradisional Melayu di Malaysia dan Thailand banyak dipengaruhi oleh iklim, bentuk muka bumi dan sosio budaya masyarakat setempat. Kuih-muih tradisional Melayu dijadikan sebagai pengganti kepada makanan berat. Kuih kategori fungsi ini pula ialah kuih yang mempunyai bahan masakan yang kompleks dan kebanyakannya berasaskan santan. Penggantian kuih-kuih berasaskan santan menjadikan pemakannya berasa kenyang seperti menikmati menu utama nasi. Sebagai contoh kuih bingka, selain menggunakan santan pekat, bahan masakan kuih ini juga menggunakan telur dan minyak sebagai bahan mentah dan boleh dicampurkan juga dengan pelbagai bahan lain seperti buah labu dan ubi kayu untuk memvariasikan lagi khasiatnya.

Di samping itu, flora dan fauna memainkan peranan dalam komunikasi visual sejak zaman berzaman. Masyarakat nusantara sangat terkenal dalam menterjemahkan alam semulajadi sebagai satu metafora seni dan kehidupan sejagat, sama ada dalam seni visual, tekstil, tembikar, ukiran, malah senibina dan pertukangan. Pada flora dan fauna yang terdapat di dalam alam semulajadi ini dibahagikan kepada beberapa kategori yang boleh diterjemahkan ke dalam bentuk komunikasi visual menurut Shahrizam, 2023. Alam semulajadi yang terdiri daripada tumbuh-tumbuhan bermula dari akar, daun, batang, ranting, pucuk dan bunga mengandungi rupa, bentuk, garisan, warna, corak dan bahan ramuan aktif. Kandungan antosianin contohnya di dalam bunga telang yang memberi warna biru telah mempengaruhi kaedah memasak masakan tradisional seperti nasi kerabu di Kawasan Pantai Timur Semenanjung. Ini menunjukkan penggunaan warna berdasarkan flora alam semulajadi digunakan secara meluas dalam makanan, minuman dan produk-produk lain.

Metodologi Kajian

Metodologi yang digunakan ialah kajian kualitatif bagi pengumpulan dan pencarian maklumat. Pengumpulan maklumat dimulakan dengan data sekunder dilakukan melalui artikel, google scholar, muzium Negeri Sembilan, keratan akhbar, buku yang berkaitan serta sesi temubual bersama peniaga kuih tradisional ini. Pengumpulan data sekunder ini bermula dari bulan Mac hingga April 2024. Melalui kaedah ini data yang diperolehi dibincangkan dan dicadangkan ditulis dalam bentuk artikel.

Dapatan Kajian/Jangkaan dapatan

Secara tradisinya, kek, kuih-muih dan pencuci mulut tradisional Melayu biasanya dimakan selepas waktu makan utama. Makanan tradisional ini melalui proses penyediaan yang istimewa, berbeza daripada makanan harian dan bertujuan untuk perayaan dan majlis-majlis khas lain. Walau bagaimanapun pada zaman milenial ini, kuih tradisional Melayu dimakan sepanjang hari

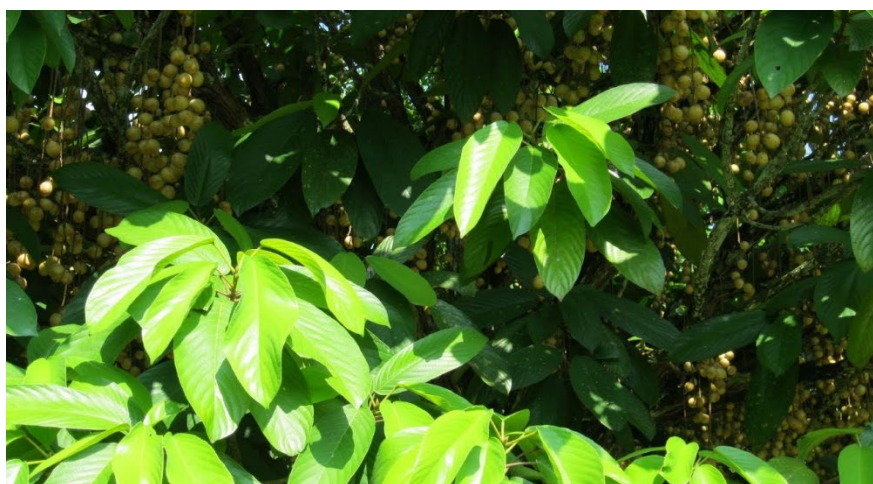
pada bila-bila masa sebagai sarapan ringan, snek tengah hari, hidangan minum petang atau pencuci mulut. Apam Johol semakin sukar didapati kerana pengusaha dan pembuat serta keadaan geografi penempatan hanya berada di mukim Johol, Negeri Sembilan.

Mengenal Pasti Keunikan Apam Johol.

Keunikan kuih tradisional hidangan minum petang yang dipanggil apam Johol ini terletak pada kesenian membalut sebahagian kuih berkenaan menggunakan daun rambai. Hasil dapatan kajian Apam Johol mempunyai tiga keunikan iaitu:

Pokok Rambai

Genus rambai dan kerabat liarnya (*Baccaurea Lour*) terdiri daripada famili Euphorbiaceae termasuklah juga kaum getah dan ubi kayu. Kedapatan 42 spesies rambai dan kerabat liarnya di seluruh dunia dan di Malaysia sahaja terdapat 31 spesies rambai. Hasil kajian mendapati pokok ini masih banyak dijumpai di halaman rumah dan di kebun-kebun. Selain buahnya boleh dimakan segar, kaum rambai mempunyai kegunaan lain seperti dijadikan bahan masakan, pembalut kuih, bahan kosmetik, perencah dan menghilangkan gris. Saiz daun rambai boleh mencecah panjang sehingga 33 sentimeter dan 15 sentimeter lebar dan sesuai digunakan sebagai pembalut kuih.



*Rajah 1: Daun Rambai
(laman sesawang)*

Kesenian Kuih Tradisional

Haruman daun rambai menjadikan kuih apam ini unik dan istimewa. Apam yang sudah masak akan merekah di bahagian atas dan memberikan aroma daun rambai yang cukup menyelerakan. Yang lebih menarik, daun rambai ini mudah didapati dan tumbuh melata di kampung-kampung. Kebanyakan tuan rumah yang menganjurkan majlis keramaian atau kenduri-kendara khususnya di Johol, Negeri Sembilan akan menghidangkan kuih tradisional apam daun rambai ini untuk tetamu yang hadir.



Rajah 2: Elemen Daun Rambai yang Menampilkan Nilai Seni Membalut Sebahagian Kuih

Model Lestari Kuih Tradisional

Persekitaran geografi penempatan masyarakat dapat menghasilkan, makanan tradisional terhasil kerana bahan mentah yang mudah didapati di Kawasan tersebut. Ini sekaligus menjadi sumber kreatif masyarakat untuk mencipta atau menyediakan hidangan tersebut. Apam Johol sesuai dijadikan sebagai model lestari kuih tradisional kerana menggunakan pembalut daun rambai yang mudah didapati dan juga mudah terurai apabila dibuang tanpa melibatkan bahan kimia yang lain. Daun rambai mudah didapati di kawasan kampung-kampung penempatan pengusaha kuih apam Johol.



Rajah 3: Konsep Mesra Alam Bagi Mencapai Matlamat Pembangunan Mampan Kuih Tradisional. (Sinar Harian)

Cara Masakan Apam Johol

Mendokumentasikan cara masakan kuih tradisional apam Johol bagi memudahkan rujukan generasi akan datang namun perlu juga untuk mencari tenaga pengajar yang mampu untuk berkongsi ilmu kulinari. Hidangan petang apam Johol diperbuat daripada tepung beras, ragi atau ibu roti, santan dan gula merah yang menjadikannya gebu, lembut dan tidak terlalu manis.

Ia sesuai di makan bersama lauk sampingan seperti sambal ikan bilis, kuah kari atau gulai daging, bubur kacang hijau serta pengat durian.

Kaedah Penyediaan:

Antara kaedah yang biasa digunakan oleh para pengusaha kuih apam johol ini dengan menggunakan enam bahan sahaja. Bahan-bahan kuih ini ialah tepung gandum, marjerin, gula melaka atau gula anau, gula pasir dan ibu roti atau yis serta daun rambai secukupnya.

Mula-mula 2 sudu marjerin di campurkan bersama 300 gram tepung gandum sehingga sehati. Kemudian, setengah pek ragi dan 2 sudu gula pasir dimasukkan di dalam adunan tepung tadi. Di dalam bekas yang berasingan, 100 gram gula melaka atau gula anau dilarutkan bersama satu setengah cawan air. Setelah larut, tapis dan tuangkan ke dalam adunan tepung tadi. Gaul rata dan perapkan adunan selama 30 minit sehingga ia naik dua kali ganda dari asal. Bersihkan daun rambai sebelum ia digunakan bagi membungkus adunan apam. Sapukan sedikit minyak masak sebelum meletakkan adunan di atas daun. Ini bagi memastikan apam tidak melekat pada daun setelah masak. Letakkan adunan pada daun dan lipatkan penjuru daun seperti Rajah 2 dan Rajah 3 di atas. Adunan kuih apam akan mengembang seperti dapat dilihat dalam Rajah 4. Kukuskan kuih ini selama 20 minit atau sehingga ia masak dan kembang sekata.



Rajah 4: Aroma Daun Rambai yang Wangi Semasa Kuih Dikukus. (Azah Airiza Norman)



Rajah 5: Apam Johol Dihidangkan Dalam Majlis Menggunakan Talam Tembaga Sangat Memukau Pandangan. (Pengusaha apam Johol)

Perbincangan

Seni menyediakan kuih tradisional apam Johol didalam gastronomi alam Melayu turut diinterpretasi sebagai satu pengiktirafan lestari yang penting tentang makanan dan minuman dalam seni memilih, menyediakan, menghidangkan, dan menikmati makanan yang lazat yang dibuat oleh sekelompok masyarakat, dalam satu kawasan setempat, sebuah wilayah atau sebuah etnik itu sendiri mempunyai kaitan hubungan antara makanan, budaya, dan tradisi merangkumi pelbagai pecahan budaya yang menjadikan makanan sebagai inden penelitian. Gastronomi alam Melayu menggarap sains rasa dan merasa dalam alam Melayu melibatkan rentas bidang termasuklah bahasa, budaya, psikologi, sastera dan arkeologi. Apam Johol model pelestarian kuih tradisional yang sesuai dikaji dalam gastronomi alam Melayu menerokai apa yang ada di meja hidangan, iaitu apa yang ada dalam hidangan, bagaimana dan mengapa ia dijamah oleh si pemakan, bagaimana ia disiapkan, etiket hidangan, hiasan dan aturan hidangan. Sepanjang zaman, gastronomi ini telah terbukti menjadi kuasa budaya yang lebih kuat di kalangan masyarakat dunia daripada pengaruh linguistik atau lain-lain.

Kesimpulan

Ilmu dalam warisan kuih tradisional memberi kesedaran kepada masyarakat lama tentang kepentingan mewariskan resepi kepada generasi baharu. Bahan-bahan menghasilkan kuih tradisional ini perlu dikekalkan manakala cara penyediaan boleh disesuaikan menggunakan teknologi seperti pemukul adonan dan periuk kukus elektrik. Generasi muda perlu belajar kemahiran insaniah dalam menghasilkan kuih tradisional walaupun renyah tanpa menghilangkanan cara dan rasa asal kuih ini. Artikel ini mendokumentasikan cara masakan kuih tradisional apam Johol sebagai usaha melestarikan kuih-kuih tradisi lama berteraskan matlamat pembangunan mampan di Malaysia. Ini juga merupakan suatu usaha menjaga warisan di samping pemeliharaan kuih tradisional yang merupakan ciri budaya Melayu sejagat.

Rujukan

- Rosli Saludin, M. (2015). Kepelbagaian dan keunikan adat Negeri Sembilan memperkuat bangsa: Diversity and uniqueness of Negeri Sembilan custom in race strengthening. *Jurnal Peradaban Melayu*, 10, 1–15. Retrieved from <https://ojs.upsi.edu.my/index.php/JPM/article/view/1999>
- Fauzi, F. A., Jamil, J. & Majid, H. N. A. Dari Perlis ke Sabah: Warna-warni kuih-muih warisan malaysia. pelestarian makanan warisan melayu diwarisi sejak zaman ke zaman peliharalah hidangan setiap satu jadikan panduan juga rujukan, 133.
- Ahmad, S., Kosman, K. A., Abdullah, S. Y. & Gaman, M. N. A. (2019). Teras Adat Perpatih Negeri Sembilan Sebagai Satu Keunikan Identiti Warisan Bangsa (Adat perpatih Negeri Sembilan as a unique identity of national heritage). *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 3(2).
- Isam, H., Khreeda-Oh, A. & Ramadhan, F. (2021). Kuih Tradisional Malaysia, Indonesia Dan Thailand: Warisan Pengekalan Tradisi Budaya Melayu. In E-Proceedings of Extended Abstracts The 1st International Symposium on Cultural Heritage (Isych) 2021.
- Radzi, N. S. M., & Yusoff, M. Y. M. (2023). Adat perpatih di Luak Johol, Negeri Sembilan: Peranan Ibu Soko. *Jurnal Wacana Sarjana*, 7(3), 1-13.
- Awang, K. & Mokhtar, M. K. A. Kaedah penanaman kaum rambai.
- Sulaiman, S. (2023). Flora dan fauna dalam komunikasi visual. Epite of Nature (EON).
- Raji, M. N. A., Ab Karim, S., Ishak, F. A. C. & Arshad, M. M. (2017). Past and present practices of the Malay food heritage and culture in Malaysia. *Journal of Ethnic Foods*, 4(4), 221-231.
- Kamaruzaman, M. Y. B., Ab Karim, S., Ishak, F. A. B. C. & Arshad, M. M. B. (2020). The diversity of traditional Malay kuih in Malaysia and its potentials. *Journal of Ethnic Foods*, 7, 1-11.
- Noor, S. M. & Musa, M. F. Fungsi Makanan dalam Interaksi Sosial Masyarakat Melayu: Satu Kajian Teks Cerita Rakyat.
- Isam, H. & Khreeda-Oh, A. Gastronomi Kuih Tradisional Melayu di Malaysia dan Thailand Selatan daripada Perspektif Motif, Bentuk dan Fungsi 2021.
- Bakar, S., Mohd Sahidol, J. N. & Harun, N. I. (2015). Uniknya nama, uniknya rasa (asal usul nama kuih tradisional melayu). KONAKA Konferensi Akademik 2015, 18-24.
- Yandre, R. (2023). Spesies Tumbuhan Dalam Makanan Tradisi Masyarakat Bugis Di Pulau Sebatik, Malaysia: Plant species used in the traditional cuisine of the Bugis community in Sebatik Island, Malaysia. *Jurnal Komunikasi Borneo (JKoB)*, 11, 134-145.
- Chik, C. T. & Bachok, S. Cabaran Penyediaan Makanan Warisan. Pelestarian makanan warisan Melayu diwarisi sejak zaman ke zaman Peliharalah hidangan setiap satu Jadikan panduan juga rujukan, 80.
- Isam, H., Abd Aziz, M. A. I., Khreeda-Oh, A. & Widagdo, J. (2021). Budaya serumpun dalam penghasilan kuih tradisional Melayu di Malaysia, Indonesia dan Thailand. *Jurnal Melayu Sedunia*, 4(1), 290-312.

HOW DO THEY LEARN IT?: A STUDY OF THE CORRELATION BETWEEN LEARNING STYLES AND STUDENTS' ACHIEVEMENT

Nasuha Nasaruddin¹, Shakiratul Hanany Abd Rahman²

¹Politeknik Sandakan, Sabah

²Universiti Malaysia Sabah

^{1*}nasuha@pss.edu.my, ²hanany@ums.edu.my

Abstract

This study examined the correlation between learning styles and academic performance in a Malaysian Studies course among 122 Semester 1 students at Politeknik Sandakan Sabah. Studying at School Inventory by Selmes (1987) was adapted to assess learning styles, while students' grades served as a measure of academic achievement. Descriptive statistics was employed to obtain the percentage, mean and standard deviation of the learning styles, while statistical inference method through the Pearson Correlation was used to test the initial hypotheses. The data was then analysed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Version 20. Results indicated Surface learning as the dominant style, and a weak but significant relationship between all learning styles and academic performance. The findings of this study highlight the importance of tailoring instructional strategies to diverse learning preferences to enhance student success in the course.

Keywords: Learning Styles, Academic Achievement, Malaysian Studies

Introduction

Individuals learn through different kinds of methods, and there are various learning styles that are being practised (Jahanbaksh, 2012). This is true as each learner has a distinct cognitive style, influencing how they process and retain information. There is also a general consensus that individuals employ diverse learning approaches, shaped by individual preferences for different stimuli, which enhance the learning process (Lucimar & Cunha, 2020). In our interconnected world today, there is unprecedented access to information and diverse learning opportunities. Nevertheless, individual differences in learning styles persist, and this emphasises the need to understand how students learn best to optimise educational outcomes. While research has explored learning styles in various contexts, limited studies have focused on the specific learning preferences of students enrolled in Malaysian Studies courses. Therefore, this study aims to address this gap by investigating the learning styles of students in the DUB1012 (Malaysian Studies) course.

Problem Statement

Studying a course that is laden with facts and history, which requires a high level of understanding can undoubtedly put pressure on students. The Malaysian Studies course is also often perceived quite dull, especially when it requires students to memorise and remember all the important dates and historical events. Therefore, research that looks at the learning style practiced by the first semester students is essential. That is because first semester students are new to the learning system at higher education institutions, and this study can provide an explanation for the phenomenon of self-directed learning at the Polytechnic itself. Consequently, research on students' learning styles needed to be conducted so as to provide an understanding of how it is correlated with students' achievement in the course.

Research Objective

By identifying prevalent learning styles and their relationship with academic achievement, this research seeks to inform pedagogical approaches that cater to the diverse needs of students. Specifically, this study aims to:

1. Identify the learning styles of students for the DUB1012 (Malaysian Studies) course.
2. Identify the students' levels of achievement in the DUB1012 course.
3. Determine the relationship between learning styles and students' levels of achievement in the DUB1012 course.

