

Umpan protein baharu: Solusi mampan, kos efektif dan mesra alam untuk pengawalan lalat buah

(New protein bait: A sustainable, cost-effective and environmentally friendly solution for fruit fly control)

Suhana Yusof, Suhanna Ahmad, Mohd Hafiz Bahrom, Azlina Mansor, Shaiful Adzni Sharifudin, Suhana Safari, Farah Huda Sjaifni Suherman, Zulaikha Mazlan, Nor Dalila Nor Danial, Mohd. Nazarudin Anuar, Haryati Mansor, Muhammad Rusydi Sarifhudin dan Siti Ilyani Ariffin

Kata kunci: daya tarikan, lalat buah, mampan, mesra alam, umpan protein

Pengenalan

Lalat buah *Bactrocera* spp. merupakan perosak kuarantin utama tanaman hortikultur terutama buah-buahan dan sayuran berbuah. Serangannya boleh mengakibatkan kerosakan serius dan menjejaskan hasil pengeluaran serta kualiti tanaman. Tanpa kawalan, perosak ini boleh mengakibatkan 100% kerosakan pada buah di ladang dan merupakan halangan utama untuk pasaran eksport buah-buahan ke luar negara kerana berkaitan isu kuarantin (fitosanitasi). Lazimnya secara konvensional, pengurusan perosak lalat buah banyak bergantung kepada semburan racun kimia di mana insektisid diaplikasi secara semburan menyeluruh ke kanopi tanaman. Penggunaan yang berlebihan dan tanpa kawalan boleh meningkatkan kos input racun, kerintangan terhadap perosak sasaran dan kesan negatif kepada alam sekitar dan kesihatan pengguna. Oleh itu, salah satu kaedah pengawalan yang terbukti berkesan dan mesra alam adalah dengan menggunakan umpan protein.

Umpan protein dalam pengurusan lalat buah merujuk kepada bahan yang digunakan untuk menarik lalat buah dengan menyediakan sumber makanan yang diperlukan untuk pembiakan atau pengambilan nutrien. Lalat buah, terutamanya daripada famili Tephritidae, cenderung tertarik kepada sumber protein yang digunakan untuk penghasilan telur dan keperluan metabolik. Lazimnya ia merupakan campuran bahan yang mengandungi sumber protein terlarut (termasuk yis, asid amino atau gula *molasses*) yang diformulasikan untuk menarik lalat buah melalui deria bau dan rasa. Penggunaan umpan protein dalam pengurusan lalat buah adalah salah satu strategi kawalan yang mesra alam dan kos efektif yang sesuai diaplikasikan melalui kaedah semburan tompok (*spot spray*) atau perangkap bertumpu (*attract-and-kill*). Pendekatan ini menyumbang kepada kaedah pengurusan lalat buah yang lebih berfokus, efisien dan lestari.

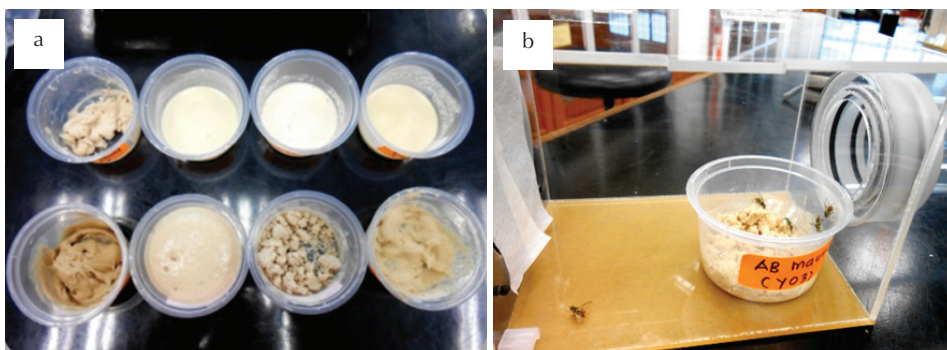
Penggunaan umpan protein telah dikenal pasti berkesan dalam mengawal lalat buah dan mempunyai permintaan yang tinggi di pasaran. Ia juga mampu menarik dan mengumpan kedua-dua jantina lalat buah kerana ia merupakan umpan berasaskan sumber makanan yang diperlukan oleh perosak ini. Walau bagaimanapun, sejak beberapa tahun kebelakangan ini produk komersial amat sukar

diperoleh di pasaran disebabkan kekurangan pengeluaran yang mampu bertahan atas faktor bekalan bahan mentah utama (protein yis) yang terhad dan sukar diperoleh untuk penghasilan produk. Kebiasaannya, produk komersial yang ada di pasaran sebelum ini menggunakan sumber bahan mentah daripada bahan buangan *brewery* (industri pembuatan minuman alkohol). Namun, memandangkan Malaysia bukan negara pengeluaran *brewery* secara besar-besaran, adalah agak sukar dan terhad untuk mendapatkan bekalan secara konsisten.