Literature Review

The support and guidance of teachers and lecturers are vital to students, as they can greatly impact their approach to learning and overall success in the classroom. Simelane & Miji (2014) highlight the significance of educators, teachers, and lecturers familiarising themselves with the learning styles of their students. By doing so, these educators can tailor their teaching strategies to better assist and encourage their students in their learning endeavours. Additionally, Lucimar & Cunha (2020) aptly articulate that learning is fundamental for individuals, not only for cultures, but also for educational system's success.

According to a study by Eishani et al., (2014), learning styles are increasingly important in enhancing the quality of education. Additionally, Fariba (2013) has discovered a connection between students' learning style and their academic performance. Fariba states that students can have multiple learning styles and their attitudes towards learning can vary. Moreover, Oflaz & Turunc (2012) postulate the advantages of optimising learning styles in an appropriate and accurate manner. They suggest that when teachers cater to the learning styles of their students and group them accordingly, the students are more engaged and perform better in group activities.

On the other hand, Sen & Yilmaz (2012) accentuate that learning and teaching techniques depend on the capabilities of students. Students' reactions and responses towards their learning are part of the factors that distinguish their learning styles. Zainora et al., (2011) assert that getting to know the students' learning styles gives a teacher the advantage of being well-prepared for their lessons. According to Kolb et al. (as cited in Soflano, Connolly & Hainey, 2015) each student has different ways and methods in learning a lesson. Hence, various models have been developed based on their understanding. Truong (2015) in his research also found that the learning styles of different individuals vary, and this is due to certain reasons and factors. Huang et al. (2012) elucidate that traditionally, learning styles are regarded as a benchmark that could enable the students to improve their performance.

In their research, Komarraju et al., (2011) found that a student's personality and learning style significantly influences their academic achievement. Selmes (as cited in Jeyagobi, 2011) indicates that most learning style models focus on techniques like note-taking and exam preparation, which may prioritise memorisation and exam performance. However, Selmes (1987) argues that this approach does not accurately reflect the complexities of actual classroom learning. Instead, Selmes underscores the importance of recognising the unique learning styles of individual students, rather than generalising about how learning occurs.

Methodology

In this study, purposive sampling was employed as the sampling technique. Purposive sampling is the sampling procedure whereby a group of subjects that have certain criteria are chosen as respondents (Chua, 2011). In this study, the samples were 122 Semester 1 students of Politeknik

Sandakan Sabah, who consisted of 67 students of Diploma in Agrotechnology, 21 students of Diploma in Aquaculture and 34 students of Diploma in Tourism Management. 30 students of Diploma in Tourism Management from 1B Class took part in a pilot study; therefore, they were removed from the sampling. As a core course at the Department of General Studies, Politeknik Sandakan Sabah, DUB1012 is compulsory for all first-semester students.

A questionnaire on learning styles was used to gauge the respondents' responses on the learning styles that they adopt in learning the DUB1012 course. The questionnaire used was an adapted version of Studying at School Inventory originally developed by Selmes (1987) in which four learning styles were proposed, and these include Deep, Surface, Strategic and Hard Work. The questionnaire had two sections, namely Section A which was intended to gauge the respondents' responses on their demographic details, and Section B which was meant to obtain the details on the characteristics of the students' learning styles (Deep, Surface, Strategic and Hard Work).

After the data collection process was carried out, the data was analysed using the Statistical Packages for Social Science (SPSS) Version 20. As for the data of the students' grades in the DUB1012 course, it was analysed using descriptive statistics to obtain the frequency and the percentage values. Descriptive statistics was also utilised to obtain the high, average and low values of the students' grades. SPSS Version 20 was also employed to analyse learning style questionnaire data, and the analyses include the descriptive statistics and inferential statistics. The use of descriptive statistics was meant to obtain the mean, percentage, frequency and standard deviation for the data. Additionally, one-way ANOVA and Pearson Correlation were used for the inferential statistics.

Result & Discussion

Mean and standard deviation for each item was used to determine the learning style that is adopted by each student. In general, there were four learning styles and 45 items that represented these learning styles. The items were represented based on the following sequence: Surface learning was represented by item 1 to item 12, Deep learning was represented by item 13 to item 23, Strategic learning was represented by item 24 to item 35, and Hard Work learning was represented by item 36 to item 45. By determining the mean and the standard deviation for these items, the researchers were able to answer the second objective of this study which is to identify the learning styles adopted by the students for the course. Table 1 presents descriptive statistics for learning styles based on the 122 samples. Surface learning exhibited the highest mean ($M = 3.80$, $SD = 0.49$), followed by Deep learning ($M = 3.67$, $SD = 0.56$) and Strategic learning ($M = 3.51$, $SD = 0.47$). Meanwhile, Hard Work learning recorded the lowest mean ($M = 3.37$, $SD = 0.62$).

TABLE 1. Mean and Standard Deviation for Learning Styles

Learning Style	MEAN	SD
Surface	3.80	0.49
Deep	3.67	0.56
Strategic	3.51	0.47
Hard Work	3.37	0.62

The analysis revealed minimal differences in mean values across the four learning styles, suggesting that students employed a combination of these styles in the DUB1012 course. This finding aligns with Fariba's (2013) assertion that learners typically utilise multiple learning strategies.

Analysis of individual items (1-12) revealed a predominant focus on memorising key points, as evidenced by the highest mean score for item 7 ($M = 4.14$, $SD = 0.78$) in the Surface learning scale. Conversely, students demonstrated weaker tendencies toward systematic note organisation, indicated by the lowest mean for item 12 ($M = 3.46$, $SD = 1.06$). Overall, Surface learning emerged as the dominant learning style with the highest average score ($M = 3.80$, $SD = 0.49$).

TABLE 2. Mean and Standard Deviation for Surface Learning Items

No	Surface Learning Item	MEAN	SD
1	Requires an in-depth explanation regarding the work that should be done	3.81	0.71
2	Requires an in-depth explanation regarding the notes that should be jotted down	3.69	0.82
3	Tries to recall what has been written in the notes	3.86	0.80
4	Requires an in-depth explanation regarding what should be done during reading	3.68	0.87
5	Requires an in-depth explanation regarding what should be done while doing revision	3.86	0.77
6	Pays attention to each fact while reading	3.89	0.85
7	Only writes notes on the important facts that should be learnt	4.14	0.78
8	Pays attention to the facts/formulas while doing revision	4.04	0.90
9	Tries to memorise all facts / formulas while doing revision	3.82	0.87
10	Tries to memorise all notes while reading	3.58	0.84
11	Only writes notes that are mostly factual	3.72	0.86
12	Organises notes systematically	3.46	1.06
Average score		3.80	0.49

Deep learning exhibited a relatively high mean score ($M = 3.67$, $SD = 0.56$) as indicated in Table 3. Students also demonstrated a preference for simplifying key topics while note-taking (item 2, $M = 4.16$, $SD = 0.67$), as shown in Table 4.7. In contrast, incorporating personal perspectives into notes was less common among the students (item 11, $M = 3.38$, $SD = 0.99$).

TABLE 3. Mean and Standard Deviation for Deep Learning Items

No	Deep Learning Items	MEAN	SD
1	Tries to discuss a topic with other students while doing revision	3.80	0.84
2	Tries to simplify important topics while making notes	4.16	0.67

3	Tries to identify the figurative meaning while reading	3.90	0.88
4	Tries to simplify the subject's content while doing revision	4.02	0.69
5	Tries to connect various aspects while doing revision	3.53	0.85
6	Tries to take into consideration how various aspects inter-connect while answering questions	3.47	0.84
7	Tries to identify the connections of various aspects found while reading	3.50	0.79
8	Tries to ask own self a few questions based on reading	3.71	0.94
9	Tries to combine notes from various sources	3.48	1.07
10	Tries to give own views when there is a chance	3.43	0.93
11	Tries to include own view while taking notes	3.38	0.99
Average score		3.67	0.56

The next item analysis in the following table (Table 4) shows that there is a strong inclination among students towards independent revision strategies, as evidenced by the highest mean score for item 9 ($M = 3.92$, $SD = 0.76$) in the Strategic learning scale. However, a lower mean for item 12 ($M = 2.86$, $SD = 0.95$) suggests limited reliance on rote memorisation when answering test or examination questions. Overall, Strategic learning demonstrated a relatively high mean score with an overall mean of 3.51 ($SD = 0.47$). Moreover, students also exhibited a strong tendency towards independent study habits as they were willing to allocate their time to do revision following their own styles, as evidenced by the highest mean for item 9 ($M = 3.92$, $SD = 0.76$).

TABLE 4. Mean and Standard Deviation for Strategic Learning Items

No	Strategic Learning Items	MEAN	SD
1	Drafts the answers before answering the test/examination questions	3.64	0.89
2	Allocates sufficient time to make own notes	3.51	0.84
3	Tries to read all topics as fast as possible	3.45	0.89
4	Allocates enough time to make required notes	3.59	0.82
5	Tries to make notes as fast as possible	3.46	0.85
6	Tries to do revision as fast as possible	3.48	0.89
7	Allocates enough time to make extra notes	3.42	0.81
8	Allocates enough time to do revision	3.70	0.74
9	Allocates enough time to do revision following own styles	3.92	0.76
10	Plans a revision ahead so it can be done well	3.68	0.79
11	Plans learning perfectly well	3.40	0.75
12	Answers test/examination questions without taking into consideration what had been memorised previously	2.86	0.95
Average score		3.51	0.47

As shown in Table 5, Hard Work learning showcased the lowest mean score ($M = 3.37$, $SD = 0.62$) compared to other learning styles. Students demonstrated a strong tendency to identify factors affecting academic performance (item 1, $M = 3.88$, $SD = 0.88$) but displayed less proactivity in terms of independent revision, as indicated by the lowest mean for item 6 ($M = 3.00$, $SD = 0.97$).

TABLE 5. Mean and Standard Deviation for Hard Work Learning Items

No	Hard Work Learning Items	MEAN	SD
1	Figures out the reason when performance drops so that it can be improved	3.88	0.88
2	Uses some books to do assignments	3.54	0.95
3	Finishes tasks as fast as possible	3.57	0.84
4	Does own notes whenever there is time	3.72	0.93
5	Reads what is required without being asked by the lecturer	3.06	0.87
6	Does revisions for all topics without being asked by the lecturer	3.00	0.97
7	Finishes doing assignments earlier than expected	3.16	0.87
8	Does a lot of exercises willingly	3.04	0.94
9	Does exercises several times to improve understanding	3.33	0.91
10	Uses books other than the lecturer's notes as reference	3.39	1.03
Mean score		3.37	0.62

Table 6 presents the frequency and percentage distribution of DUB1012 students' achievement levels based on their scores. The analysis was tabulated based on the score values obtained by the students, and the values were classified according to the level of achievement set for the study. Based on the analysis, it was found that the students' achievement was at the average level. This finding was based on the students' overall marks for their coursework and final examination for December 2014 session.

TABLE 6. Students' Level of Achievement in the DUB1012 course

Level of Achievement	Score Value	Frequency	Percentage
Low	$x < 2.00$	2	1.6
Average	$2.00 < x < 3.00$	70	57.4
High	$3.00 < x$	50	41.0
TOTAL		122	100.0

Table 6 indicates that 50 students (41%) attained high scores, while the majority (70 students or 57.4%) achieved average grades in DUB1012. Only 2 students (1.6%) earned low scores. Consequently, overall student performance was classified as average. To examine the relationship between learning styles and academic achievement, Pearson correlation analysis was conducted, and the following table presents its outcomes.

TABLE 7. Pearson Correlation Analysis of Deep Learning and Students' Level of Achievement

Learning Style		Level of Achievement
Deep learning	Pearson Correlation	.286**
	Sig. (2-tailed)	.001
	N	122

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

The correlation analysis shows a weak positive relationship ($r = 0.286$, $p < .001$) between Deep learning and the level of achievement, and it was significant at the value of $p = 0.001$. This suggests that the students who adopted Deep learning had a high level of achievement. Hence, this significant positive relationship, though weak, could confirm that when Deep learning is adopted, the level of achievement would also be high.

Furthermore, a weak but significant positive correlation ($r = 0.286$, $p < .001$) was found between Deep learning and the level of achievement, and it was significant at the value of $p = 0.001$. This suggests that the students who adopted Deep learning had a high level of achievement. Hence, this significant positive relationship, though weak, confirms that the level of achievement is high when Deep learning is adopted.

TABLE 8. Pearson Correlation Analysis of Surface Learning and Students' Level of Achievement

Learning Style		Level of Achievement
Surface learning	Pearson Correlation	.268**
	Sig. (2-tailed)	.003
	N	122

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

In addition, a weak but significant positive correlation ($r = 0.268$, $p < .001$) was found between Surface learning and the level of achievement, and it was significant at the value of $p = 0.003$. This correlation value was the second highest after the Deep learning. This finding suggests a modest association between Surface learning strategies and higher student performance. Hence, it goes on to show that students who adopted the Surface learning had high level of achievement. In other words, this significant positive correlation, though weak, confirms that students' achievement is high when Surface learning is adopted.

TABLE 9. Pearson Correlation Analysis of Strategic Learning and Students' Level of Achievement

Learning Style		Level of Achievement
Strategic learning	Pearson Correlation	.197*
	Sig. (2-tailed)	.029
	N	122

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

Next, as for Strategic learning, it was found that there is a weak relationship ($r = 0.197, p < .05$), and it was significant at the value of $p = 0.029$. Hence, this finding shows that students who adopted Strategic learning tended to have high level of achievement. This significant positive correlation (though weak) confirms that students' level of achievement is high when Strategic learning is adopted.

TABLE 10. *Pearson Correlation Analysis of Hard Work Learning and Students' Level of Achievement*

Learning Style		Level of Achievement
Hard Work learning	Pearson Correlation	.112
	Sig. (2-tailed)	.218
	N	122

Finally, the correlation analysis that was conducted between Hard Work learning and level of achievement shows no significant relationship ($r = 0.112, p > .05$) and the significance value was $p = 0.218$. This suggests that students who adopted Hard Work learning did not have a high level of achievement. The insignificant correlation between Hard Work learning and academic achievement indicates no substantial relationship between the two variables. Based on the findings, three learning styles had a significant relationship towards students' achievement, namely the Deep, Surface and Strategic learning styles. Nevertheless, Hard Work learning showed no significant relationship with academic achievement. This parallels Huang et al.'s (2012) assertion as they put forward that traditionally, learning styles are regarded as a benchmark that could enable students to improve their performance. They further suggest that aligning teaching methods with suitable learning styles can enhance student outcomes.

Conclusion

The findings of this study reveal that students employed a variety of learning styles rather than relying solely on one approach in the Malaysian Studies course. To enhance student potential, lecturers should consider individual learning preferences. Surface learning emerged as the dominant style, emphasising the need for educators at Politeknik Sandakan Sabah and other institutions to identify and address students' learning style needs. Consistent with Oflaz & Turunc (2012), getting to know the students would be incredibly beneficial, and this knowledge can facilitate a smoother teaching and learning process. Moreover, the average achievement level of students necessitates a pedagogical shift in the DUB1012 course. While various factors may contribute to this outcome, learning style adaptation presents a significant challenge for first-year students transitioning from a teacher-centered to a more independent learning environment.

In conclusion, these results emphasise the importance of tailoring instruction to diverse learning styles. As suggested by Awang et al. (2017), educators must acquire a deep understanding of effective teaching strategies to create optimal learning conditions for diverse students. It is also essential for the management to ensure that facilities at the institutions are conducive and adequate so as to optimise students' learning experience and maximise their potential, which can subsequently lead to students' success.

References

Awang, H., Abd Samad, Mohd Faiz, N. S., Roddin, R. & Kankia, J. D. (2017). *Relationship between the Learning Styles Preferences and Academic Achievement*. IOP Conference

- Series: Materials Science and Engineering, International Research and Innovation Summit (IRIS2017), Melaka, Malaysia. Open Access proceedings Journal of Physics: Conference series (iop.org)
- Chua, Y. P. (2011). *Buku 1: Kaedah Penyelidikan*. (Edisi Kedua). Kuala Lumpur, Malaysia: Mc Graw Hill.
- Eishani, K. A., Saa'd, E. A. & Nami, Y. (2014). The Relationship Between Learning Styles and Creativity. *Social and Behavioral Sciences*, 114, 52-55.
- Fariba, T. B. (2013). Academic Performance of Virtual Students Based on Their Personality Traits, Learning Styles And Psychological Well Being: A Prediction. *Social and Behavioral Sciences*, 84, 112-116.
- Huang, E. Y., Lin, S. W., & Huang, T. K. (2012). What type of learning style leads to online participation in the mixed-mode e-learning environment? A study of software usage instruction. *Computers & Education*, 58, 338-349.
- Jahanbakhsh, R. (2012). Learning styles and academic achievement: a case study of Iranian high school girls' students. *Social and Behavioral Sciences*, 51, 1030 – 1034.
- Jeyagobi, D. (2011). Gaya Pembelajaran Bahasa Melayu Dalam Kalangan Pelajar India. Universiti Putra Malaysia (UPM). Tesis Doktoran.
- Komarraju, M., Karau, S. J., Schmeck, R. R., & Avdic, A. (2011), The Big Five personality traits, learning styles, and academic achievement. *Personality and Individual Differences*, 51, 472-477.
- Lucimar, A. D., & Cunha, A. (2020). An integrative debate on learning styles and the learning process. *Social Sciences & Humanities Open*, 2(1), 100017.
- Selmes, I. P. (1987). *Improving Study Skills*. London: Holder and Stoughton.
- Sen, S., & Ayhan Yilmaz, S. (2012). The effect of learning styles on students' misconceptions and self- efficacy for learning and performance. *Social and Behavioral Sciences*, 46, 1482-1486.
- Simelane, S., & Miji, A. (2014). Impact Of Technology-Engagement Teaching Strategy with The Aid of Clickers on Student's Learning Style. *Social and Behavioral Sciences*, 136, 511-521.
- Smith, E. S. (1996). Learning styles: a holistic approach. *Journal of European Industrial Training*, 20(7), 29-36.
- Soflano, M., Connolly, T. C., & Hainey, T. (2015). Learning Style Analysis in Adaptive GBL Application to Teach SQL, *Computers & Education*, doi: 10.1016/j.compedu.2015.02.009.
- Oflaz, M., & Turunc, T. (2012). The effect of learning styles on group work activities. *Social and Behavioral Sciences*, 46, 1333- 1338.
- Truong, H. M. (2015). Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities. *Computers in Human Behavior*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.014>.
- Zainora, M., Sumithira N., Haliza A. M., Sharaanjeet, K., & Siti R. A. (2011). Learning Styles Preferences Among Third Year Optometry Students of Universiti Kebangsaan Malaysia. *Social and Behavioral Sciences*, 18, 384- 387.

THE EFFECTIVENESS OF *GERAK GEMPUR* PROGRAMME FOR BIOLOGICAL SCIENCE COURSE AMONG DIPLOMA IN AGROTECHNOLOGY STUDENTS

Jessy Ann James Logijin¹, Najibah binti Md Junoh¹, Norsyafiqah binti Suhaimi¹

¹Politeknik Sandakan Sabah

^{1*}jessy.ann@pss.edu.my, ¹najibah@pss.edu.my, ¹norsyafiqah@pss.edu.my

Abstract

The aim of this study is to identify the effectiveness of *Gerak Gempur* Programme in inducing students' attitude and engagement thus improving academic achievement in Biological Science Course at Polytechnic of Sandakan Sabah. The percentage of students passing the Biological Science Course was low in the previous semesters. Hence, *Gerak Gempur* Programme was conducted for Biological Science Course with the hope of improving students' interest towards the subject, thus achieving better grades. This study employed a quantitative approach. The study was conducted in Polytechnic of Sandakan Sabah and purposive sampling was used. There were 59 samples of Diploma in Agrotechnology students involved in this study. All samples were collected from Semester 1 students. The instrument used in this study was a survey questionnaire; 14 items, 5-Likert scale questionnaire. Data collected from this study were analyzed using IBM SPSS Statistics Version 27 which includes descriptive statistics (mean and standard deviation). Research data show that the mean for students' attitude and students' engagement was high, respectively $M = 4.53$ and $M = 4.50$. As a conclusion, collected data from the *Gerak Gempur* Programme has a positive impact on students' attitude, engagement as well as improved academic achievement in Biological Science Course. It is recommended that the programme must be continued in the upcoming sessions.

Keywords: *Gerak Gempur* Programme, Attitude, Engagement, Achievement, Biological Science

Introduction

Science can be defined as the systematic study of structure and behavior of the physical and natural world through observation, experiment and theory testing to prove the collected data. Biology is a field in science which studies living organisms, plant cells as well as animal cells (National Research Council, 1989). Biological Science is a core subject that is compulsory to be passed at a diploma level in the Polytechnic of Sandakan Sabah. Due to that, the lecturer's approach in combining a variety of teaching and learning methodology is very important so as to achieve the learning objective. On top of that, an interesting teaching and learning activity can improve students' achievement academically (Mispuah, 2015). Educators must be able to create an interesting and creative teaching and learning environment in the classroom because a traditional way of teaching causes students to lose interest in learning (Muhammad Sofwan, 2021). To stimulate better engagement in the classrooms, educators need to constantly apply teaching techniques that will improve students' academic performance in biology subjects (Neji et al., 2016). Therefore, the aim of this study is to identify the effectiveness of *Gerak Gempur* Programme in inducing students' attitude and engagement thus improving academic achievement in Biological Science Course at Polytechnic of Sandakan Sabah.

Problem Statement

In today's world, promoting student interest is quite a challenge in education (Harackiewicz et al., 2016; Krapp et al., 1992). It was known that the loss of interest in science subjects has led to the major causative factor contributing to the decreasing number of students enrolling in science stream class (Subotnik et al., 2011). It is crucial for educators to apply an interesting method of teaching and learning in the classroom so as to enhance students' attitude and engagement in

learning a particular subject. As per the fourth Sustainable Development Goal which is quality education, educators were determined to conduct an interesting and creative teaching and learning activity in the classroom. In the case of the Biological Science Course, the percentage of students passing was low in the previous semesters. Hence, due to that, the *Gerak Gempur* Programme was conducted for Biological Science Course with the hope of improving students' interest and engagement towards the subject, thus achieving better grades.

Research Objectives

Research Objective 1: To identify the effectiveness of *Gerak Gempur* Programme in inducing students' attitude towards learning Biological Science Course.

Research Objective 2: To identify the effectiveness of *Gerak Gempur* Programme in inducing students' engagement towards learning Biological Science Course.

Research Objective 3: To identify the effectiveness of *Gerak Gempur* Programme on students' exam achievement in Biological Science Course.

Literature Review

Science teaching and teaching quality are considered key factors that affect students' interest in science (Krapp & Prenzel, 2011; Logan & Skamp, 2013). Educators regularly face complications of identifying the most attractive methods that can successfully gain students' engagement in learning. In the study done by Ali et al., 2013; Hacıeminoglu, 2016; Sjøberg & Schreiner, 2010 on students' attitude, it was found that gender, education level, method of teaching, performance in academic as well as country of origin are the determining factors in the attitude of students towards learning science. In that regard, it is important to make an interesting environment in the classroom in order for students to actively participate, thus improving the teaching and learning process (Fiksl et al., 2017). An active environment of teaching and learning contributes to students' satisfaction and eventually develops positive attitudes among students (Könings et al., 2005).

Student engagement pertains to the degree of effort and participation a student shows in their academic activities (Heaslip et al., 2014). It can also be described as the extent of attention, interest, curiosity, and enthusiasm a student exhibits toward a subject ("Student Engagement," 2016). Significantly, students who achieved academic success due to high engagement levels in their first year were likely to maintain that success in subsequent years (Kuh et al., 2008; Smith et al., 2005). The statement highlights a pattern observed in academic research: students who are highly engaged in their studies during their first year of college often continue to perform well in their later years. This is because high engagement in the early stages of academic life usually leads to better learning outcomes and a stronger foundation for future studies.

In higher education, students' achievement improved when learning through active engagement was implemented in class (Hake, 1998; Knight & Wood, 2005; Michael, 2006; Freeman et al., 2007; Chaplin, 2009). It was found that online quizzes before class encourage students to read and revise the course has resulted in improved exam achievement (Narloch et al., 2006; Dobson, 2008; Johnson & Kiviniemi, 2009). Research done in economics courses showed that completing exercises resulted in a positive effect on students' exam performance (Simkins & Maier, 2004).

Research Methodology

This study employed a quantitative approach. The study was conducted in Polytechnic of Sandakan Sabah and purposive sampling was used. There were 59 samples of Diploma in Agrotechnology students involved in this study. All samples were collected from Semester 1 students. The instrument used in this study was a survey questionnaire; 14 items, 5-Likert scale questionnaire. A survey design means a data collection method used to perform a survey research (Glasow, 2005).

Data collected from this study were analyzed using IBM SPSS Statistics Version 27 which includes descriptive statistics.

Results

This section discusses the data collected through a Google Form survey. The results of the research conducted are very important to prove that the objectives of the study can be achieved.

Table 1: Demographic Characteristics of Respondents

Characteristics		Total / Percentage
Gender	Male	28 (47.5%)
	Female	31 (52.5%)
	Total	59 (100%)
Race	Native Sabahan	41 (69.5%)
	Native Sarawakian	3 (5.1%)
	Malay	6 (10.2%)
	Chinese	1 (1.7%)
	Other Races	8 (13.6%)
	Total	59 (100%)

Table 1 shows the demographic analysis of respondents which include gender and race.

i. Gender

Based on the data in Table 1, the total number of respondents in this study were 59. Majority of the respondents were female, 31 (52.5%) while male respondents were 28 (47.5%).

ii. Race

Out of the 59 respondents, 41 (69.5%) were Native Sabahan, 8 (13.6%) other races, 6 (10.2%) Malay, 3 (5.1%) Native Sarawakian while only one (1.7%) Chinese.

Mean Analysis

a) Students' attitude towards learning Biological Science Course

Reliability is often referred to describe internal stability and consistency. Cronbach's Alpha value is referred to when measuring consistency in a construct. A Cronbach's Alpha value that exceeds 0.60 is often used as an index of the reliability of an instrument. Based on the Rasch measurement model, an acceptable Cronbach's Alpha value score is 0.71-0.99 (Bond & Fox, 2015). For this study, the author used Cronbach's Alpha to determine the reliability of the questionnaire developed.

Table 2: reliability test for attitude

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0.917	0.918	5

Table 2 shows the data analysis of reliability tests for items in the questionnaires on students' attitude towards learning Biological Science Course. Based on the table above, Cronbach's Alpha value is 0.917 which is high according to (Bond & Fox, 2015).

Table 3: The effectiveness of Gerak Gempur Programme in inducing students' attitude towards learning Biological Science

Item	Mean	Standard Deviation	Cronbach's Alpha
1. I find the <i>Gerak Gempur</i> Programme very interesting in learning the Biological Science Course.	4.59	0.529	0.908
2. I feel very confident to answer Biological Science questions after taking part in the <i>Gerak Gempur</i> Programme.	4.46	0.536	0.910
3. The implementation of <i>Gerak Gempur</i> Programme in Biological Science Course was a good idea.	4.58	0.498	0.879
4. The <i>Gerak Gempur</i> Programme satisfied my need for learning.	4.49	0.537	0.895
5. The time I spent participating in <i>Gerak Gempur</i> Programme was an advantage.	4.54	0.502	0.898

1: Strongly Disagree, 2: Disagree, 3: Uncertain, 4: Agree, 5: Strongly Agree

Table 3 shows the analysis of data for each item of students' attitude towards learning a Biological Science Course. The value for each item shows a high mean value. The first item "I find the *Gerak Gempur* Programme very interesting in learning the Biological Science Course" has the highest mean value, $M = 4.59$, $SD = 0.529$. The second highest mean value, $M = 4.58$, $SD = 0.498$ falls on item number 3 "The implementation of *Gerak Gempur* Programme in Biological Science Course was a good idea". Next, the third highest mean value was item number five, "The time I spent participating in *Gerak Gempur* Programme was an advantage", $M = 4.54$, $D = 0.502$. The fourth highest mean value was item number four, "The *Gerak Gempur* Programme satisfied my need for learning", $M = 4.49$, $SD = 0.537$. Item number two "I feel very confident to answer Biological Science questions after taking part in the *Gerak Gempur* Programme" scored the least mean value, $M = 4.46$, $SD = 0.536$.

b) Students' engagement towards learning Biological Science Course

Table 4: Reliability Test for Engagement

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0.910	0.914	5

Table 4 shows the data analysis of reliability tests for items in the questionnaires on students' engagement towards learning Biological Science Course. Based on the table above, Cronbach's Alpha value is 0.910 which is high according to (Bond & Fox, 2015). ‘

Table 5: The effectiveness of *Gerak Gempur* Programme in inducing students' engagement towards learning Biological Science

Item	Mean	Standard Deviation	Cronbach's Alpha
1. The implementation of <i>Gerak Gempur</i> Programme in class makes the Biological Science Course interesting to learn.	4.59	0.529	0.900
2. I like the method of execution of <i>Gerak Gempur</i> Programme.	4.49	0.537	0.871
3. The <i>Gerak Gempur</i> Programme allows me to learn on my own.	4.47	0.568	0.886
4. I enjoyed the way questions are graded in the <i>Gerak Gempur</i> Programme.	4.51	0.504	0.874
5. I know I will perform better in other courses if the lecturer frequently uses <i>Gerak Gempur</i> Programme for the other course.	4.42	0.622	0.919

1: Strongly Disagree, 2: Disagree, 3: Uncertain, 4: Agree, 5: Strongly Agree

Table 5 shows the analysis of data for each item of students' engagement towards learning a Biological Science Course. The value for each item shows a high mean value. The first item "The implementation of *Gerak Gempur* Programme in class makes the Biological Science Course interesting to learn" has the highest mean value, $M = 4.59$, $SD = 0.529$. The second highest mean value, $M = 4.51$, $SD = 0.504$ falls on item number 4 "I enjoyed the way questions are graded in the *Gerak Gempur* Programme". Next, the third highest mean value was item number two, "I like the method of execution of *Gerak Gempur* Programme", $M = 4.49$, $SD = 0.537$. The fourth highest mean value was item number three, "The *Gerak Gempur* Programme allows me to learn on my own", $M = 4.47$, $SD = 0.568$. Item number five "I know I will perform better in other courses if the lecturer frequently uses *Gerak Gempur* Programme for the other course" scored the least mean value, $M = 4.42$, $SD = 0.622$.

Students' Exam Achievement in Biological Science Courses

a) Percentage of Passing (Average Point Value of 3.00 or more) for Biological Science Course

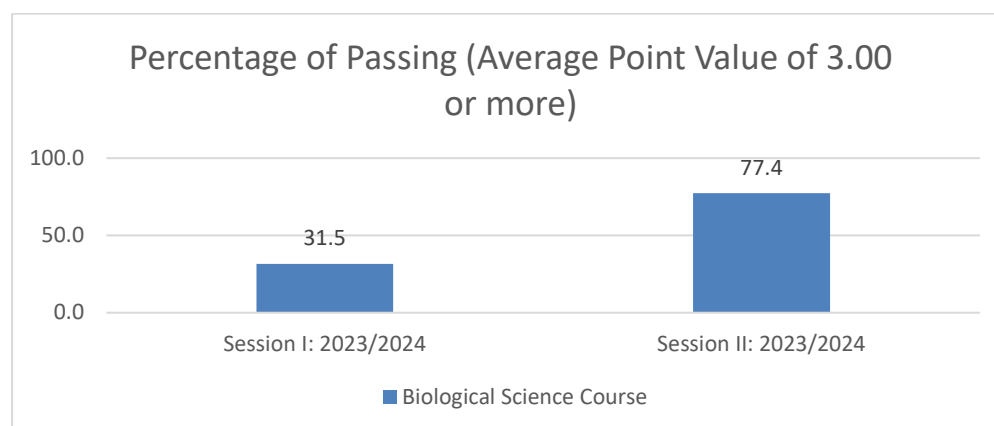


Figure 1: The Percentage of Passing (Average Point Value of 3.00 or More)

Figure 1 shows the percentage of passing for the Biological Science Course in the Final Examination for Session I: 2023/2024 and Session II: 2023/2024. There was a significant increase in the percentage of passing for the course. The percentage of passing for Biological Science Course in Session I: 2023/2024 was 31.5%, while the percentage of passing for Biological Science Course in Session II: 2023/2024 was 77.4%.

b) Students' Achievement by Course Learning Outcome 1 (CLO1) and Course Learning Outcome 2 (CLO2)

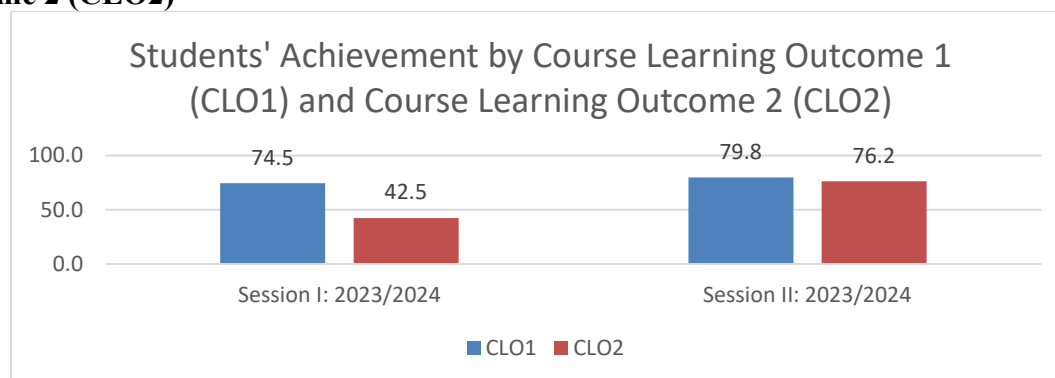


Figure 2: Student achieve at least 50% for each CLO – Not less than 70%

Figure 2 shows the achievement of students in the Final Examination for Biological Science Course by CLO1 and CLO2. In the Final Examination of Session I: 2023/2024, the percentage of CLO1 was 74.5%, while in Session II: 2023/2024, the percentage of CLO1 increased to 79.8%. On the other hand, the CLO2 for Session I: 2023/2024 was at 42.4% and it did not achieve the minimal percentage of 50%. However, in Session II: 2023/2024, the CLO2 has increased to a significant number, 76.2%.

Discussion

This study supports the findings by Ali et al., 2013; Hacıeminoglu, 2016; Sjøberg & Schreiner, 2010, who stated that method of teaching and performance in academics are the determining factors in the attitude of students towards learning science. Based on the data collected, the item “I find the *Gerak Gempur* Programme very interesting in learning the Biological Science Course” scored the highest mean value ($M = 4.59$) for students’ attitude. This proved that students appreciated the *Gerak Gempur* Programme, thus improving their learning performance.

On top of that, this paper supports the findings by Fiksl, Flogie, and Aberšek (2017) who stated that it is important to make an interesting environment in the classroom in order for students to actively participate, thus improving the teaching and learning process. Based on the data on students’ engagement, the highest mean value ($M = 4.59$) was on item “The implementation of *Gerak Gempur* Programme in class makes the Biological Science Course interesting to learn”. This clearly shows that students find it interesting to learn Biological Science Course because of the *Gerak Gempur* Programme. When students are actively involved and committed to their coursework, they tend to develop better study habits, deeper understanding of the material, and a greater sense of academic confidence. These factors contribute to continued success in their subsequent years of study. The studies by Kuh et al., (2008) and Smith et al., (2005) support this observation by showing that the positive effects of early engagement often persist throughout a student's academic career.

Moreover, the findings of this research supports Simkins & Maier (2004) which found that completing exercises resulted in a positive effect on students’ exam performance. This can be seen

in the students' achievement in the Final Examination of Biological Science Course for Session II: 2023/2024. The implementation of the *Gerak Gempur* Programme in Session II: 2023/2024 has improved students' achievement in Biological Science Course. The percentage of passing (average point value of 3.00 or more) has increased significantly from 31.5% to 77.4%. To add more, the achievement of students was shown by the increase in Course Learning Outcome 1 and Course Learning Outcome 2.

Conclusion

Based on the results of our study, it can be concluded that the implementation of *Gerak Gempur* Programme for Biological Science Course among Diploma in Agrotechnology students was very effective in inducing students' attitude and engagement, thus improving their academic achievement in Biological Science Course. However, the findings gathered in this study cannot be generalized to the entire population of students in Malaysia's higher education. Nonetheless, the findings are significant to academicians, educators as well as researchers for future study. It is recommended that future and thorough research are employed in other academic programmes as well as academic courses available in Malaysia.