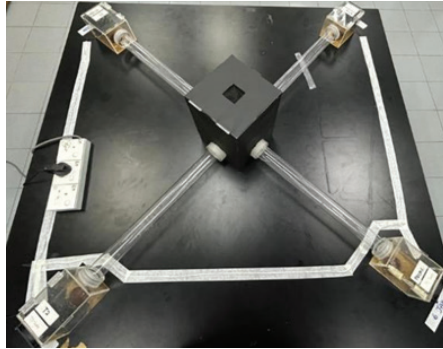
Justeru, objektif utama kajian ini dilaksanakan adalah untuk menghasilkan satu formulasi umpan protein baharu yang dijangka dapat memenuhi keperluan industri buah-buahan negara dalam menambah baik teknologi pengumpanan untuk pengawalan lalat buah. Selain keberkesannya di lapangan, teknologi ini juga menitik beratkan kos pengeluaran yang efektif dan penggunaan sumber bahan mentah alternatif yang lebih mudah diperoleh dan tidak bergantung kepada industri lain (produk komersial sedia ada bergantung kepada bahan buangan industri *brewery*).

Pengenalpastian sumber protein yis alternatif berpotensi

Pembangunan formulasi umpan protein baharu memerlukan maklumat pengenalpastian sumber protein yis berpotensi untuk dipilih sebagai bahan utama dalam penghasilan umpan protein baharu. Hasil pensampelan berjaya mengumpul pelbagai jenis yis roti komersial daripada kumpulan *Saccharomyces cerevisiae* yang mudah diperoleh di pasaran. Bagi menentukan yis yang paling berpotensi untuk digunakan dalam formulasi umpan protein baharu, uji kaji daya tarikan dan pemilihan makanan (yis roti) ke atas lalat buah telah dijalankan secara *in vitro* di makmal (*Gambar 1*). Uji kaji ini telah dijalankan menggunakan olfaktometer empat lengan (*4-arm olfactometer*) (*Gambar 2*). Yis yang menunjukkan kadar daya tarikan terhadap lalat buah tertinggi dengan nilai pH yang menepati keperluan lalat buah (julat pH antara 5.0 – 8.0) akan dipilih untuk bancuhan formulasi umpan protein baharu. *Jadual 1* menunjukkan dua jenis yis (Yis A dan Yis B) yang memenuhi kriteria pemilihan dan telah dipilih sebagai sumber protein utama dalam penyediaan formulasi umpan baharu.



Gambar 1. Yis komersial untuk penghasilan formulasi. (a) Pelbagai jenis yis komersial yang dikumpul dan (b) Uji kaji daya tarikan makanan (yis) oleh lalat buah



Gambar 2. Olfaktometer empat lengan untuk uji kaji daya tarikan lalat buah

Jadual 1. Purata daya tarikan (bilangan lalat buah) dan nilai pH bagi yis roti berbeza

Jenis yis	Min tarikan	Min nilai pH
Yis A	12.0 ± 5.8 ^{a*}	4.60 ± 0.11
Yis B	11.0 ± 7.8 ^a	4.80 ± 0.04
Yis C	6.0 ± 5.7 ^b	3.90 ± 0.07
Yis D	3.0 ± 5.5 ^c	4.70 ± 0.01

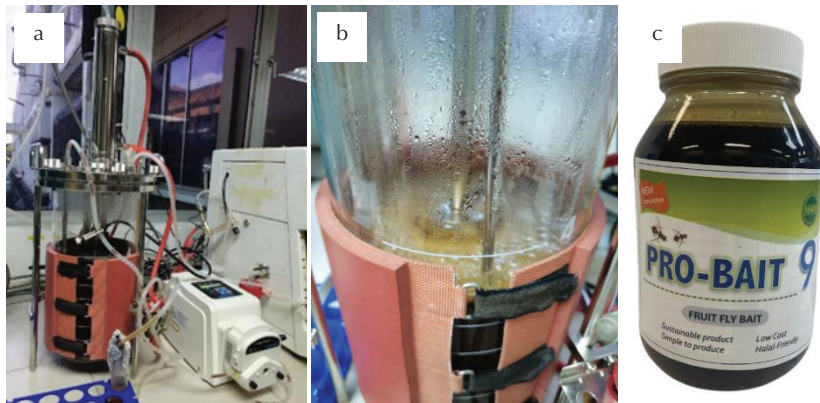
*Nilai purata dengan abjad yang berbeza dalam setiap lajur tidak menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$)

Penghasilan formulasi umpan protein baharu

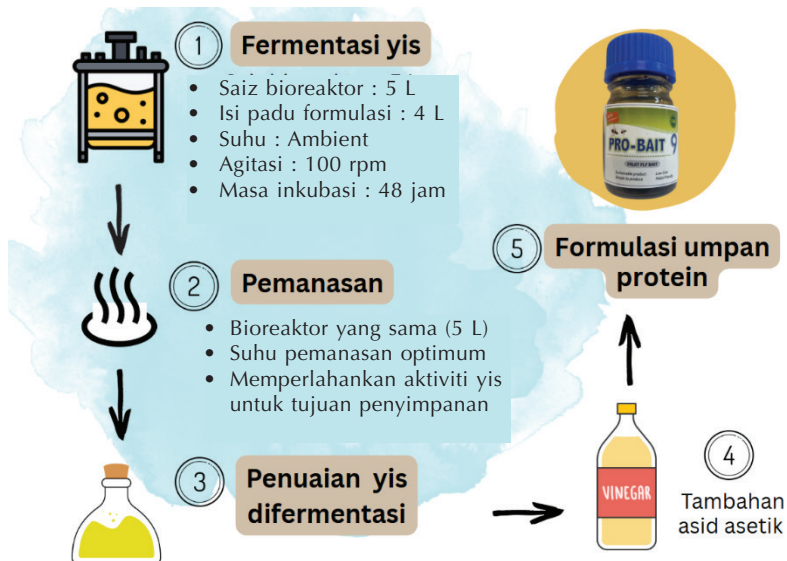
Formulasi umpan protein baharu dibangunkan dengan menggunakan bahan utama seperti *Saccharomyces cerevisiae* (yis ragi), gula *molasses*, asid asetik dan air. Proses penyediaan formulasi skala makmal adalah seperti yang berikut:

- 1) Yis kering akan diaktifkan semula melalui penghidratan dengan air dan gula *molasses* yang membekalkan tenaga untuk memulakan aktiviti metabolik dan fermentasi.
- 2) Proses fermentasi akan dijalankan menggunakan bioreaktor berkapasiti 5 L [Gambar 3 (a – b)], bagi memastikan kawalan parameter seperti suhu, pH dan pengudaraan yang optimum.
- 3) Selepas tamat proses fermentasi, campuran formulasi akan digaul secara berterusan (agitasi) dan dipanaskan pada suhu dan tempoh optimum dalam bioreaktor yang sama.
- 4) Kaedah ini bertujuan merencatkan aktiviti yis selepas fermentasi bagi menstabilkan formulasi dan memanjangkan jangka hayat semasa penyimpanan.
- 5) Formulasi bancuhan perlu dikekalkan dalam julat pH tertentu, selaras dengan keperluan fisiologi dan biologi lalat buah daripada famili Tephritidae.

- 6) Proses fermentasi dan pemanasan perlahan dijalankan bagi menghasilkan sebatian meruap (*volatile compounds*) yang berpotensi bertindak sebagai kairomon (isyarat kimia) yang dapat menarik lalat buah secara selektif.
- 7) Formulasi umpan protein yang siap dipanaskan dicampurkan dengan larutan asid asetik sebelum proses penyimpanan dan pembungkusan.
- 8) Formulasi akhir disimpan dalam bekas bersesuaian untuk memastikan kestabilan produk sebelum aplikasi terhadap perosak sasaran [Gambar 3 (c)].
- 9) Proses penghasilan umpan protein baharu di peringkat skala makmal diringkaskan seperti diagram dalam Gambar rajah 1.