References

- Ali, M. M., Yager, R. E., Hacıeminoglu, E., and Caliskan, I. (2013). Changes in student attitudes regarding science when taught by teachers without experiences with a model professional development program. *School Science and Mathematics*, 113(3), 109–119. doi:10.1111/ssm.2013.113.issue-3.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences* (3rd ed.). Mahwah, NJ: L. Erlbaum.
- Chaplin, S. (2009). Assessment of the Impact of Case Studies on Student Learning Gains in an Introductory Biology Course. *Journal of College Science Teaching*, 39(1), 72–79.
- Dobson J. L. (2008). The use of formative online quizzes to enhance class preparation and scores on summative exams. *Adv. Physiol. Educ.*, 32, 297.
- Fiksl, M., Flogie, A., and Aberšek, B. (2017). Innovative teaching/learning methods to improve science, technology and engineering classroom climate and interest. *Journal of Baltic Science Education*, 16(6): 1009–1019.
- Freeman, S., O'Connor, E., Parks, J. W., Cunningham, M., Hurley, D., Haak, D., Dirks, C., and Wenderoth, M. P. (2007). Prescribed active learning increases performance in introductory biology. *CBE—Life Sciences Education*, 6(2), 132–139.
- Glasow, P. A. (2005). *Fundamentals of survey research methodology*. MITRE Washington C3 Center. Retrieved on November 18, 2020 from https://www.mitre.org/sites/default/files/pdf/05_0638.pdf
- Hacıeminoglu, E. (2016). Elementary School Students' Attitude toward Science and Related Variables. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(2), 35–52.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Harackiewicz, J. M., Smith, J. L., & Priniski, S. J. (2016). Interest matters: The importance of promoting interest in education. *Policy insights from the behavioral and brain sciences*, 3(2), 220–227.
- Heaslip, G., Donovan, P., & Cullen, J. G. (2014). Student response systems and learner engagement in large classes. *Active Learning in Higher Education*, 15, 11–24. <http://doi.org/10.1177/1469787413514648>

- Johnson, B. C., & Kiviniemi, M. T. (2009). The effect of online chapter quizzes on exam performance in an undergraduate social psychology course. *Teaching of Psychology*, 36(1), 33-37.
- Knight, J. K., & Wood, W. B. (2005). Teaching more by lecturing less. *Cell biology education*, 4(4), 298-310.
- Könings, K. D., S. Brand-Gruwel, and J. J. G. van Merriënboer. (2005). Towards More Powerful Learning Environments through Combining the Perspectives of Designers, Teachers and Students. *British Journal of Educational Psychology* 75 (4): 645–660. doi:10.1348/000709905X43616
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International journal of science education*, 33(1), 27-50.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (2017). Determine Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
- Kuh, G. D., Cruce, T. M., Shoup, R., Kinzie, J., & Gonyea, R. M. (2008). Unmasking the effects of student engagement on first-year college grades and persistence. *The Journal of Higher Education*, 79, 540-563. <http://doi.org/10.1353/jhe.0.0019>
- Logan, M. R., & Skamp, K. R. (2012). The Impact of Teachers and Their Science Teaching on Students' Science Interest: A four-year study. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2879–2904. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667167>
- Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works?. *Advances in physiology education* 30, 159-167.
- Mispuah Hassan. (2015). Keberkesanan pembelajaran berasaskan projek terhadap pencapaian pelajar dan kemahiran abad ke-21 dalam pembelajaran biologi. *Tesis Sarjana Pendidikan*. Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Narloch, R., Garbin, C. P., & Turnage, K. D. (2006). Benefits of prelecture quizzes. *Teaching of Psychology*, 33(2), 109-112.
- National Research Council (US) Committee on Research Opportunities in Biology. Opportunities in Biology. Washington (DC): National Academies Press (US). (1989). 3, *Molecular Structure and Function*. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK217812/>
- Neji, H. A., Ihejiamazu, C. C., & Meremikwu, A. (2016). Promoting chemistry teaching/learning through the use of local materials and students' academic achievement/retention in Cross River State. Nigeria. *Journal of Aims and Research Journal*, 2(1), 141-147.
- Sjøberg, S., and Schreiner, C. (2010). The ROSE Project. *An Overview and Key Findings*. <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>
- Smith, A. C., Stewart, R., Shields, P., Hayes-Klosteridis, J., Robinson, P., & Yuan, R. (2005). Introductory biology courses: A framework to support active learning in large enrollment introductory science courses. *Cell Biology Education*, 4, 143-156. <http://doi.org/10.1187/cbe.04-08-0048>
- Sofwan, M. (2021). *Contribution of technology innovation acceptance and organizational innovation climate on innovative teaching behavior with ICT in Indonesian education*. doi: 10.30557/QW000035
- Student engagement. (2016). *In The Glossary of Education Reform*. Retrieved from <http://edglossary.org/student-engagement/>
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological science in the public interest*, 12(1), 3-54.

KAJIAN ANALISIS KEPERLUAN PROGRAM – PROGRAM ASASI TEKNOLOGI KEJURUTERAAN DI POLITEKNIK SANDAKAN SABAH

Norsyafiqah¹ binti Suhaimi¹, Samsur bin Nongkang¹, Asmahani binti Asmara¹

¹Politeknik Sandakan Sabah

^{1*}norsyafiqah@pss.edu.my, ¹samsur@pss.edu.my, ¹asmahani@pss.edu.my

Abstrak

Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) memainkan peranan penting dalam mempersiapkan tenaga kerja untuk menghadapi cabaran dan peluang dalam era Revolusi Industri 4.0 (*IR 4.0*) yang berkembang pesat ini. Kebimbangan negara dalam kemerosotan permohonan lanjutan ke peringkat lebih tinggi bagi pelajar lepasan SPM adalah pada tahap yang kritikal memandangkan mereka adalah sumber tenaga mahir berpotensi untuk negara pada masa hadapan. Kajian ini dijalankan bertujuan untuk mengenalpasti kecenderungan penerimaan pelajar, golongan pensyarah, pendidik dan pakar serta pihak industri, terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah dan juga mengenal pasti kecenderungan pelajar terhadap bidang pengkhususan teknologi kejuruteraan yang sesuai ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah. Kajian ini menggunakan kaedah tinjauan soal selidik yang dihantar melalui pautan *Google Form* dengan mensasarkan tiga kategori responden iaitu seramai 388 pelajar sekolah menengah Tingkatan 4 dan Tingkatan 5 di kebanyakan daerah seluruh Sabah, seterusnya 35 wakil pihak industri dan juga seramai 61 golongan pensyarah, pendidik dan pakar yang mengambil bahagian dalam kajian ini. Data tinjauan daripada kumpulan responden masing-masing dianalisis dengan menggunakan perisian *IBM Statistical Package for Social Science* (SPSS) versi 27 dengan menggunakan kaedah analisis deskriptif (min dan sisihan piawai). Dapatan kajian menunjukkan tahap penerimaan dan kecenderungan responden terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah berada pada tahap tinggi. Dapatan daripada responden pelajar menunjukkan nilai min $M = 4.19$, Sisihan piawai $SP = 0.899$ menunjukkan tahap skala *Likert* yang tinggi. Begitu juga nilai $M = 4.69$, $SP = 0.531$ bagi dapatan industri dan nilai $M = 4.41$, $SP = 1.055$ bagi dapatan pensyarah, pendidik dan pakar yang juga masing-masing menunjukkan tahap skala *Likert* yang tinggi. Dapatan bagi minat bidang pengkhususan yang diperolehi daripada responden pelajar menunjukkan nilai $M = 4.03$, $SP = 0.900$ bagi Teknologi Kejuruteraan Elektrik & Elektronik manakala nilai $M = 3.94$, $SP = 0.882$ bagi Teknologi Kejuruteraan Agrikultur juga turut menunjukkan skala *Likert* pada tahap tinggi. Kesimpulannya, kajian ini dapat membuktikan terdapat keperluan dan permintaan penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Sabah khususnya di Politeknik Sandakan Sabah. Justeru, pelaksanaan Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah langkah strategik yang selaras dengan keperluan negara dalam meningkatkan penyediaan bakat dalam bidang teknologi dan kejuruteraan. Selain itu juga, penawaran program ini dapat memenuhi keperluan pendidikan dan industri seterusnya kepada negara secara keseluruhan.

Kata kunci: TVET, Revolusi Industri 4.0 (*IR 4.0*), Program Asasi Teknologi Kejuruteraan, program baharu

Pengenalan

Sehingga kini, isu lepasan pelajar SPM yang kurang berminat untuk menyambung pelajaran ke peringkat yang lebih tinggi masih membimbangkan buat para pendidik, ibu bapa dan masyarakat (Yaacob, 2023). Justeru itu, Jabatan Pendidikan Politeknik Malaysia telah mengambil inisiatif dengan menawarkan Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Malaysia yang terpilih bagi memberi peluang kepada pelajar lepasan SPM untuk melanjutkan

pelajaran dalam bidang teknikal, vokasional dan kemahiran (TVET) bagi membantu meningkatkan tahap kemahiran dan pengetahuan dalam bidang teknologi kejuruteraan bagi memenuhi keperluan tenaga kerja bagi pembangunan ekonomi negara. Selain daripada itu, kebanyakan pelajar lepasan SPM kurang memilih untuk melanjutkan pelajaran ke peringkat yang lebih tinggi dalam bidang TVET kerana kekurangan informasi dan pengetahuan mengenai laluan kerjaya dan bidang Teknologi Kejuruteraan (TVET) sebagai contoh (*Khazanah Research Institute*, 2019). Ditambah lagi, persepsi masyarakat juga memandang negatif mengenai bidang TVET yang dianggap sebagai pilihan terakhir belia lepasan SPM (*Khazanah Research Institute*, 2019).

Program Asasi Teknologi Kejuruteraan sangat penting dalam memperkasakan TVET di Malaysia. Melalui program ini, pelajar lepasan SPM dapat memperoleh peluang untuk memilih program yang berkualiti dan relevan mengikut kepentingan mereka dalam bidang vokasional dan teknikal (TVET). Program Asasi Teknologi Kejuruteraan (TVET) juga dilihat dapat membantu mengurangkan kesenjangan kerjaya dan mengurangkan masalah pengangguran dalam kalangan belia (Ahmad & Bon, 2023).

Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Malaysia (dahulu dikenali sebagai Program Asasi TVET) merupakan program prasiswazah selama satu tahun yang dirangka khas untuk pelajar lepasan SPM yang berminat untuk melanjutkan pengajian dalam bidang TVET ke peringkat Ijazah Sarjana Muda Teknologi Kejuruteraan di Rangkaian Universiti Teknikal Malaysia (MTUN) dan Universiti Malaysia Sabah (UMS) khusus bagi penawaran dari Politeknik Sandakan Sabah. Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah turut memberi peluang pilihan elektif kepada pelajar dua bidang teknologi kejuruteraan iaitu Teknologi Kejuruteraan Elektrik & Elektronik dan Teknologi Kejuruteraan Agrikultur.

Melalui program ini persediaan awal dan berfokus dapat diberikan kepada pelajar yang cenderung dalam bidang Teknologi Kejuruteraan. Pelajar akan mempelajari kemahiran dan pengetahuan dalam bidang yang dipilih bagi memenuhi permintaan pekerjaan di sektor pembangunan ekonomi negara. Selain itu, pelajar juga akan dilatih dengan kemahiran asas seperti kemahiran berkomunikasi, kemahiran penggunaan teknologi maklumat, dan kemahiran kerja berkumpulan. Sebagai permulaan, lima (5) buah politeknik (Politeknik Ungku Omar, PUO, Politeknik Merlimau Melaka, PMM, Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin, PTSS, Politeknik Tun Syed Nasir, PTSN dan Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah, POLISAS) telah pun menjadi perintis bagi pengambilan pertama pada Sesi I 2023/2024 yang lalu dengan 500 orang pelajar sebagai kumpulan pertama. Pembangunan kurikulum Program Asasi Teknologi Kejuruteraan direka bentuk dengan memberi penekanan kepada elemen amali dan praktikal. Manakala fokus bidang Asasi Teknologi Kejuruteraan yang ditawarkan adalah mengikut keperluan industri semasa. Tempoh pengajian bagi Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah setahun atau dua (2) semester pengajian dengan setiap semester adalah selama 6 bulan.

Rentetan daripada keberkesanan dan kejayaan penubuhan Program Asasi Teknologi Kejuruteraan bagi lima buah politeknik kumpulan pertama tersebut, sebanyak lima buah politeknik lagi akan menawarkan program yang sama bagi pengambilan kumpulan kedua. Politeknik yang terlibat adalah Politeknik Sandakan Sabah, PSS, Politeknik Kuching Sarawak, PKS, Politeknik Nilai, PNS, Politeknik Sultan Abdul Halim Muadzam Shah, POLIMAS dan Politeknik Sultan Idris Shah, PSIS yang akan bermula pada Sesi 1 - 2025/2026.

Penyataan Masalah

Di antara kebimbangan para golongan pendidik, ibu bapa dan masyarakat Malaysia adalah

kurangnya sambutan pelajar lepasan SPM dalam permohonan melanjutkan pengajian ke peringkat yang lebih tinggi lebih-lebih lagi dalam bidang teknikal, vokasional dan kemahiran (TVET), (Yaacob, 2023). Jika masalah ini berterusan bekalan tenaga kerja mahir yang amat diperlukan dalam industri tidak lagi dapat dipenuhi masa depan (Yaacob, 2023). Pembangunan ekonomi negara dan perkembangan teknologi seperti *4IR* sudah pasti menurun dan seterusnya akan melumpuhkan keadaan negara. Impaknya, keperluan industri pada masa kini yang memfokuskan kepada penggunaan teknologi pintar menerusi Revolusi Industri 4.0 (*IR 4.0*) tidak dapat dilaksanakan.

Objektif Kajian

1. Mengenalpasti kecenderungan penerimaan pelajar, golongan pensyarah, pendidik dan pakar serta pihak industri, terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah.
2. Mengenal pasti kecenderungan pelajar terhadap bidang pengkhususan teknologi kejuruteraan yang sesuai ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah.

Kajian Literatur

Dokumen Rancangan Malaysia Ke-12

Tuntutan industri yang semakin bergerak ke arah Revolusi Industri 4.0 memang menuntut sumber manusia yang memiliki kemahiran khusus dan niche yang relevan. Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) memainkan peranan penting dalam mempersiapkan tenaga kerja dengan kemahiran yang diperlukan dalam era industri yang semakin berkembang pesat ini (Omar, 2021). Dengan penekanan pada komponen praktikal, kemahiran psikomotor, dan latihan di industri, TVET dapat membantu memastikan bahawa tenaga kerja negara ini siap untuk menghadapi cabaran IR 4.0. Melalui pendekatan ini, para pelajar dapat memperoleh pengalaman praktikal yang berharga dan kemahiran yang relevan dengan permintaan industri (Dasar TVET Negara 2030, 2024).

Dalam usaha kerajaan yang memberi penekanan lebih kepada TVET juga turut memberi pengiktirafan yang sesuai terhadap pentingnya mempersiapkan sumber manusia yang berkualiti untuk menghadapi cabaran dan peluang yang dibawa oleh IR 4.0. Dengan menggalakkan pelajar untuk mengambil jalan pendidikan ini, negara dapat mengurangkan kesenjangan kemahiran, meningkatkan daya saing ekonomi, dan memastikan kelestarian pertumbuhan industri dalam jangka panjang (Dasar TVET Negara 2030, 2024). Tambahan, penawaran program ini akan memenuhi beberapa keperluan penting seperti: Menyokong Keperluan Negara: Dengan meningkatkan jumlah graduan dalam bidang teknologi kejuruteraan, program ini akan membantu memenuhi permintaan tenaga kerja dalam sektor yang semakin berkembang ini, seperti yang dinyatakan dalam Rancangan Malaysia Kedua Belas (RMKe-12). Selain itu, program asasi ini akan memberikan akses kepada lebih ramai pelajar yang memenuhi syarat untuk mengikuti pengajian dalam bidang teknologi kejuruteraan, terutama bagi mereka yang mungkin tidak mempunyai latar belakang khusus dalam bidang tersebut sebelum ini (KPT Merpergiat Usaha Tingkatkan Kemasukan Pelajar Ke Program TVET, 2023).

Di samping itu, penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan juga dapat menyokong inisiatif dan usaha Kementerian Pendidikan Tinggi, KPT bagi menarik minat golongan muda menyambung ke pengajian IPT. Beberapa aspek utama mengenai bagaimana program ini dapat menyokong usaha KPT adalah: Fokus kepada Aplikasi Praktikal: Program ini menekankan aplikasi praktikal dalam bidang kejuruteraan, berbanding hanya teori semata-mata. Dengan menawarkan pendekatan 'hands-on', pelajar akan berpeluang untuk terlibat secara langsung dalam pengalaman praktikal, yang dapat meningkatkan pemahaman dan kemahiran mereka dalam

teknologi kejuruteraan. Dan seterusnya adalah aspek Mesra Industri: Program ini direka untuk menjadi ‘mesra industri’, yang bermaksud ia akan disesuaikan dengan keperluan sebenar industri. Ini termasuk penggunaan teknologi terkini dan teknik yang relevan dengan amalan industri, membolehkan pelajar memperoleh kemahiran yang diperlukan dalam dunia pekerjaan sebenar.

Sabah Development Corridor (SDC) Blueprint 2.0, 2021-2030

Penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan mempunyai potensi yang besar dalam menyokong visi Sabah Development Corridor (SDC), khususnya dalam aspek daya saing. Sabah Development Corridor (SDC) Blueprint 2.0, 2021-2030, (2021) merupakan satu plan strategik yang mengunjurkan pembangunan Sabah sehingga tahun 2030. Salah satu kajian Sabah Development Corridor (SDC) adalah mengenal pasti bidang Teknologi Kejuruteraan yang perlu ditransformasikan agar sesuai dengan kemajuan negeri Sabah. Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dilihat dapat memberi impak dalam menyokong usaha SDC menyediakan pendidikan TVET yang berdaya saing. Inisiatif SDC dalam merealisasikan pelan pembangunan dengan membahagikan 3 bahagian inisiatif mengikut kawasan iaitu Bahagian Barat, Bahagian Tengah dan Bahagian Timur Sabah.

Penawaran program Asasi Teknologi Kejuruteraan dapat membekalkan tenaga kerja yang terdapat dalam salah satu inisiatif SDC secara keseluruhan. Program ini dirancang untuk menyediakan pelajar dengan asas yang kukuh dalam teknologi kejuruteraan, yang mana akan menyediakan mereka dengan kemahiran yang diperlukan dalam pelbagai sektor industri. Dengan menjangkakan penciptaan sebanyak 900,000 peluang pekerjaan menjelang tahun 2030 (SDC Blueprint 2.0 (2021-2030), 2021), program ini akan memainkan peranan penting dalam membekalkan tenaga kerja yang terlatih dan berkemahiran tinggi untuk memenuhi permintaan tersebut. Pendidikan awal dalam bidang ini akan mempersiapkan pelajar untuk menghadapi cabaran dan peluang dalam pasaran kerja masa hadapan.