Gambar 3. Proses penghasilan umpan protein skala makmal. (a) dan (b) Proses fermentasi menggunakan bioreaktor 5 L dan (c) Hasil formulasi umpan protein baharu



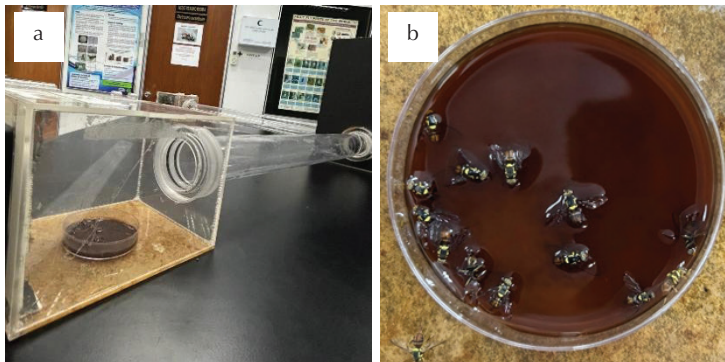
Gambar rajah 1. Proses penghasilan umpan protein baharu skala makmal

Kajian keberkesanan dan daya tarikan formulasi umpan protein baharu di makmal

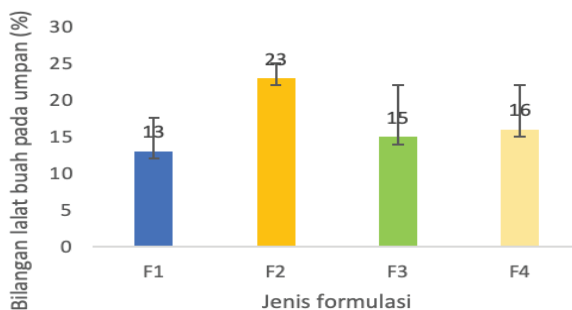
Uji kaji di peringkat makmal telah dijalankan menggunakan olfaktometer empat lengan (*4-arm olfactometer*) (*Gambar 4*). Dua fasa uji kaji telah dijalankan iaitu bioesei pemilihan formulasi paling berpotensi dan bioesei perbandingan keberkesanan terhadap produk komersial bagi penentuan dan pengukuhan data keberkesanan serta daya tarikan formulasi umpan protein yang dibangunkan.

Bioesei 1: Pemilihan formulasi paling berpotensi

Sebanyak empat bancuhan formulasi paling berpotensi telah dipilih untuk uji kaji berdasarkan dan hasil pemerhatian mendapati kesemua umpan protein berjaya menarik kedua-dua jantina lalat buah. Secara keseluruhan, hasil kajian menunjukkan bahawa formulasi umpan protein F2 mempunyai daya tarikan tertinggi secara signifikan iaitu sebanyak 23 ± 2.1 ke atas lalat buah berbanding dengan tiga formulasi umpan protein yang lain (F1, F3 dan F4) (*Rajah 1*). Oleh itu, Formulasi F2 dipilih untuk uji kaji lanjutan iaitu bioesei ujian perbandingan keberkesanan antara umpan baharu dan komersial.



Gambar 4. Uji kaji bioesei keberkesanan umpan protein di makmal. (a) Corong (lengan) olfaktometer untuk laluan lalat buah ke arah umpan dan (b) Lalat buah yang tertarik dan terperangkap ke dalam umpan protein



Rajah 1. Min peratusan daya tarikan umpan protein baharu terhadap lalat buah pada persekitaran makmal

Bioesei 2: Perbandingan keberkesanan terhadap produk komersial

Berdasarkan data bioesei 1, formulasi F2 dipilih berdasarkan daya tarikan tertinggi untuk diuji bersama dengan umpan protein komersial dan sampel kawalan (air) di persekitaran makmal menggunakan olfaktometer empat lengan. Nilai pH formulasi F2 menunjukkan bacaan optimum ($\text{pH } 5.00 \pm 0.03$) untuk menarik lalat buah, berbanding dengan umpan protein komersial yang mempunyai pH lebih berasid ($\text{pH } 3.6$). Secara keseluruhan, hasil kajian menunjukkan formulasi F2 mempunyai daya tarikan lebih tinggi secara signifikan terhadap lalat buah berbanding dengan umpan komersial dan kawalan. Kedua-dua umpan juga berjaya menarik jantina lalat secara efektif (*Jadual 2*).

Keberkesanan dan aplikasi formulasi umpan protein baharu di lapangan

Kajian verifikasi keberkesanan dan daya tarikan formulasi umpan protein baharu di lapangan dijalankan menggunakan dua pendekatan utama, iaitu semburan tompok (*spot spray*) dan pemasangan perangkap tertutup (*enclosed trap*). Kajian ini bertujuan menilai keupayaan umpan dalam menarik perosak sasaran di lapangan sebenar. Umpan protein terbukti mampu menarik lalat buah dalam julat jarak 10 – 20 m. Untuk tujuan pemusnahan lalat buah, umpan protein biasanya dirumus dengan penambahan racun serangga pada kadar yang sangat minimum atau digunakan secara kombinasi dengan kaedah fizikal (perangkap).

Aplikasi semburan tompok

Uji kaji keberkesanan umpan protein baharu secara aplikasi semburan tompok (*spot spray*) telah dijalankan secara intensif di plot belimbing MARDI Kluang (*Gambar 5*). Kaedah ini hanya memerlukan semburan pada kira-kira 10% kawasan kanopi pokok, berbanding dengan semburan menyeluruh (*covered spray*) secara konvensional, sekali gus mengurangkan penggunaan racun serangga dan pencemaran alam sekitar. Insektisid dalam formulasi digunakan pada kepekatan minimum (0.01 – 0.02%) dan bertindak sebagai racun dalam abdomen lalat buah apabila bahan aktif diserap selepas pengambilan umpan yang akhirnya menyebabkan kematian perosak tersebut.

Hasil kajian menunjukkan tiada perbezaan signifikan antara formulasi umpan protein baharu (F2) dan umpan komersial dari segi daya tarikan dan keberkesanan di lapangan (*Jadual 3*). Penemuan ini mengesahkan bahawa formulasi baharu yang dibangunkan mempunyai keberkesanan setanding dengan produk komersial dan berpotensi digunakan dalam strategi kawalan lalat buah di lapangan.

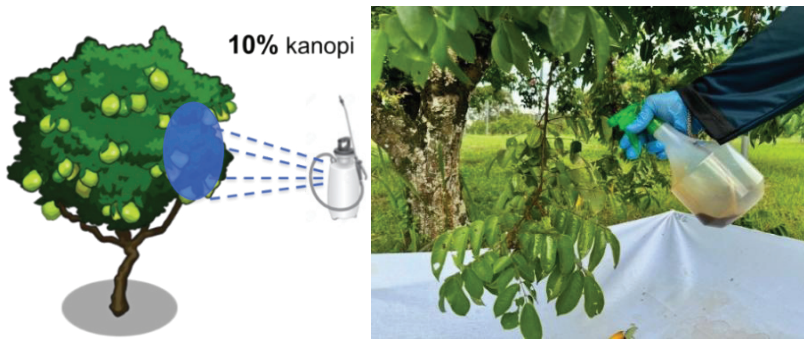
Aplikasi perangkap tertutup (Modified McPhail)

Ujian perbandingan keberkesanan antara formulasi umpan protein baharu dan komersial juga dijalankan di plot tanaman belimbing MARDI Serdang menggunakan perangkap tertutup sebagai kaedah penilaian di lapangan. Perangkap yang digunakan adalah perangkap McPhail yang telah dimodifikasi mengikut keperluan kajian seperti dalam *Gambar 6*.

Jadual 2. Purata daya tarikan umpan protein dan nilai pH formulasi bagi kedua-dua jantina lalat buah *Bactrocera* sp. di makmal

Rawatan	pH	Purata daya tarikan		
		Jantan	Betina	Jumlah
Umpan F2	5.00 ± 0.03	5.0 ± 2.4 ^{a*}	5.0 ± 1.3 ^a	10.0 ± 3.2 ^a
Umpan komersial	3.60 ± 0.02	3.0 ± 1.2 ^b	2.0 ± 1.6 ^b	5.0 ± 1.2 ^b
Kawalan (air)	7.00 ± 0.00	4.0 ± 1.2 ^b	1.0 ± 1.3 ^b	2.0 ± 1.9 ^c

*Nilai purata dengan abjad yang berbeza dalam setiap lajur tidak menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$)



Gambar 5. Aplikasi pengumpanan secara semburan tompok pada 10% kanopi tanaman

Jadual 3. Purata daya tarikan umpan protein ke atas kedua-dua jantina lalat buah *Bactrocera* spp. di plot belimbing MARDI Kluang