Di antara lain penawaran pilihan bidang elektif yang ditawarkan dalam program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah, iaitu Teknologi Kejuruteraan Agrikultur dilihat dapat memenuhi Inisiatif dalam Teras 4: Next Gen Farmer - *entrepreneurs* yang memerlukan kepakaran teknologi kejuruteraan pertanian di masa hadapan. Bidang Elektif Teknologi Kejuruteraan Agrikultur: Pilihan bidang elektif yang ditawarkan dalam program ini, seperti Teknologi Kejuruteraan Agrikultur, sangat relevan dengan Inisiatif Teras 4: Next Gen Farmer - *Entrepreneurs*. Kepakaran Teknologi Kejuruteraan Pertanian: Dengan memberi penekanan kepada teknologi kejuruteraan dalam sektor pertanian, program ini akan melatih pelajar dalam penggunaan teknologi canggih untuk meningkatkan produktiviti pertanian dan inovasi.

Penglibatan Industri

Di dalam penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di negeri Sabah, industri turut memainkan peranan penting dalam usaha mengatasi isu ketidakpadanan (mismatch) bidang dan kebolehpasaran graduan lepasan program (Dasar TVET Negara 2030, 2024). Oleh yang demikian, lanskap TVET secara keseluruhan perlu responsif terhadap pasaran pekerjaan. Justeru, penglibatan secara langsung pihak industri dalam pelaksanaan program TVET yang berfokus turut menjadi keutamaan Kerajaan. Kepakaran industri dimanfaatkan bagi tujuan pembangunan kurikulum dan rekabentuk penyampaian latihan juga peningkatkan kemahiran tenaga pengajar. Hubungan erat di antara sektor awam dan swasta membolehkan penyaluran maklumat yang berkesan seterusnya menjadikan industri sebagai rakan strategik dalam melahirkan bakat dan kemahiran yang signifikan dengan kehendak pasaran (Dasar TVET Negara 2030, 2024). Di dalam kajian ini, pendapat industri terhadap penawaran program Asasi Teknologi Kejuruteraan turut

diambil kira dan diberi perhatian wajar bagi membolehkan matlamat dan dasar TVET adalah selari dengan permintaan industri.

Metodologi Kajian

A. Rekabentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian kuantitatif berbentuk tinjauan bagi mendapatkan respon daripada responden. Reka bentuk kajian dapat membimbing pengkaji untuk mendapatkan informasi dan maklumat berhubung dengan tinjauan kajian yang dijalankan. Bentuk penyelidikan tinjauan mengumpulkan data daripada sampel yang boleh mewakili populasi pada suatu masa tertentu (Fah & Hoon, 2015). Data kuantitatif merupakan aspek utama dalam pengumpulan data dengan menggunakan soal selidik.

B. Sampel Kajian

Sampel kajian ini terdiri daripada tiga jenis kategori iaitu pihak pelajar-pelajar sekolah menengah Tingkatan 4 & Tingkatan 5, pihak pensyarah, pendidik atau pakar dan juga pihak industri. Ketiga-tiga jenis kategori responden ini amat penting bagi menjawab objektif yang dinyatakan dalam kajian ini dan merupakan struktur dalam pembangunan penawaran program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah. Kesemua responden ini akan mengukur tahap keberkesanan dan implikasi pelaksanaan program melalui pengumpulan data yang tepat. Industri dapat membantu mengenalpasti jenis keperluan kemahiran graduan, pelajar sekolah menengah pula dapat mengukur taburan minat kerana mereka adalah bakal pelajar politeknik, pihak pensyarah, pendidik atau pakar pula adalah orang yang sangat penting dalam menghasilkan graduan.

Bagi persampelan kategori pelajar adalah berpandukan *Model Krejcie & Morgan* (1970). Pelajar-pelajar sekolah menengah yang terlibat adalah pelajar Tingkatan 4 dan 5 di kebanyakan daerah seluruh Sabah seperti Sandakan, Lahad Datu, Keningau, Sipitang, Beaufort, Tuaran, Kunak, Nabawan, Tambunan, Ranau, Semporna, Tenom, Kota Belud, Kuala Penyu, Beluran, Telupid, Kudat, Kota Marudu, Pitas, Tongod dan lain-lain. Berdasarkan data dari laman web rasmi Jabatan Pendidikan Negeri Sabah dikemaskini sehingga 2021, terdapat seramai 69,140 jumlah bagi pelajar Tingkatan 4 dan Tingkatan 5. Menurut teori ini (*Model Krejcie Morgan*, 1970), jika populasi berjumlah 50,000, sampel minimum yang diperlukan adalah 381 manakala jika populasi adalah berjumlah 75,000, sampel minimum yang diperlukan ialah 382 orang. Oleh itu, jumlah persampelan kajian bagi kaedah kuantitatif adalah seramai 381 orang kerana jumlah populasi kawasan kajian adalah melebihi 50,000 orang dan kurang daripada 75,000 orang. Namun demikian, seramai 388 pelajar Tingkatan 4 dan 5 telah mengambil bahagian dalam kajian ini sebagai responden dan telah mencapai dan malah melebihi sampel minimum teori *Model Krejcie Morgan*, 1970.

Bagi sampel dari kumpulan pensyarah, pendidik atau pakar pula terdiri dari golongan pendidik yang mengajar dalam bidang kejuruteraan, atau bukan bidang kejuruteraan, para pekerja bidang kejuruteraan, dan usahawan bidang kejuruteraan yang menjadi responden dalam kajian ini. Seramai 61 orang responden dari pensyarah, pendidik atau pakar mengambil bahagian dalam kajian ini.

Persampelan dari kumpulan industri yang mengambil bahagian sebagai responden pula terdiri daripada rakan kolaborasi industri Politeknik Sandakan Sabah sendiri, atau pun industri luar samada sektor swasta atau badan berkanun dan kerajaan. Sebanyak 35 wakil dari industri mengambil bahagian dalam kajian soal selidik ini.

C. Instrumen Kajian

Dalam kajian ini, instrumen kajian adalah menggunakan kaedah tinjauan dengan pendekatan kuantitatif. Tinjauan dinilai menggunakan instrumen soal selidik yang telah diubahsuai dari soalan yang telah dibangunkan oleh Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti di dalam Panduan Penulisan Kajian Keperluan Program (PNA) Politeknik dan Kolej Komuniti Malaysia untuk mendapatkan maklumat yang ingin diperolehi. Instrumen soal selidik diguna bagi menggantikan diri penyelidik dan menjadi penyumbang untuk hasil penyelidikan antara penyelidik dan responden (Mohd Sheffie, 1991). Dalam kajian ini, pengkaji menggunakan pautan *platform Google Form* bagi mencapai respon soal selidik kepada sasaran responden dalam keadaan yang fleksibel dan pantas (Mat Yusoff et al., 2023).

Di dalam soal selidik kepada sasaran kumpulan pelajar dan juga kumpulan pensyarah, pendidik atau pakar yang digunakan adalah mengandungi tiga bahagian. Bahagian A adalah berkaitan dengan demografi responden, Bahagian B mengandungi pengetahuan responden terhadap politeknik dan Bahagian C mengandungi tinjauan kecenderungan responden terhadap terhadap keperluan penawaran program Asasi Teknologi Kejuruteraan yang mengandungi tujuh (7) soalan.

Manakala di dalam soal selidik kepada sasaran industri pula mengandungi dua bahagian. Bahagian A adalah berkaitan dengan demografi responden, Bahagian B mengandungi tinjauan responden terhadap keperluan penawaran program Asasi Teknologi Kejuruteraan yang mengandungi enam (6) soalan.

Penganalisan data dijalankan dengan menggunakan kaedah statistik deskriptif yang berbentuk skala *Likert*. Pengkategorian skala *Likert* adalah berdasarkan Jadual 1 dan Jadual 2. Jadual ini adalah berdasarkan kajian Shahr (2006).

Jadual 1: Pengkelasan skala Likert (Shahr, 2006)

	Sangat Tidak Setuju (1)	Tidak Setuju (2)	Sederhana Setuju (3)	Setuju (4)	Sangat Setuju (5)
Kategori	Tidak Setuju		Setuju		

Jadual 2: Pengkelasan skala Likert bagi item soal selidik (Shahr, 2006)

Skala Pengkaji	Maksud Skala
<2.33	Tahap rendah
2.33 – 3.67	Tahap sederhana
>3.67	Tahap tinggi

Data primer yang diperolehi dari borang soal selidik dikumpulkan, direkodkan dan dianalisis dengan menggunakan perisian *IBM Statistical Package for Social Science (SPSS)* versi 27.0. Statistik deskriptif (min dan sisihan piawai), ujian kebolehppercayaan bagi menguji kesahan dan kebolehppercayaan digunakan untuk menganalisis data yang diperolehi.

Dapatan Kajian

A. Dapatan pelajar

Bahagian A: Demografi Responden

Di dalam Jadual 3 menunjukkan latar belakang demografi responden yang melibatkan jantina, daerah, aliran pengajian di sekolah, tahap pendidikan sekarang dan pilihan minat responden dari pilihan pertama hingga pilihan lima. Seramai 153 (39.4%) pelajar lelaki dan 235 (60.6%) pelajar perempuan yang mengambil bahagian dalam kajian ini. Kebanyakan responden yang terlibat merupakan majoriti dari daerah Sandakan seramai 140 (36.1%) orang dan daerah yang sedikit mengambil bahagian adalah dari Kunak, Tambunan, Sipitang, Tenom, Nabawan, Semporna dan Papar iaitu masing-masing seorang sahaja pelajar (0.3%). Majoriti pelajar juga berada di bidang lain-lain selain daripada bidang Sains, Perdagangan & Ekonomi, Teknik & Vokasional dan Sastera iaitu sebanyak 197 (50.8%) orang pelajar. Bidang Teknik & Vokasional merupakan bidang minoriti yang diambil oleh responden iaitu seramai 18 (4.6%) sahaja. Seramai 259 (66.8%) pelajar Tingkatan 5 yang secara majoritinya mengambil bahagian dalam soal selidik kajian ini diikuti pelajar Tingkatan 4 seramai 129 (33.2%). Bagi minat bidang responden yang tertinggi bagi Pilihan Pertama adalah bidang Pengeluaran Tanaman & Ternakan sebanyak 123 (31.7%) pelajar manakala bagi pilihan terendah adalah Hortikultur & Landskap seramai 53 (13.7%) pelajar. Manakala bagi minat bidang responden yang tertinggi untuk Pilihan Kelima adalah Pengeluaran Tanaman & Ternakan sebanyak 109 (28.1%) pelajar dan yang terendah adalah Kejuruteraan Elektrik & Elektronik seramai 62 (16.0%) pelajar.

Jadual 3: Ciri-ciri demografi responden

Ciri Umum Responden	Ciri Khusus Responden	Kekerapan	Peratus (%)
Jantina	Lelaki	153	39.4
	Perempuan	235	60.6
Daerah	Sandakan	140	36.1
	Kudat	19	4.9
	Lahad Datu	64	16.5
	Beluran	16	4.1
	Kota Marudu	2	0.5
	Telupid	23	5.9
	Ranau	22	5.7
	Kota Kinabalu	9	2.3
	Tuaran	5	1.3
	Kinabatangan	5	1.3
	Tawau	24	6.2
	Keningau	34	8.8
	Kunak	1	0.3
	Tambunan	1	0.3
	Putatan	4	1.0
	Sipitang	1	0.3
	Tenom	1	0.3
	Nabawan	1	0.3
	Semporna	1	0.3
	Kota Belud	2	0.5
	Papar	1	0.3
	Penampang	2	0.5
	Pitas	8	2.1
	Tongod	2	0.5

Aliran Sekolah	Pengajian	Sains	107	27.6
		Perdagangan & Ekonomi	46	11.9
		Teknik & Vokasional	18	4.6
		Sastera	20	5.1
		Lain-lain	197	50.8
Tahap Sekarang	Pendidikan	Tingkatan 4	129	33.2
		Tingkatan 5	259	66.8
Minat responden	bidang	Pilihan Pertama		
		Pengeluaran Tanaman & Ternakan	123	31.7
		Kejuruteraan Elektrik & Elektronik	77	19.8
		Kejuruteraan Mekanikal	54	13.9
		Kejuruteraan Awam	81	20.9
		Hortikultur & Landskap	53	13.7
		Pilihan Kedua		
		Pengeluaran Tanaman & Ternakan	59	15.2
		Kejuruteraan Elektrik & Elektronik	86	22.2
		Kejuruteraan Mekanikal	89	22.9
		Kejuruteraan Awam	49	12.6
		Hortikultur & Landskap	105	27.1
		Pilihan Ketiga		
		Pengeluaran Tanaman & Ternakan	78	20.1
		Kejuruteraan Elektrik & Elektronik	103	26.5
		Kejuruteraan Mekanikal	72	18.6
		Kejuruteraan Awam	74	19.1
		Hortikultur & Landskap	61	15.7
		Pilihan Ke-empat		
		Pengeluaran Tanaman & Ternakan	83	21.4
		Kejuruteraan Elektrik & Elektronik	77	19.8
		Kejuruteraan Mekanikal	71	18.3
		Kejuruteraan Awam	59	15.2
		Hortikultur & Landskap	98	25.3
		Pilihan Kelima		
		Pengeluaran Tanaman & Ternakan	109	28.1
		Kejuruteraan Elektrik & Elektronik	62	16.0
		Kejuruteraan Mekanikal	64	16.5
		Kejuruteraan Awam	75	19.3
		Hortikultur & Landskap	78	20.1

Bahagian B: Pengetahuan responden tentang politeknik.

Jadual 4 menunjukkan pengetahuan responden terhadap politeknik di mana majoriti responden mengetahui kewujudan Politeknik di bawah Kementerian Pendidikan Tinggi seramai 339 (87.4%) orang. Manakala bagi soalan pengetahuan tentang Politeknik menawarkan pengajian peringkat Diploma dan Asasi, seramai 290 (74.7%) pelajar mengatakan Ya dan seramai 98 (25.3%) mengatakan Tidak.

Jadual 4: Pengetahuan responden tentang politeknik

Soalan pengetahuan tentang Politeknik	Jawapan responden	Kekerapan	Peratus (%)
1. Adakah saudara/saudari mengetahui kewujudan Politeknik di bawah Kementerian Pendidikan Tinggi?	Ya	339	87.4
	Tidak	49	12.6
2. Adakah saudara/saudari mengetahui bahawa Politeknik menawarkan pengajian peringkat Diploma dan Asasi?	Ya	290	74.7
	Tidak	98	25.3

Bahagian C: Tinjauan kecenderungan responden terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah.

Jadual 5 menunjukkan data analisis ujian kebolehppercayaan yang dilaksanakan terhadap item-item soal selidik di bahagian C yang digunakan untuk mengkaji kecenderungan pelajar Tingkatan 4 dan Tingkatan 5 sebagai responden terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah. Berdasarkan ujian tersebut, nilai kebolehppercayaan yang diperoleh adalah 0.869 daripada tujuh (7) item soalan yang digunakan. Menurut Sekaran & Bogie (2016), nilai kebolehppercayaan kurang dari 0.6 adalah lemah, manakala nilai 0.6 hingga 0.7 menunjukkan nilai yang boleh diterima dan 0.8 hingga 1 menunjukkan nilai kebolehppercayaan dan kesahan yang tinggi. Berdasarkan Jadual 5, nilai kebolehppercayaan diperoleh adalah baik dan menunjukkan bahawa instrumen soal selidik boleh digunakan untuk kajian ini.

Jadual 5: Ujian Kebolehppercayaan (Penerimaan)

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>Cronbach's Alpha Based on N of items</i>
Item	0.869
	7

Berikut merupakan ringkasan kajian keperluan program berdasarkan soal selidik yang telah diedarkan kepada pelajar Tingkatan 4 dan Tingkatan 5 di kebanyakan daerah seluruh Sabah sebagai responden:

Jadual 6: Tinjauan kecenderungan responden pelajar terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah

<i>Tinjauan kecenderungan responden pelajar terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah</i>	<i>Min</i>	<i>Sisihan piawai</i>	<i>Tahap skala Likert</i>	<i>Cronbach's Alpha</i>
1. Saya berminat melanjutkan pelajaran ke tahap yang lebih tinggi selepas SPM di Politeknik Malaysia	3.76	1.004	Tinggi	0.852
2. Penawaran Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah bersesuaian dengan minat saya	3.38	1.145	Sederhana	0.849
3. Program Asasi Teknologi Kejuruteraan mampu menyumbang kepada perkembangan kerjaya saya pada masa hadapan	3.71	1.022	Tinggi	0.836

4. Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dapat memenuhi keperluan industri/ agensi pada masa hadapan	4.02	0.919	Tinggi	0.848
5. Saya yakin bahawa keperluan teknologi kejuruteraan elektrik dan elektronik adalah tinggi dalam menjayakan aktiviti ekonomi setempat berasaskan keperluan teknologi IR4.0	4.03	0.900	Tinggi	0.845
6. Saya yakin bahawa keperluan teknologi kejuruteraan agrikultur adalah tinggi dalam menjayakan aktiviti ekonomi setempat berasaskan keperluan teknologi IR4.0	3.94	0.882	Tinggi	0.845
7. Saya sangat bersetuju sekiranya program Asasi Teknologi Kejuruteraan ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah	4.19	0.899	Tinggi	0.862

Hampir keseluruhan dapatan menunjukkan nilai min yang tinggi. Bagi item soalan 1, “*Saya berminat melanjutkan pelajaran ke tahap yang lebih tinggi selepas SPM di Politeknik Malaysia*” nilai min menunjukkan tahap tinggi $M = 3.76$, $SP = 1.004$ menunjukkan pelajar-pelajar mempunyai minat yang tinggi untuk menyambung pelajaran ke peringkat lebih tinggi selepas SPM di Politeknik Malaysia.

Bagi item soalan 2. “*Penawaran Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah bersesuaian dengan minat saya*”, nilai min, $M = 3.38$, $SP = 1.145$. Responden menunjukkan skala *Likert* min yang sederhana.