Rawatan	Purata daya tarikan		
	Jantan	Betina	Jumlah
Umpan baharu F2	3.6 ± 5.8 ^{a*}	5.3 ± 8.1 ^a	8.8 ± 13.2 ^a
Komersial	2.2 ± 2.91 ^a	4.4 ± 6.8 ^a	6.6 ± 9.2 ^a

*Nilai purata dengan abjad yang berbeza dalam setiap lajur tidak menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$)



Gambar 6. Aplikasi pengumpanan secara perangkap tertutup (perangkap McPhail dimodifikasi)

Secara keseluruhan, daya tarikan dan keberkesanan umpan protein menunjukkan perbezaan signifikan antara formulasi baharu dan komersial bermula daripada ulangan pensampelan kedua (P2) dan ketiga (P3) di lapangan (*Rajah 2*). Penemuan ini membuktikan formulasi baharu memiliki daya tarikan setara dengan umpan komersial, menunjukkan potensi tinggi untuk digunakan dalam strategi kawalan lalat buah di lapangan. Selain itu, penggunaan racun pada kadar sangat minimum atau tanpa racun kimia, serta aplikasi melalui perangkap tertutup, memudahkan pemantauan, mengurangkan pendedahan bahan kimia kepada petani dan menjadikan kaedah ini lebih mesra alam serta sesuai untuk sistem pertanian organik berbanding dengan semburan tempok.

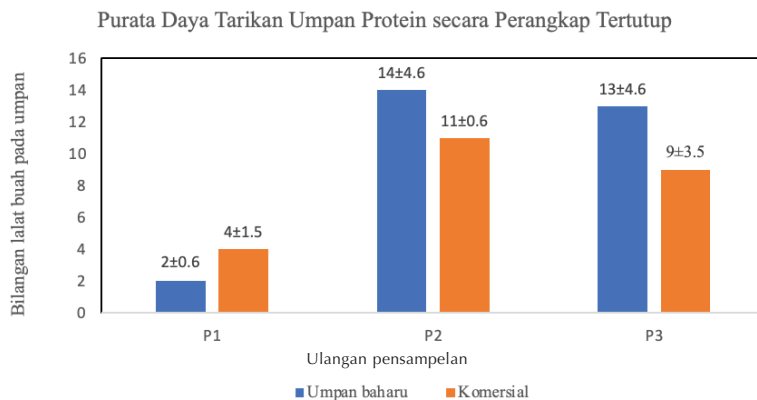
Kajian penentuan jangka hayat umpan protein baharu

Kajian penentuan jangka hayat formulasi umpan protein baharu telah dijalankan berdasarkan kaedah penilaian utama iaitu:

- 1) Penilaian tahap daya tarikan lalat buah pada tempoh penyimpanan berbeza
- 2) Kehadiran mikrob kontaminan dalam formulasi

Penilaian tahap daya tarikan terhadap lalat buah pada tempoh penyimpanan berbeza

Jangka hayat umpan protein baharu ditentukan melalui uji kaji makmal berdasarkan keupayaan formulasi untuk menarik lalat buah pada pelbagai umur formulasi, bermula dari 1 minggu hingga 1 tahun selepas penghasilan. *Jadual 4* menunjukkan tiada perbezaan signifikan dalam daya tarikan umpan terhadap lalat buah antara kesemua umur formulasi, kecuali purata daya tarikan individu jantan pada formulasi 1 tahun. Namun, secara keseluruhan, kajian ini membuktikan bahawa jangka hayat umpan protein baharu mampu bertahan melebihi 1 tahun selepas penghasilan.



Rajah 2. Purata daya tarikan umpan protein baharu menggunakan perangkap tertutup (Perangkap McPhail dimodifikasi)

Kehadiran mikroorganisma kontaminan dalam formulasi umpan protein

Penilaian jangka hayat formulasi turut dinilai melalui ujian pengesanan kehadiran mikroorganisma asing dalam formulasi umpan protein. Dua kaedah telah digunakan, iaitu (i) isolasi dan penyebaran sampel pada medium pertumbuhan (medium kultur) terpilih, serta (ii) pemerhatian mikroskopik terhadap larutan formulasi. Keputusan daripada kedua-dua kaedah analisis menunjukkan tiada kehadiran mikroorganisma kontaminan dikesan dalam formulasi umpan protein baharu sepanjang tempoh penyimpanan, bermula dari minggu pertama sehingga 12 bulan selepas penghasilan (*Jadual 5*).

Jadual 4. Daya tarikan umpan protein baharu terhadap lalat buah pada umur formulasi berbeza

Umur formulasi	Purata daya tarikan		
	Jantan	Betina	Jumlah
1 minggu	1.10 ± 1.08 ^{ab}	1.10 ± 1.16 ^a	2.20 ± 2.09 ^a
1 bulan	1.60 ± 1.56 ^{ab}	2.50 ± 3.40 ^a	4.10 ± 4.76 ^a
6 bulan	1.00 ± 1.86 ^a	1.70 ± 3.39 ^a	2.70 ± 5.14 ^a
1 tahun	0.50 ± 0.67 ^b	0.90 ± 1.02 ^a	1.40 ± 1.62 ^a

Nilai purata dengan abjad yang berbeza dalam setiap lajur tidak menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$)

Jadual 5. Kehadiran mikroorganisma kontaminan mengikut masa penyimpanan berbeza pada formulasi umpan protein

Umur formulasi	Kehadiran mikroorganisma kontaminan			
	Kulat	Yis	Bakteria	Catatan
1 minggu	Tiada	Tiada	Tiada	Bersih, tiada pertumbuhan
1 bulan	Tiada	Tiada	Tiada	Bersih, tiada pertumbuhan
6 bulan	Tiada	Tiada	Tiada	Bersih, tiada pertumbuhan
1 tahun	Tiada	Tiada	Tiada	Bersih, tiada pertumbuhan

Nota: Pemerhatian berdasarkan pertumbuhan mikrob, bau, perubahan warna atau lendiran

Penilaian ekonomi formulasi umpan protein baharu

1) Analisis aliran tunai didiskaun (DCF)

Ringkasan penilaian ekonomi menggunakan kaedah analisis aliran tunai didiskaun (DCF) bagi penggunaan formulasi umpan protein baharu seperti dalam *Jadual 6*.

2) Analisis belanjawan separa penggunaan umpan protein baharu dan pengurusan lalat buah konvensional (racun serangga 100%) bagi penanaman belimbing

Analisis belanjawan separa bagi penanaman belimbing (ladang model untuk uji kaji umpan) dengan penggunaan umpan protein baharu sebagai kaedah kawalan lalat buah, berbanding dengan

pendekatan pengurusan perosak konvensional yang melibatkan penggunaan insektisid secara menyeluruh, menunjukkan keberkesanan yang lebih tinggi dalam aspek ekonomi. Kaedah umpan protein baharu ini dapat mengurangkan kos penggunaan racun perosak sebanyak RM116.61 per hektar setahun, menjadikannya pilihan yang lebih berdaya maju dari segi kos, di samping memastikan kawalan perosak yang lebih mesra alam dan lestari.

Jadual 6. Anggaran kiraan kos penghasilan umpan protein baharu

Kapasiti pengeluaran (unit/tahun)	168,000.00	
Harga min./unit	RM20.84	
Kos bahan mentah/unit	4.70	Berdasarkan andaian pengeluaran: Harga kos pengeluaran : RM14.89 per unit Harga min disyorkan = RM20.84 per unit Indikator daya maju projek menunjukkan nilai positif iaitu:
Kos langsung lain/unit	2.40	
Kos luar jangka/unit	0.54	
Kos berubah/unit	RM7.64	
Kos tetap/unit	RM7.24	
Kos pengeluaran/unit	RM14.89	
Margin sumbangan	RM13.20	<ul style="list-style-type: none"> • Nilai Kini Bersih (NPV): RM7,440,095 • Kadar Pulangan Dalaman (IRR): 86% • Tempoh Pulang Modal (PBP) yang singkat iaitu 0.18 tahun • Nisbah Faedah Kos (BCR) = RM1.61
Margin sumbangan (%)	40%	
Kadar Pulangan Dalaman (IRR)	86%	
Pulangan Pelaburan (ROI)	39%	
Tempoh Pulang Modal (PBP)	0.81	
Nisbah Faedah Kos (BCR)	RM1.61	
Purata kos tetap/Tahun	RM415,313.21	Ini bermaksud setiap RM1 yang dilaburkan mendapat pulangan sebanyak 39%
Nilai Kini Bersih (NPV)	RM7,440,095	
Titik Pulang Modal/Tahun (unit)	31,470	
Titik Pulang Modal NPV/Tahun (NPV = 0)		