Seterusnya bagi item Soalan 3, “*Program Asasi Teknologi Kejuruteraan mampu menyumbang kepada perkembangan kerjaya saya pada masa hadapan*” nilai min adalah $M = 3.71$, $SP = 1.022$. Responden kebanyakannya bersetuju dengan Soalan 3 dengan menunjukkan skala *Likert* yang tinggi.

Dalam item Soalan 4 pula, “*Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dapat memenuhi keperluan industri/ agensi pada masa hadapan*” memperoleh nilai min $M = 4.02$, $SP = 0.919$ turut menunjukkan skala *Likert* yang tinggi.

Item Soalan 5 bagi tinjauan kecenderungan responden terhadap bidang kejuruteraan elektrik dan elektronik iaitu “*Saya yakin bahawa keperluan teknologi kejuruteraan elektrik dan elektronik adalah tinggi dalam menjayakan aktiviti ekonomi setempat berasaskan keperluan teknologi IR4.0*” nilai min adalah $M = 4.03$, $SP = 0.900$ adalah pada skala *Likert* yang tinggi.

Manakala item Soalan 6 bagi tinjauan kecenderungan responden terhadap bidang kejuruteraan agrikultur pula iaitu “*Saya yakin bahawa keperluan teknologi kejuruteraan agrikultur adalah tinggi dalam menjayakan aktiviti ekonomi setempat berasaskan keperluan teknologi IR4.0*” nilai min adalah $M = 3.94$, $SP = 0.882$ turut menunjukkan skala *Likert* yang tinggi.

Item Soalan 7 yang terakhir dalam bahagian C ini iaitu “*Saya sangat bersetuju sekiranya program Asasi Teknologi Kejuruteraan ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah*” iaitu tinjauan kecenderungan responden terhadap penawaran program Asasi Teknologi Kejuruteraan menunjukkan nilai min $M = 4.19$, $SP = 0.889$ pada skala *Likert* yang tinggi.

Secara ringkas, dapatan dari soal selidik ini dapat membuktikan terdapat sambutan yang positif dan memberangsangkan daripada golongan sasaran iaitu pelajar bagi penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan khususnya di Politeknik Sandakan Sabah.

B. Dapatan Industri

Bahagian A: Demografi Responden

Jadual 7 menunjukkan ciri-ciri demografi responden industri yang terdiri dari 11 (31.4%) badan Kerajaan dan 24 (68.6%) merupakan badan swasta.

Jadual 7: Ciri-ciri demografi responden

Ciri Responden	Umum	Ciri Khusus Responden	Kekerapan	Peratus (%)
Badan		Kerajaan	11	31.4
		Swasta	24	68.6

Bahagian B Tinjauan kecenderungan responden terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah.

Jadual 8 menunjukkan data analisis ujian kebolehppercayaan yang dilaksanakan terhadap item-item soal selidik di bahagian B yang digunakan untuk mengkaji kecenderungan industri sebagai responden terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah. Berdasarkan ujian tersebut, nilai kebolehppercayaan yang diperoleh adalah 0.892 daripada 6 item soalan yang digunakan. Nilai yang diperoleh adalah baik dan menunjukkan bahawa instrumen soal selidik boleh digunakan untuk kajian ini.

Jadual 8: Ujian Kebolehppercayaan (Penerimaan)

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on N of items
Item	0.892
	6

Jadual 9 berikut merupakan ringkasan kajian keperluan program berdasarkan soal selidik yang telah diedarkan kepada industri sebagai responden:

Jadual 9: Tinjauan kecenderungan responden industri terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah

Tinjauan kecenderungan responden industri terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah	Min	Sisihan piawai	Tahap skala Likert	Cronbach's Alpha
1. Penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah perlu kerana permintaan semasa yang tinggi	4.51	0.818	Tinggi	0.828
2. Penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dapat membantu memenuhi keperluan tenaga kerja di industri	4.60	0.651	Tinggi	0.824
3. Organisasi anda bersedia untuk memberikan peluang pekerjaan kepada graduan Program Asasi Teknologi Kejuruteraan	4.20	0.964	Tinggi	0.838

4. Pemberian gaji kepada graduan Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah berdasarkan penetapan gaji minimum iaitu RM1,500	4.26	0.950	Tinggi	0.882
5. Penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan akan memberikan impak positif untuk melahirkan pekerja mahir pada masa hadapan	4.71	0.519	Tinggi	0.843
6. Saya sangat bersetuju sekiranya Program Asasi Teknologi Kejuruteraan ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah	4.69	0.530	Tinggi	0.838

Keseluruhan dapatan daripada industri menunjukkan nilai min skala *Likert* yang tinggi. Bagi item Soalan 1, “*Penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah perlu kerana permintaan semasa yang tinggi*” nilai min menunjukkan tahap tinggi $M = 4.51$, $SP = 0.818$ menunjukkan industri bersetuju dengan pernyataan soalan 1.

Bagi item soalan 2. “*Penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dapat membantu memenuhi keperluan tenaga kerja di industri*” nilai min, $M = 4.60$, $SP = 0.651$ yang menunjukkan skala *Likert* tinggi yang bermaksud responden turut bersetuju dengan penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dalam memenuhi keperluan tenaga kerja di industri.

Seterusnya bagi item Soalan 3, “*Organisasi anda bersedia untuk memberikan peluang pekerjaan kepada graduan Program Asasi Teknologi Kejuruteraan*” nilai min adalah $M = 4.20$, $SP = 0.964$. Responden kebanyakannya bersetuju dengan Soalan 3 dengan menunjukkan skala *Likert* yang tinggi iaitu bersetuju untuk memberi peluang pekerjaan kepada lepasan pelajar hasil dari program Asasi Teknologi Kejuruteraan.

Dalam item Soalan 4 pula, “*Pemberian gaji kepada graduan Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah berdasarkan penetapan gaji minimum iaitu RM1,500*” memperoleh nilai min $M = 4.26$, $SP = 0.950$ turut menunjukkan skala *Likert* yang tinggi.

Item Soalan 5 “*Penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan akan memberikan impak positif untuk melahirkan pekerja mahir pada masa hadapan*” menunjukkan nilai min adalah $M = 4.71$, $SP = 0.519$ turut menunjukkan pada skala *Likert* yang tinggi.

Manakala item Soalan 6 bagi tinjauan kecenderungan responden industri penawaran program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik “*Saya sangat bersetuju sekiranya Program Asasi Teknologi Kejuruteraan ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah*” nilai min adalah $M = 4.69$, $SP = 0.530$ turut menunjukkan skala *Likert* yang tinggi.

Keseluruhan dapatan menunjukkan nilai min skala *Likert* yang tinggi. Responden menunjukkan nilai min yang tinggi berdasarkan Jadual pengkelasan skala *Likert* bagi item soal selidik yang mengandungi enam (6) soalan. Dengan dapatan daripada pihak industri membuktikan penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah adalah relevan dan bertepatan dengan permintaan industri dan pasaran kerja dan tenaga buruh semasa dan akan datang.

Dapatan pensyarah, pendidik atau pakar

Bahagian A: Demografi Responden

Jadual 10 menunjukkan ciri-ciri demografi responden pensyarah, pendidik atau pakar yang terdiri

dari 26 (42.6%) lelaki dan 35 (57.4%) adalah perempuan. Selain itu, 14 (23.0%) responden merupakan pensyarah dalam bidang kejuruteraan, 44 (72.1%) pensyarah bukan bidang kejuruteraan, 2 (3.3%) orang pekerja bidang kejuruteraan dan 1 (1.6%) orang usahawan dalam bidang kejuruteraan. Kebanyakan responden yang mengambil bahagian dalam kajian ini majoriti bekerja di Sabah seramai 56 (91.8%), diikuti lain-lain tempat 4 (6.6%) orang dan Sarawak 1(1.6%) orang. Responden yang telah bekerja 16 tahun ke atas merupakan majoriti seramai 19 (31.1%) orang dan yang paling sedikit adalah responden yang bekerja 11 hingga 15 tahun iaitu 8 (13.1%) orang.

Jadual 10: Ciri-ciri demografi responden

Ciri Responden	Umum	Ciri Khusus Responden	Kekerapan	Peratus (%)
Jantina		Lelaki	26	42.6
		Perempuan	35	57.4
Bidang jawatan		Pensyarah bidang kejuruteraan	14	23.0
		Pensyarah bukan bidang kejuruteraan	44	72.1
		Pekerja bidang kejuruteraan	2	3.3
		Usahawan bidang kejuruteraan	1	1.6
Negeri bekerja	tempat	Sabah	56	91.8
		Sarawak	1	1.6
		Lain-lain	4	6.6
Pengalaman bidang		1 hingga 5 tahun	16	26.2
		6 hingga 10 tahun	18	29.5
		11 hingga 15 tahun	8	13.1
		16 tahun ke atas	19	31.1

Bahagian B: Pengetahuan responden tentang Politeknik Malaysia.

Jadual 11 menunjukkan pengetahuan responden terhadap politeknik di mana kesemua responden mengetahui kewujudan Politeknik di bawah Kementerian Pendidikan Tinggi seramai 61 (100.0%) orang. Manakala bagi soalan pengetahuan tentang Politeknik menawarkan pengajian peringkat Diploma dan Asasi, seramai 54 (88.5%) pelajar mengatakan Ya dan seramai 7 (11.5%) mengatakan Tidak.

Jadual 11: Pengetahuan responden tentang politeknik

Soalan Politeknik	pengetahuan tentang	Jawapan responden	Kekerapan	Peratus (%)
1. Adakah Tuan/Puan mengetahui kewujudan Politeknik di bawah Kementerian Pendidikan Tinggi?		Ya	61	100.0
		Tidak	0	0
2. Adakah Tuan/Puan mengetahui bahawa Politeknik menawarkan pengajian peringkat Diploma dan Asasi?		Ya	54	88.5
		Tidak	7	11.5

Bahagian C: Tinjauan kecenderungan responden terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah.

Jadual 12 menunjukkan data analisis ujian kebolehpercayaan yang dilaksanakan terhadap item-item soal selidik di bahagian C yang digunakan untuk mengkaji kecenderungan pensyarah, pendidik atau pakar sebagai responden terhadap penawaran Program Asasi Teknologi

Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah. Berdasarkan ujian tersebut, nilai kebolehppercayaan yang diperoleh adalah 0.947 daripada 6 item soalan yang digunakan. Nilai yang diperoleh adalah baik dan menunjukkan bahawa instrumen soal selidik boleh digunakan untuk kajian ini.

Jadual 12: Ujian Kebolehppercayaan (Penerimaan)

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>Cronbach's Alpha Based on N of items</i>
Item	0.947
	6

Jadual 13: Tinjauan kecenderungan responden pensyarah, pendidik atau pakar terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah

<i>Tinjauan kecenderungan responden pensyarah, Min Sisihan Tahap Cronbach's</i>				
<i>pendidik atau pakar terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah</i>		<i>piawai</i>	<i>skala Likert</i>	<i>ach's Alpha</i>
1. Penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah perlu kerana permintaan semasa yang tinggi	4.44	0.847	Tinggi	0.918
2. Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dapat memenuhi keperluan industri/agensi pada masa hadapan	4.51	0.849	Tinggi	0.912
3. Saya yakin bahawa keperluan teknologi kejuruteraan elektrik dan elektronik adalah tinggi dalam menjayakan aktiviti ekonomi setempat berasaskan keperluan teknologi IR4.0	4.64	0.708	Tinggi	0.924
4. Saya sangat bersetuju sekiranya program Asasi Teknologi Kejuruteraan ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah	4.41	1.055	Tinggi	0.967
5. Saya setuju bahawa penawaran Asasi Teknologi Kejuruteraan ini memberi impak dari segi peluang pekerjaan yang luas terutama di zaman Revolusi Industri iaitu IR 4.0	4.51	0.868	Tinggi	0.917
6. Saya yakin bahawa penawaran Asasi Teknologi Kejuruteraan ini memberi impak positif untuk melanjutkan pengajian ke peringkat Sarjana Muda Teknologi dalam bidang teknikal, vokasional dan kemahiran (TVET)	4.59	0.761	Tinggi	0.923

Keseluruhan dapatan daripada responden pensyarah, pendidik atau pakar menunjukkan nilai min skala *Likert* yang tinggi. Bagi item Soalan 1, “Penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah perlu kerana permintaan semasa yang tinggi” nilai min menunjukkan tahap tinggi $M = 4.44$, $SP = 0.847$ menunjukkan pensyarah, pendidik atau pakar bersetuju dengan pernyataan soalan 1.

Bagi item soalan 2. “Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dapat memenuhi keperluan industri/agensi pada masa hadapan” nilai min, $M = 4.51$, $SP = 0.849$ yang menunjukkan skala *Likert* tinggi yang bermaksud responden turut bersetuju dengan penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dalam memenuhi keperluan tenaga kerja di industri.

Seterusnya bagi item Soalan 3, “*Saya yakin bahawa keperluan teknologi kejuruteraan elektrik dan elektronik adalah tinggi dalam menjayakan aktiviti ekonomi setempat berdasarkan keperluan teknologi IR4.0*” nilai min adalah $M = 4.64$, $SP = 0.708$. Responden kebanyakannya bersetuju dengan Soalan 3 dengan menunjukkan skala *Likert* yang tinggi iaitu bersetuju teknologi kejuruteraan elektrik dan elektronik penting untuk menyokong aktiviti ekonomi berdasarkan teknologi 4IR.

Dalam item Soalan 4 pula, “*Saya sangat bersetuju sekiranya program Asasi Teknologi Kejuruteraan ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah*” memperoleh nilai min $M = 4.41$, $SP = 1.055$ turut menunjukkan skala *Likert* yang tinggi. Min responden yang bersetuju dengan penawaran program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah menunjukkan *Likert* yang tinggi.

Item Soalan 5 “*Saya setuju bahawa penawaran Asasi Teknologi Kejuruteraan ini memberi impak dari segi peluang pekerjaan yang luas terutama di zaman Revolusi Industri iaitu IR 4.0*” menunjukkan nilai min adalah $M = 4.51$, $SP = 0.868$ turut menunjukkan pada skala *Likert* yang tinggi.

Manakala item Soalan 6 bagi tinjauan impak kecenderungan responden pensyarah, pendidik atau pakar terhadap penawaran program Asasi Teknologi Kejuruteraan “*Saya yakin bahawa penawaran Asasi Teknologi Kejuruteraan ini memberi impak positif untuk melanjutkan pengajian ke peringkat Sarjana Muda Teknologi dalam bidang teknikal, vokasional dan kemahiran (TVET)*” nilai min adalah $M = 4.59$, $SP = 0.761$ turut menunjukkan skala *Likert* yang tinggi.

Keseluruhan dapatan menunjukkan nilai min skala *Likert* yang tinggi. Responden menunjukkan nilai min yang tinggi berdasarkan Jadual pengkelasan skala *Likert* bagi item soal selidik yang mengandungi enam (6) soalan. Dengan dapatan daripada pihak pensyarah, pendidik atau pakar ini membuktikan lagi sokongan terhadap penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan di Politeknik Sandakan Sabah yang dapat memberi impak positif dalam bidang TVET di Malaysia.

Perbincangan

Berdasarkan hasil dapatan dan analisis data yang telah dilakukan, boleh dirumuskan bahawa program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah sesuai dilaksanakan di Politeknik Sandakan Sabah. Program ini wajar dilaksanakan atas faktor-faktor seperti kecenderungan dan minat serta persetujuan responden terhadap penawaran program ini. Ketiga-tiga kategori responden yang terlibat dalam kajian ini iaitu pelajar, golongan pensyarah dan juga pihak industri dilihat bersetuju dan menyokong penubuhan program ini. Bidang elektif yang ditawarkan seperti Teknologi Kejuruteraan Elektrik & Elektronik serta Teknologi Kejuruteraan Agrikultur turut mendapat persetujuan dan permintaan yang tinggi di kalangan pelajar.

Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah relevan untuk diwujudkan seperti dapatan data di dalam kajian ini. Keperluan dalam bidang kemahiran teknikal, vokasional dan (TVET) adalah tinggi berdasarkan kepada Rancangan Malaysia Ke-12 di dalam Bab Pemacu Perubahan X: Menambah Baik Ekosistem TVET bagi Membangunkan Bakat Tersedia Masa Hadapan. Di dalam dokumen ini menetapkan bagi mengukuhkan ekosistem TVET yang merupakan teras kepada pembangunan sosioekonomi Malaysia iaitu meningkatkan kemahiran dan bakat tersedia. Berdasarkan laporan daripada Majlis TVET Negara (MTVET) dari Jabatan Perdana Menteri, sehingga tahun 2023 kadar kebolehpasaran graduan TVET 2020-2023 telah meningkat iaitu sebanyak 94.5% sehingga 2023. Ini membuktikan bahawa hasil pengukuhan ekosistem TVET telah menghasilkan graduan TVET yang dapat memenuhi permintaan industri dan dapat

bekerjasama dengan industri utama di seluruh negara. Justeru, dengan pendekatan ini juga lebih banyak pekerjaan baharu diwujudkan melalui keusahawanan dan impaknya negara dapat mengurangkan kebergantungan kepada buruh asing. Secara keseluruhannya, pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahawa negara dapat memenuhi keperluan tenaga kerja yang berkemahiran tinggi dalam bidang teknologi dan kejuruteraan, selaras dengan perkembangan pesat dalam teknologi dan digitalisasi yang berlaku di seluruh dunia.

Menurut kajian dari Abdullah, N. et al., (2017), dalam melaksanakan program baharu, adalah penting untuk membangunkan kurikulum selari dengan perkembangan dasar dan teknologi masa kini. Kurikulum hendaklah dibina selaras dan bertepatan dengan industri bagi memberi impak positif kepada kedua-dua pihak dalam usaha menawarkan tenaga kerja mahir dan juga dapat meningkatkan kebolehpasaran graduan setelah tamat program. Oleh yang demikian, penawaran Program Asasi Teknologi Kejuruteraan dilihat bakal menjadi pencetus dalam menjadikan politeknik sebagai salah satu institusi bagi memperkembangkan tenaga kerja yang berdaya saing dan mempunyai daya pemikiran berinovasi terutamanya dalam bidang teknologi kejuruteraan di dalam negara.

Justeru, pelaksanaan Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah langkah strategik yang selaras dengan keperluan negara dalam meningkatkan penyediaan bakat dalam bidang teknologi dan kejuruteraan. Dengan menyediakan program persediaan sebelum melanjutkan pengajian ke peringkat Ijazah Sarjana Muda, program ini akan memberikan pelajar lepasan Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) peluang untuk memperdalam pengetahuan dan kemahiran dalam bidang yang mereka minati.

Kesimpulan

Justifikasi rasional untuk membangunkan Program Asasi Teknologi Kejuruteraan adalah kuat dan relevan, berdasarkan kepada keperluan negara, permintaan pelajar yang tinggi, serta sumber yang tersedia. Program ini akan memberikan asas yang penting bagi pelajar melanjutkan pengajian ke peringkat Sarjana Muda dan menyokong perkembangan industri teknologi kejuruteraan di Malaysia. Pelaksanaan program ini tidak hanya akan memenuhi keperluan pendidikan dan industri, tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang kepada pelajar, industri, dan negara secara keseluruhan.

Rujukan

- Abdullah, N., Hassan, Q. B., & Jaafar, N. Z. (2017) Penawaran Program Baharu (PNA) bagi Program Diploma Teknologi Digital (*Diploma in Digital Technology – DDT*). Proceeding of the Malaysia TVET on Research via Exposition. 13 – 14 November 2017, Dungun Terengganu.
- Ahmad M. F., & Bon A. T. (2023). E-Wacana, Keratan Akhbar 2023, Rencana April 17, 2023. UTHM Universiti Tun Hussein Onn Malaysia News Portal <https://news.uthm.edu.my/ms/2023/04/tvet-mampu-atasi-masalah-pengangguran/>
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences (3rd ed.). Mahwah, NJ: L. Erlbaum.
- Dasar TVET Negara 2030. (2024) Sekretariat Majlis TVET Negara. Jabatan Perdana Menteri. Diakses melalui laman web https://mohon.tvet.gov.my/manual/MTVET_DASAR_TVET_NEGARA_2030.pdf & <https://www.tvet.gov.my/manual/faktamtvet.pdf>
- Dokumen Rancangan Malaysia Kedua Belas (RMKe-12). (2021). Diakses melalui laman web <https://rmke12.ekonomi.gov.my/bm/dokumen/rmke-12>
- Fah, L. Y., & Hoon, K. C. (2015). Pengenalan Kepada Pendekatan Kuantitatif Dalam

- Penyelidikan Pendidikan (Edisi ke-4). Penerbit Universiti Malaysia Sabah. Ahli Majlis Penerbitan Ilmiah Malaysia (MAPIM)
- Jabatan Pendidikan Negeri Sabah. Data Pelajar. Diakses melalui laman web <https://jpnsabah.moe.gov.my/>
- Kerlinger, F. N. (1973). *Foundations of Behavioral Research*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Khazanah Research Institute. (2019 May 3). Pendidikan TVET Pilihan Terakhir Lulusan Belia SPM? https://www.krinstitute.org/assets/contentMS/img/template/editor/20190503_Pendidikan%20TVET%20Pilihan%20Terakhir%20Belia%20Lulusan%20SPM.pdf
- KPT Merpergiat Usaha Tingkatkan Kemasukan Pelajar Ke Program TVET. (26 September 2023). Hebahan: Sorotan Aktiviti. <https://www.mohe.gov.my/hebahan/sorotan-aktiviti/kpt-merpergiat-usaha-tingkatkan-kemasukan-pelajar-ke-program-tvet?highlight=WjYkYW4iXQ==>
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*.
- Mat Yusoff, S. N., Jamri, S. H., & Mohamed Nor, N. (2023) Penggunaan Google Forms Dalam Penilaian Empowerment Test DBC20012 Computer Application Di Politeknik Kota Kinabalu. *International Conference on Global Educational Research*.
- Mohd. Sheffie. (1999). *Methodologi Pendidikan*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Omar, M. K. (2021). Memperkasa TVET ke arah Perkembangan Revolusi Industri. *E-Buletin June 2021 MYSASE* (pp.10-11). Publisher: Jabatan Pendidikan Sains dan Teknikal, Fakulti Pengajian Pendidikan, Universiti Putra Malaysia https://www.researchgate.net/publication/353305138_Memperkasa_TVET_ke_arah_Perkembangan_Revolusi_Industri
- Panduan Penulisan Kajian Keperluan Program (PNA) Politeknik dan Kolej Komuniti Malaysia. (2019) Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti, Kementerian Pendidikan Malaysia. ISBN 978-967-2243-64-9
- Sabah Development Corridor (SDC). (2021) *Inisiatif Koridor Pembangunan Sabah; SDC Blueprint 2.0 (2021 – 2030)* Sabah Development Corridor (SDC). Diakses melalui laman <https://sedia.com.my/news-resources/sdc-blueprint/>
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2010). *Research Methods for Business a Skill Building Approach*. John Wiley & Sons
- Shahar, R. (2006). *Pembangunan Laman Web Sebagai Media Pengajaran Di Politeknik Port Dickson : Topik Garis Imbas*. Tesis Sarjana, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Yaacob N. F. (20 Julai 2023). 300,000 Lulusan SPM Tidak Mahu Sambung Belajar. *SINAR HARIAN*. <https://www.sinarharian.com.my/article/269192/berita/nasional/300000-lepasan-spm-tidak-mahu-sambung-belajar>

KEBERKESANAN GERAK GEMPUR DALAM TALIAN TERHADAP PENGLIBATAN, SIKAP DAN PENCAPAIAN PEPERIKSAAN PELAJAR BAGI KURSUS KIMIA PERTANIAN

Nur Ameerah Ahmad¹, Norina Yadin¹, Jessy Ann¹

¹Politeknik Sandakan, Sabah

^{1*}nurameerah@pss.edu.my, ¹norina@pss.edu.my, ¹jessy.ann@pss.edu.my

Abstrak

Program Gerak Gempur merupakan satu usaha yang dilaksanakan oleh para pensyarah di Politeknik Sandakan Sabah (PSS) bagi menambahbaik pencapaian pelajar khususnya dalam Peperiksaan Akhir. Kajian ini dijalankan untuk mengkaji keberkesanan program gerak gempur dalam talian terhadap penglibatan, sikap dan pencapaian peperiksaan pelajar bagi Kursus Kimia Pertanian. Responden bagi kajian ini adalah pelajar semester 1 Sesi II:2023/2024 yang mengikuti kursus Kimia Pertanian di PSS. Instrumen kajian adalah soal selidik dan analisis keputusan peperiksaan kursus. Data soal selidik dianalisis menggunakan perisian IBM SPSS versi 27. Hasil analisis keputusan soal selidik mendapati bahawa skor min bagi penglibatan pelajar dan sikap pelajar masing-masing sebanyak 4.152% dan 4.212%. Hasil kajian menunjukkan penglibatan dan sikap pelajar terhadap kursus Kimia Pertanian selepas mengikuti gerak gempur dalam talian adalah tinggi. Analisis pencapaian keputusan peperiksaan akhir dalam pencapaian CLO 1 menunjukkan peningkatan yang signifikan iaitu masing-masing 76.2% dan 75% bagi program Diploma Agroteknologi (DAG) dan Diploma Teknologi Akuakultur (DTQ). Manakala bagi pencapaian pelajar lulus mendapat PNM ≥ 3.00 , pencapaian adalah sebanyak 87.5% dan 86.9% masing-masing bagi DAG dan DTQ. Hasil dapatan ini menunjukkan bahawa pelaksanaan gerak gempur dalam talian ini dapat membantu meningkatkan penglibatan, sikap dan pencapaian peperiksaan pelajar dalam mempelajari kursus Kimia Pertanian. Pelaksanaan program ini perlu dipergiatkan lagi kepada kursus-kursus lain yang ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah.

Kata kunci: Gerak Gempur Dalam Talian, Penglibatan, Sikap, Pencapaian

Pengenalan

Kursus Kimia Pertanian merupakan satu kursus teras yang wajib diambil oleh setiap pelajar semester 1 bagi Diploma Agroteknologi dan Diploma Teknologi Akuakultur yang ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah. Terdapat tiga Pencapaian Hasil Pembelajaran Kursus (CLO) yang perlu dikuasai pelajar bagi kursus ini. Merujuk kepada laporan CQI Kursus Kimia Pertanian Sesi I: 2023/2024, pencapaian pelajar dalam Penilaian Berterusan (PB) dan Peperiksaan Akhir (PA) bagi dua semester terkini, CLO1 merupakan antara CLO yang perlu diberi perhatian lebih bagi meningkatkan pencapaian pelajar dalam kursus ini. Hal ini kerana, pada Sesi I: 2023/2024, pencapaian CLO1 kursus Kimia Pertanian bagi program Diploma Teknologi Akuakultur tidak mencapai sasaran jabatan 70% iaitu 51.4% sahaja. Manakala Pencapaian CLO1 Kursus Kimia Pertanian bagi pelajar program Diploma Agroteknologi berada pada tahap sasaran minimum jabatan iaitu 70.7%.

Oleh yang demikian, Program Gerak Gempur Dalam Talian telah dijalankan oleh pensyarah kursus sebagai langkah cadangan penambahbaikan kualiti berterusan (CQI) untuk bantu meningkatkan pencapaian pelajar terhadap CLO1. Program Gerak Gempur merupakan satu sesi latihan menjawab koleksi soalan peperiksaan akhir sesi terdahulu di bawah bimbingan pensyarah kursus. Menurut (Husin et. al, 2024), soalan dan skema jawapan untuk ulangkaji bagi subjek adalah satu sumber yang penting dalam proses pembelajaran. Pelaksanaan program

Gerak Gempur ini merupakan salah satu usaha yang dicadangkan oleh Unit Jaminan Kualiti (UJK) Politeknik Sandakan Sabah bagi meningkatkan pencapaian pelajar khususnya dalam peperiksaan akhir. Oleh itu, Kajian Keberkesanan Program Gerak Gempur Dalam Talian ini dijalankan untuk mengkaji peningkatan penglibatan, sikap dan pencapaian pelajar Politeknik Sandakan bagi kursus Kimia Pertanian.

Pernyataan Masalah

Pencapaian Hasil Pembelajaran Kursus 1 (CLO1) bagi kursus Kimia Pertanian akan dinilai melalui dua jenis penilaian iaitu Penilaian Berterusan dan Peperiksaan Akhir. Merujuk kepada laporan CQI Kursus Kimia Pertanian Sesi I: 2023/2024, pencapaian CLO1 bagi pelajar program Diploma Teknologi Akuakultur tidak mencapai sasaran kualiti jabatan 70% iaitu hanya mencapai 51.4% sahaja. Manakala pencapaian CLO1 bagi pelajar program Diploma Agroteknologi berada pada tahap sasaran minimum kualiti jabatan iaitu 70.7%.

Objektif Kajian

Kajian ini dijalankan bertujuan:

1. Mengkaji keberkesanan gerak gempur dalam talian terhadap peningkatan penglibatan pelajar bagi kursus Kimia Pertanian.
2. Menilai keberkesanan gerak gempur dalam talian terhadap sikap pelajar mempelajari kursus Kimia Pertanian.
3. Mengenalpasti keberkesanan gerak gempur dalam talian terhadap pencapaian peperiksaan pelajar bagi kursus Kimia Pertanian.

Sorotan Kajian

Pencapaian pelajar dipercayai merupakan satu petunjuk penting dalam prestasi akademik yang cemerlang (Chzin & Surat, 2021). Terdapat pelbagai kaedah dan pendekatan boleh dijalankan untuk membantu pelajar mendapat keputusan yang cemerlang dalam peperiksaan, sekaligus menyumbang kepada purata nilai mata yang baik bagi pelajar semester 1 Program Diploma Agroteknologi dan Diploma Akuakultur yang diwajibkan mengambil kursus Kimia Pertanian ini. Program Gerak Gempur merupakan satu sesi latihan menjawab koleksi soalan peperiksaan akhir semester terdahulu di bawah bimbingan pensyarah kursus di Politeknik Sandakan Sabah. Program ini merupakan satu inisiatif yang dicadangkan oleh Unit Jaminan Kualiti, Politeknik Sandakan Sabah sebagai salah satu usaha untuk meningkatkan pencapaian pelajar dalam peperiksaan akhir khususnya.

Pada Sesi II: 2023/2024, program ini telah dijalankan secara dalam talian oleh pensyarah kursus Kimia Pertanian bagi memudahkan semua pelajar melibatkan diri dalam program ini dengan hanya memerlukan capaian internet tanpa mengira lokasi pelajar. Penglibatan pelajar merupakan satu faktor yang menjadi kayu ukur kejayaan pembelajaran atas talian serta pencapaian pelajar (Fung, 2014). Menurut Rahim et al., (2022) ekoran daripada pandemik COVID-19 yang pernah melanda, penglibatan pelajar amat penting dalam pembelajaran dalam talian bagi memastikan kelangsungan kelas pembelajaran yang berterusan.

Menurut Suharyat (2009), sikap adalah salah satu istilah bidang psikologi yang berkaitan dengan persepsi dan tingkah laku. Ellis (2008) ada menyatakan dalam bukunya bahawa sikap melibatkan beberapa pengetahuan tentang sesuatu perkara. Namun aspek yang utama dalam sikap adalah adanya perasaan atau emosi, kecenderungan terhadap perbuatan yang berkaitan dengan pengetahuan. Menurut Chzin & Surat (2021), tema kedua dalam faktor yang mempengaruhi pencapaian akademik pelajar adalah faktor pelajar itu sendiri, yang dibangunkan berdasarkan sikap, minat, motivasi, gaya pembelajaran dan kesihatan pelajar.

Oleh itu, dapat disimpulkan bahawa sikap pelajar terhadap pembelajaran dapat mempengaruhi pencapaian pelajar dalam akademik.

Justeru, objektif pertama kajian ini adalah bertujuan melihat keberkesanan Program Gerak Gempur dalam talian terhadap peningkatan penglibatan, sikap dan pencapaian pelajar dalam kursus Kimia Pertanian.

Metodologi Kajian

Terdapat dua instrumen kajian yang digunapakai dalam menjalankan penyelidikan ini iaitu soal selidik dan analisis keputusan peperiksaan kursus.

i. Soal Selidik

Kajian ini adalah kajian kuantitatif berbentuk deskriptif. Kaedah tinjauan (soal selidik) dipilih sebagai kaedah untuk mengetahui keberkesanan program gerak gempur dalam talian yang dijalankan bagi dua pembolehubah dalam kajian ini. Soal selidik ini mengandungi item soalan untuk mengetahui latar belakang responden dan juga soalan untuk mengukur peningkatan penglibatan dan sikap pelajar dalam mempelajari kursus Kimia Pertanian.

Item yang digunakan adalah berbentuk 5 skala likert iaitu 1 (Sangat Tidak Setuju), 2 (Tidak Setuju), 3 (Kurang Setuju), 4 (Setuju), dan 5 (Sangat Setuju). Soal selidik ini dikendalikan dengan menggunakan aplikasi “Google Form” secara dalam talian. Soalan telah diedarkan kepada populasi pelajar semester 1 Politeknik Sandakan Sabah yang mengambil kursus Kimia Pertanian pada Sesi II: 2023/2024 iaitu seramai 132 orang. Responden yang telah menjawab tinjauan soal selidik ini adalah seramai 116 orang, menepati jadual Krejcie dan Morgan yang mencadangkan sekurang-kurangnya 103 responden bagi jumlah populasi tersebut. Soalan soal selidik ini diadaptasi dan diubahsuai daripada (Akinbadewa, 2020).

Analisis data adalah secara deskriptif menggunakan perisian IBM SPSS versi 27 bagi mendapatkan skor min dan sisihan piawai. Data yang diperoleh telah diuji terlebih dahulu untuk melihat kesahan soalan. Jadual 1 menunjukkan Cronbach Alpha bagi dua pembolehubah yang dianalisis menggunakan SPSS. Keputusan menunjukkan bacaan melebihi 0.6 membuktikan bahawa pembolehubah adalah baik dan setiap soalan diterima (Bond & Fox, 2015). Manakala interpretasi skor min yang digunakan dalam kajian ini adalah berdasarkan kajian Ahmad (2002).

Jadual 1: Keputusan Cronbach Alpha

Pembolehubah	Cronbach Alpha
Keberkesanan gerak gempur dalam talian terhadap peningkatan penglibatan pelajar bagi kursus Kimia Pertanian	.918
Keberkesanan gerak gempur dalam talian terhadap sikap pelajar mempelajari kursus Kimia Pertanian	.938

ii. Analisis Keputusan Peperiksaan Kursus

CORR merujuk kepada dokumen yang digunakan di Politeknik untuk memantau pencapaian CLO dan laporan penambahbaikan sesuatu kursus (Yadin, 2019). Analisis CORR dilakukan berdasarkan markah penilaian berterusan (PB) dan markah Peperiksaan Akhir (PA) bagi pelajar

semester 1 yang mengambil kursus Kimia Pertanian pada Sesi II: 2023/2024. Berdasarkan laporan CORR panitia bagi kedua-dua program diploma tersebut, pencapaian CLO 1 telah dianalisis beserta dengan pencapaian pelajar lulus yang mencapai purata nilai mata (PNM) lebih besar dan sama dengan 3.00 atau lebih.

Dapatan Kajian

Demografi

Jadual 2 menunjukkan frekuensi bagi aspek demografi responden dari kalangan pelajar semester 1 sesi II 2023/2024 yang menjawab soal selidik kajian ini. Seramai 116 responden meliputi 56 (48.3%) orang pelajar perempuan dan 60 (51.7%) orang pelajar lelaki telah menjawab soal selidik bagi mengenalpasti keberkesanan gerak gempur dalam talian terhadap penglibatan dan sikap pelajar dalam mempelajari kursus Kimia Pertanian. 74 orang responden merupakan pelajar dari program Diploma Agroteknologi dan 42 orang lagi adalah daripada program Diploma Teknologi Akuakultur. Latar belakang pelajar juga dikenalpasti iaitu berkenaan keputusan matapelajaran Kimia semasa peperiksaan SPM. Didapati bahawa 87.9% daripada keseluruhan responden tidak pernah mengambil matapelajaran Kimia semasa di sekolah menengah.

Jadual 2: Demografi responden

Demografi		Kekerapan	%
Jantina	Lelaki	60	51.7
	Perempuan	56	48.3
Program	Diploma Agroteknologi	74	63.8
	Diploma Teknologi Akuakultur	42	36.2
Keputusan matapelajaran Kimia semasa SPM	Tidak pernah mengambil matapelajaran Kimia	102	87.9
	A+	1	0.9
	A	1	0.9
	A-	1	0.9
	B+	3	2.6
	B	1	0.9
	C+	1	0.9
	D	3	2.6
	E	1	0.9
	G	2	1.7

Analisis Min

A. Penglibatan pelajar Dalam Mempelajari kursus Kimia Pertanian

Merujuk kepada Jadual 3 di bawah, hasil keputusan soal selidik menunjukkan bahawa pelaksanaan gerak gempur dalam talian dapat mempengaruhi penglibatan pelajar bagi kursus Kimia Pertanian dengan tinggi. Hasil analisis mendapati bacaan purata skor min keseluruhan melebihi 4.0 iaitu 4.152. Analisis memperlihatkan responden paling bersetuju menyatakan bahawa *pelaksanaan gerak gempur dalam talian menjadikan kursus Kimia Pertanian lebih menarik untuk dipelajari* dengan nilai min 4.23.

Ini diikuti dengan item 4 iaitu *saya seronok dengan cara soalan dinilai dalam gerak gempur dalam talian* dengan skor min 4.22. Begitu juga dengan 3 item soalan berikutnya, masih mencapai nilai min melebihi 4.0. Hal ini dapat disimpulkan bahawa pelajar dapat menerima baik pelaksanaan program gerak gempur dalam talian sebagai persediaan bagi menghadapi Peperiksaan Akhir dengan memberi komitmen dan kerjasama dalam melibatkan diri dalam program ini sekaligus dapat meningkatkan keyakinan diri pelajar bagi menghadapi peperiksaan akhir.

Jadual 3: Penglibatan pelajar bagi kursus Kimia Pertanian

Item	Skor Min	Sisihan Piawai
Pelaksanaan gerak gempur dalam talian menjadikan kursus kimia pertanian lebih menarik untuk dipelajari	4.23	.908
Saya suka kaedah pelaksanaan gerak gempur dalam talian	4.06	.907
Gerak gempur dalam talian membolehkan saya untuk belajar kursus kimia pertanian secara sendiri	4.17	.857
Saya seronok dengan cara soalan dinilai dalam gerak gempur dalam talian	4.22	.939
Saya yakin dapat menguasai kursus lain jika pensyarah menggunakan gerak gempur dalam talian untuk kursus tersebut	4.07	.939

Keputusan min keseluruhan bagi penglibatan pelajar dalam kursus Kimia Pertanian ditunjukkan pada Jadual 4. Secara keseluruhannya, bacaan skor min berada pada tahap tinggi.

Jadual 4: Skor min keseluruhan bagi penglibatan pelajar dalam kursus Kimia Pertanian

Pembolehubah	Skor Min Keseluruhan
Penglibatan pelajar dalam kursus Kimia Pertanian	4.152

B. Sikap pelajar mempelajari kursus Kimia Pertanian

Merujuk kepada Jadual 5 di bawah, hasil keputusan soal selidik menunjukkan bahawa pelaksanaan gerak gempur dalam talian dapat mendorong sikap pelajar dalam mempelajari kursus Kimia Pertanian ke arah yang lebih baik kerana bacaan purata skor min keseluruhan adalah tinggi iaitu 4.212. Responden didapati sangat bersetuju bahawa *meluangkan masa untuk mengambil bahagian dalam gerak gempur dalam talian adalah berbaloi*, dengan bacaan skor min paling tinggi iaitu 4.29.

Jadual 5: Sikap pelajar mempelajari kursus Kimia Pertanian

Item	Skor Min	Sisihan Piawai
Saya mendapati gerak gempur dalam talian sangat menarik dalam pembelajaran kursus kimia pertanian	4.18	.851

Saya berasa sangat yakin untuk menjawab soalan-soalan kimia pertanian setelah mengikuti gerak gempur dalam talian.	4.21	.899
Menggunakan gerak gempur dalam talian untuk pembelajaran kimia pertanian adalah satu idea yang baik	4.22	.883
Gerak gempur dalam talian ini memenuhi keperluan pembelajaran saya dengan baik	4.16	.833
Meluangkan masa saya untuk mengambil bahagian dalam gerak gempur dalam talian adalah berbaloi	4.29	.791

Keputusan min keseluruhan bagi sikap pelajar terhadap pembelajaran kursus Kimia Pertanian ditunjukkan pada Jadual 6. Secara keseluruhannya, bacaan skor min berada pada tahap tinggi seperti di Jadual 6.

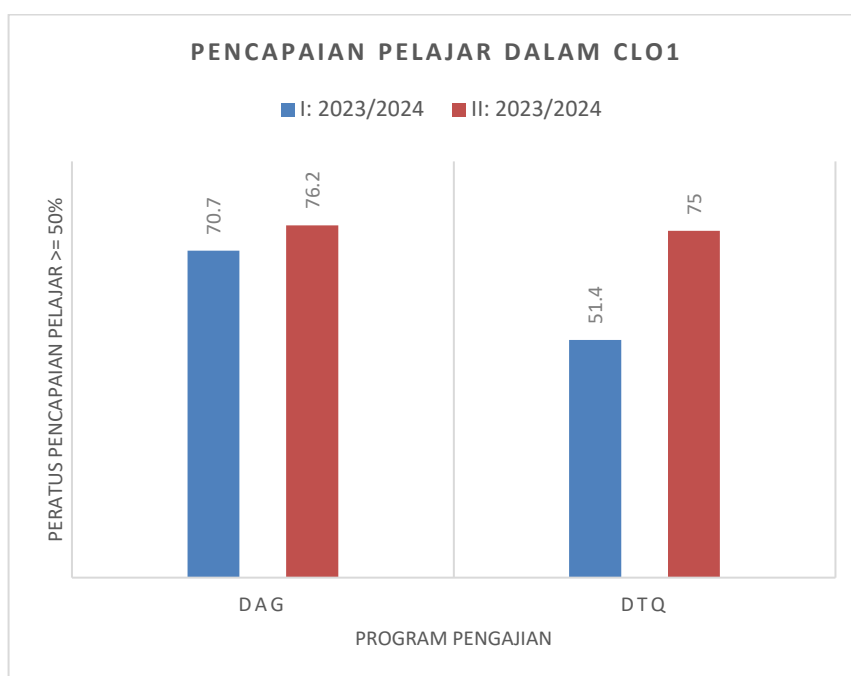
Jadual 6: Skor Min Keseluruhan bagi Sikap pelajar terhadap pembelajaran kursus Kimia Pertanian

Pembolehubah	Skor Min Keseluruhan
Sikap pelajar terhadap pembelajaran kursus Kimia Pertanian	4.212

C. Pencapaian Peperiksaan Pelajar dalam Kursus Kimia Pertanian

Analisis Pencapaian Pelajar dalam CLO1

Rajah 1 menunjukkan perbandingan pencapaian pelajar dalam hasil pembelajaran kursus 1 (CLO1) bagi Sesi I: 2023/2024 dan Sesi II: 2023/2024 untuk kedua-dua program Diploma iaitu Diploma Agroteknologi (DAG) dan Diploma Teknologi Akuakultur (DTQ).



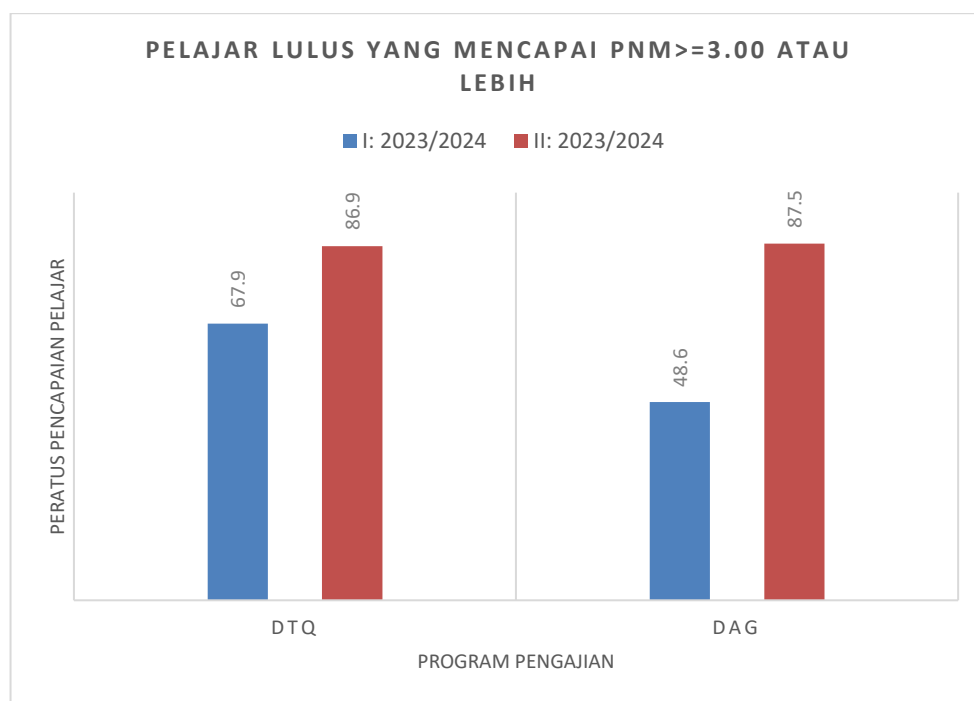
Rajah 1: Pencapaian Pelajar dalam CLO1 bagi Kursus Kimia Pertanian

Pada Sesi I: 2023/2024, peratus pencapaian pelajar $\geq 50\%$ bagi CLO1 untuk program Diploma Agroteknologi (DAG) telah mencapai sasaran minimum jabatan iaitu pencapaian sebanyak 70.7%. Walaubagaimanapun, bagi program Diploma Teknologi Akuakultur (DTQ), data menunjukkan peratus pencapaian pelajar $\geq 50\%$ bagi CLO1 tidak mencapai sasaran 70% iaitu pencapaian hanya sebanyak 51.4% sahaja.

Sehubungan dengan itu, program gerak gempur dalam talian telah dilaksanakan pada Sesi II: 2023/2024 kepada semua pelajar semester 1 yang mengambil kursus Kimia Pertanian untuk meningkatkan pencapaian mereka dalam CLO1. Rajah 1 menunjukkan peningkatan peratus pencapaian pelajar $\geq 50\%$ bagi CLO1 untuk program Diploma Agroteknologi (DAG) iaitu sebanyak 5.5% selepas menjalani program ini pada Sesi II: 2023/2024. Manakala peningkatan yang signifikan dapat dilihat pada pelajar program Diploma Teknologi Akuakultur (DTQ) iaitu peningkatan sebanyak 23.6% dengan pencapaian pada Sesi II: 2023/2024 adalah sebanyak 75% dan seterusnya mencapai sasaran minimum jabatan iaitu 70%.

Analisis Pencapaian Pelajar Lulus yang Mencapai Purata Nilai Mata (PNM) ≥ 3.00

Rajah 2 dibawah menunjukkan pencapaian pelajar lulus yang mencapai purata nilai mata (PNM) lebih besar dan sama dengan 3.00 atau lebih bagi kedua-dua program pengajian bagi perbandingan Sesi I: 2023/2024 dan Sesi II: 2023/2024.



Rajah 2: Pencapaian Pelajar Lulus yang Mencapai PNM ≥ 3.00 atau Lebih

Berdasarkan Rajah 2 berikut, pencapaian pelajar lulus mencapai PNM ≥ 3.00 atau lebih telah meningkat sebanyak 19% pada Sesi II:2023/2024 bagi program Diploma Agroteknologi (DAG) dan 38% bagi program Diploma Teknologi Akuakultur (DTQ).

Peningkatan pencapaian yang signifikan bagi kedua-dua aspek iaitu peratus pencapaian pelajar $\geq 50\%$ bagi CLO1 dan pencapaian pelajar lulus mencapai PNM ≥ 3.00 atau lebih ini menunjukkan bahawa pelaksanaan gerak gempur dalam talian bagi kursus Kimia Pertanian memberi kesan dalam peningkatan pemahaman dan penguasaan pelajar terhadap kursus ini.

Sesi perbincangan dan soalan-soalan yang diberikan kepada pelajar semasa program ini berlangsung mampu mencungkil pengetahuan dan mengukuhkan pemahaman mereka terhadap kursus ini. Teknik menjawab soalan mampu menggalakkan interkasi dua hala antara pelajar dan juga pensyarah dengan lebih berkesan dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Rahman, 2010).

Perbincangan

Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk mengkaji keberkesanan gerak gempur dalam talian terhadap peningkatan penglibatan, sikap pelajar dan pencapaian peperiksaan pelajar dalam mempelajari kursus Kimia Pertanian. Berdasarkan analisis data seperti di atas, secara keseluruhannya jelas dapat dilihat bahawa penglibatan, sikap dan pencapaian peperiksaan pelajar adalah berada di tahap yang tinggi. Hal ini demikian kerana semasa sesi program gerak gempur dalam talian dijalankan, sesi perbincangan berkumpulan telah dilaksanakan. Sesi perbincangan berkumpulan membantu pelajar memahami sesuatu perkara dengan lebih jelas dan membantu pensyarah mengenal pasti tahap pemahaman pelajar (Fadzli, 2004).

Sehubungan dengan itu, jelaslah menunjukkan bahawa pelajar semester 1 Sesi II:2023/2024 yang mengambil program DAG dan DTQ di Politeknik Sandakan Sabah bersetuju bahawa pelaksanaan program gerak gempur dalam talian adalah satu medium yang baik sebagai persediaan menghadapi Peperiksaan Akhir. Pelaksanaan program dengan kaedah dalam talian juga mempengaruhi penglibatan pelajar dalam pembelajaran kursus ini.

Latihan menjawab koleksi soalan peperiksaan akhir sesi terdahulu di bawah bimbingan pensyarah kursus atau dinamakan sebagai gerak gempur ini dapat menyumbang kepada pencapaian pelajar dalam menghadapi Peperiksaan Akhir khususnya, dibuktikan dengan peningkatan pencapaian CLO1 dan juga analisis PNM ≥ 3.00 yang meningkat berbanding sesi sebelumnya. Dalam sesi pengajaran dan pembelajaran, teknik menjawab soalan mampu menggalakkan interaksi pensyarah dan pelajar secara berkesan (Rahman, 2010).

Kajian ini mempunyai beberapa limitasi. Pertama, masa yang diperuntukkan adalah terhadap Pelaksanaan gerak gempur adalah pada minggu terakhir PdP iaitu minggu ke-14 sebelum pelajar memasuki minggu ulangkaji dan menduduki peperiksaan akhir. Seterusnya, kajian ini hanya dilaksanakan di PSS sahaja. Kajian masa hadapan dicadangkan agar pelaksanaan gerak gempur kursus Kimia Pertanian dapat dijalankan bermula lebih awal dan melibatkan politeknik lain yang menawarkan kursus yang sama kepada pelajar.

Kesimpulan

Melalui kajian ini dapatlah disimpulkan bahawa program gerak gempur ini wajar diadakan kerana memberi impak positif terhadap penglibatan dan sikap pelajar terhadap kursus Kimia Pertanian, sekaligus menyumbang kepada peningkatan pencapaian dalam CLO1 dan PNM ≥ 3.00 . Pelaksanaan program ini perlu dijalankan dan diteruskan pada semester hadapan agar peningkatan terhadap pencapaian hasil pembelajaran kursus 1 (CLO1) dan pencapaian pelajar lulus mencapai PNM ≥ 3.00 atau lebih dapat terus ditingkatkan dari semasa ke semasa. Pelaksanaan program ini juga perlu dipergiatkan lagi kepada kursus-kursus lain yang ditawarkan di Politeknik Sandakan Sabah.

Rujukan

- Ahmad, J. (2002). Pemupukan budaya penyelidikan di kalangan guru di sekolah: Satu penilaian. *Tesis Ph.D. Fakulti Pendidikan. Universiti Kebangsaan Malaysia.*
- Akinbadewa, B. (2020). The Effectiveness of Multimedia Instructional Learning Packages in

- Enhancing Secondary School Students' Attitude toward Biology. *International Journal on Studies in Education*., Volume 2, Issues 2.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying The Rasch Model Fundamental Measurement in the Human Sciences*. (Routledge & T. & F. Group, Eds.) (Third Edit). New York & London.
- Chzin, D. T. J., & Surat, S. (2021). Sorotan Literatur Bersistematik : Faktor-Faktor Mempengaruhi Pencapaian Akademik Pelajar. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 137-157.
- Ellis, R. S. (2008). *Educational Psychology: A Problem Approach*. Van Nostrand .
- Fadzli, Y. A. (2004). Mengurus Kerja Berpasukan, Pahang, *PTS Publication & Distributors*.
- Fung, J. Y. (2014). Self-Regulation in Learning Mathematics Online: Implication for Supporting Mathematically Gifted Students with or without Learning Difficulties. *Gifted and Talented International*, 29(1-2), 113-123.
- Husin, C. G. (2024). Kajian Keperluan Nota Ringkas, Soalan dan Skema Jawapan Ulangkaji Pelajar DPM Laman Sesawang iQuestionsPKB: Satu Kajian Kes PKB. *DIGEST JMSK*.
- Morgan, K. (2012). Sample Size Determination Using Krejcie and Morgan Table. *Kenya: Kenya Projects Organization (KENPRO)*.
- Rahim, F. M. (2022). Penglibatan Pelajar Pintar dan Berbakat dalam Pembelajaran Matematik Atas Talian terhadap Pencapaian Matematik. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*.
- Rahman, M. M. (2010). Teaching Oral Communication Skills: A Task-based Approach. *ESP World*, Issue 1 (27), Volume 9.
- Yadin, N. S. (2019). Keberkesanan Penggunaan Modul Questions and Answers for Agricultural Chemistry dalam Proses Pengajaran dan Pembelajaran. *Borneo National Conference*.
- Yayat Suharyat, M. (2009). Hubungan Antara Sikap, Minat dan Perilaku Manusia.

POLITEKNIK SANDAKAN SABAH
EDUCATION HUB, BATU 10
JALAN SUNGAI BATANG
90000 SANDAKAN
SABAH

Tel : +6089-228351

Fax : +6089-228325

E-mel : pss.mypolycc.edu.my

E-PROSIDING FESTIVAL AGROMAKANAN DAN BIOTEKNOLOGI 2024 TEKNOLOGI PERTANIAN
BERTERASKAN MATLAMAT PEMBANGUNAN MAMPAN : 22-29 OGOS 2024 POLITEKNIK
SANDAKAN SABAH

e ISBN 978-629-99130-6-1



POLITEKNIK SANDAKAN SABAH
(online)