Kesimpulan

Formulasi umpan protein baharu berpotensi sebagai produk alternatif yang efektif dan berdaya saing dalam industri kawalan lalat buah. Penggunaan bahan mentah yang mudah diperolehi, kos rendah dan mudah diformulasi memberikan kelebihan signifikan kepada formulasi ini sebagai produk alternatif yang mampan serta berdaya saing dengan umpan protein komersial. Tanpa kebergantungan terhadap input daripada industri lain, isu kekangan bahan mentah dijangka dapat diatasi sekali gus meningkatkan kebolehpercayaan rantaian bekalan dan kelangsungan pengeluaran produk di pasaran. Selain itu, penggunaan racun kimia yang sangat minimum menjadikan kaedah ini lebih mesra alam dan mesra petani di samping menawarkan solusi kawalan perosak yang lebih efektif kos berbanding dengan pendekatan secara konvensional.

Penghargaan

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada seluruh pasukan penyelidik, khususnya staf-staf dari Program Pengurusan Perosak dan Penyakit (HR3), Pusat Penyelidikan Hortikultur, MARDI serta pusat-pusat penyelidikan lain yang terlibat, atas segala bentuk penglibatan dan komitmen, sama ada secara langsung mahupun tidak langsung, dalam pelaksanaan kajian ini.

Bibliografi

- Barry, J. D., Miller, N. W., Pinero, J. C., Tuttle, A., Mau, R. F. L., & Vargas, R. I., (2006). Effectiveness of protein baits on melon fly and oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae): Attraction and feeding. *Journal of Economic Entomology*, 99, 1161–1167.
- Epsky, N. D., Kendra, P. E., & Schnell, E. Q. (2014). History and development of food-based attractants. Dalam: *Trapping and the detection, control, and regulation of Tephritid Fruit Flies*. (Shelly, T., Epsky, N., Jang, E.B., Reyes-Flores, J., Vargas, R., Eds.) Springer: Dordrecht, The Netherlands, m.s. 75–118.
- Piñero, J. C., Mau, R. F., & Vargas, R. I. (2011). A comparative assessment of the response of three fruit fly species (Diptera: Tephritidae) to a spinosad-based bait: effect of ammonium acetate, female age and protein hunger. *Bull Entomol. Res.*, 101(4), 373–381.
- Reynolds, O. L., Osborne, T. J., & Barchia, I. (2017). Efficacy of chemicals for the potential management of the Queensland Fruit Fly *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae). *Insects*, 9, 8(2), 49.
- Wang, X. L., & Zhang, R. J. (2019). Comparison on morphology, biology, and ecology of fruit flies, *Bactrocera (Tetradacus) minax* (Enderlein), *Bactrocera (Bactrocera) dorsalis* (Hendel) and *Bactrocera (Zeugodacus) cucurbitae* Coquillett. *Ecological Science*, 28(5), 471–476.

Ringkasan

Umpan protein terbukti berkesan dalam kawalan lalat buah dan sentiasa mendapat permintaan tinggi kerana mampu menarik kedua-dua jantina lalat melalui kandungan nutrien dan sebatian semula jadi. Namun, produk komersial semakin sukar diperolehi akibat kekangan bekalan bahan mentah, terutama daripada sisa industri *brewery* yang menjejaskan pengeluaran dan daya saing. Oleh itu, kajian ini bertujuan membangunkan formulasi umpan protein baharu yang mampan, kos rendah, mesra alam dan menggunakan bahan mentah alternatif yang mudah diperolehi. Teknologi ini berpotensi meningkatkan keberkesanan kawalan lalat buah serta menyokong industri buah-buahan secara lestari.

Summary

Protein bait is an effective attractant for fruit fly control, attracting both sexes through nutrients and volatile compounds that mimic natural food. However, commercial supply is declining due to disruptions and dependence on brewery by-products. This research develops a sustainable, low-cost protein bait using alternative, locally available materials to enhance bait reliability and environmentally friendly, supporting more efficient and sustainable fruit pest management.

Pengarang

Suhana Yusof (Dr.)

Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: suhanalr@mardi.gov.my

Suhanna Ahmad, Ahmad Hafiz Baharom, Farah Huda Sjafni Suherman dan
Zulaikha Mazlan

Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Suhana Safari

Pusat Penyelidikan Sosio Ekonomi, Risikan Pasaran dan Agribisnes,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Azlina Mansor (Dr.) dan Shaiful Adzni Sharifudin (Dr.)

Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor