

Penilaian kaedah aplikasi biopestisid secara pecahan optimum bagi kawalan penyakit reput lembut serta prestasi pertumbuhan tanaman kubis

(Evaluation of optimal biopesticide application methods for soft rot disease control and growth performance of cabbage)

Azlan Azizi Muhamad Nor, Zafrul Arif Radhi, Muhammad Nawal Ramli, Ahmad Arif Ismail dan Nor Hidayah Mohd Dzani

Pengenalan

Tanaman kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) merupakan tanaman penting dan utama di kawasan beriklim sejuk di Malaysia. Cameron Highlands, Pahang, menyumbang kepada pengeluaran terbesar kubis bulat di Malaysia dengan kawasan bertanam seluas 3,278 hektar serta pengeluaran mencapai 82,591 tan metrik. Statistik menunjukkan pengeluaran tahunan kubis di kawasan tanah tinggi adalah sekitar 80,000 – 120,000 tan metrik dengan kira-kira 70,000 tan metrik daripadanya berasal dari Cameron Highlands. Namun demikian, serangan perosak dan penyakit menjadi faktor utama kemerosotan jumlah pengeluaran tanaman kubis di Malaysia. Penyakit reput lembut (*Gambar 1*) yang disebabkan oleh patogen *Erwinia carotovora* adalah salah satu ancaman serius yang menjejaskan hasil dan menyebabkan kerugian lebih 50% dalam serangan yang teruk.

Satu tinjauan yang telah dijalankan mendapati lebih 90% petani menggunakan bahan kimia sintetik bagi mengawal serangan perosak dan penyakit kubis di Cameron Highlands. Penggunaan meluas bahan kimia ini menimbulkan kesan buruk terhadap kesihatan manusia dan alam sekitar, di samping menyumbang kepada masalah hakisan tanah, pencemaran air dan peningkatan kerintangan perosak dan penyakit. Sebagai alternatif yang lebih lestari, pendekatan mesra alam melalui penggunaan agen biologi sebagai kawalan penyakit diyakini dapat mengatasi masalah ini. *Streptomyces* sp. adalah sejenis mikroorganisma bermanfaat yang telah meluas digunakan sebagai sumber metabolit sekunder untuk kegunaan perubatan seperti antibiotik, antikulat dan anthelmintik. Selain itu, ia juga dikenal pasti sebagai agen perangsang pertumbuhan tanaman (PGPR), pengurai organik yang baik serta agen kawalan biologi yang berpotensi.

Dalam kajian ini, mikroorganisma bermanfaat tempatan daripada kumpulan *Streptomyces* sp. telah dikenal pasti dan diformulasikan sebagai biopestisid diperkaya nutrien yang diperlukan oleh tanaman kubis. Penilaian pecahan aplikasi biopestisid telah dijalankan untuk memilih pecahan aplikasi yang optimum bagi kawalan penyakit reput lembut serta kesan prestasi pertumbuhan dan hasil yang tinggi. Inovasi ini merupakan pendekatan baru yang mesra alam, lebih efisien dan memudahkan pengurusan di lapangan.



Gambar 1. Simptom penyakit reput lembut kubis

Penghasilan formulasi biopestisid dan penilaian terhadap pecahan aplikasi

Dua mikroorganisma bermanfaat tempatan daripada kajian terdahulu iaitu *Streptomyces* S1 dan *Streptomyces* S12 telah dinilai melalui ujian *Dual culture* secara in vitro. Kedua-dua agen yang dipilih menunjukkan keupayaan untuk menghalang pertumbuhan patogen dalam piring Petri, namun *Streptomyces* S12 menunjukkan potensi yang lebih baik dan telah diformulasikan sebagai biopestisid. Penggunaan serta pemilihan agen kawalan biologi tempatan merupakan pendekatan yang diyakini kerana keupayaan penyesuaian dengan alam sekitar dan akan memberikan prestasi yang lebih baik. Oleh itu, *Streptomyces* S12 telah diformulasikan dengan unsur-unsur nutrien untuk membangunkan biopestisid dalam bentuk pepejal (tablet) yang kaya dengan nutrien (Gambar 2). Tiga sumber bahan organik yang menyediakan makronutrien nitrogen (N), fosforus (P) dan potasium (K) untuk pertumbuhan tanaman kubis telah dikenal pasti. *Blood and bone meal powder* telah digunakan sebagai sumber N, P dan Ca, *Colloidal Phosphate* sebagai sumber P serta ekstrak rumpai laut sebagai sumber K dan elemen surih lain. Formulasi ini telah dibangunkan dengan ciri-ciri penting seperti kestabilan, keberkesanan dan jangka hayat yang panjang.

Penilaian pecahan aplikasi formulasi berasaskan *Streptomyces* sp. ini dijalankan bagi mengenal pasti pecahan aplikasi yang optimum dan efisien untuk kawalan penyakit reput lembut serta membantu meningkatkan prestasi tanaman dan hasil pengeluaran kubis. Berdasarkan jumlah keperluan nutrien tanaman kubis, sebanyak 40 g formulasi per pokok untuk sepanjang tempoh penanaman telah dikenal pasti. Oleh yang demikian, kajian pecahan aplikasi dijalankan bagi penentusahan pecahan yang paling optimum terutamanya terhadap kawalan penyakit serta pertumbuhan tanaman kubis. Penilaian telah dijalankan di rumah kalis serangga MARDI Cameron Highlands dengan reka bentuk eksperimen *Complete Randomized Design* (CRD) dengan empat

replikasi (*Gambar 3*). Inokulasi penyakit menggunakan inokulum patogen, *Erwinia carotovora* dengan kepekatan 1×10^6 CFU/mL dilakukan dua bulan selepas penanaman kubis. Sebanyak 120 pokok kubis telah ditanam bagi tujuan ini. Enam pecahan aplikasi yang dinilai dalam kajian ini adalah seperti dalam *Jadual 1*. Pemerhatian dan pengumpulan data pertumbuhan tanaman dijalankan setiap dua minggu sepanjang kajian dijalankan.



Gambar 2. Biopestisid berasaskan mikroorganisma bermanfaat Streptomyces sp. yang diperkaya nutrien diformulasikan dalam bentuk tablet



Gambar 3. Penilaian pecahan aplikasi formulasi biopestisid di rumah kalis serangga

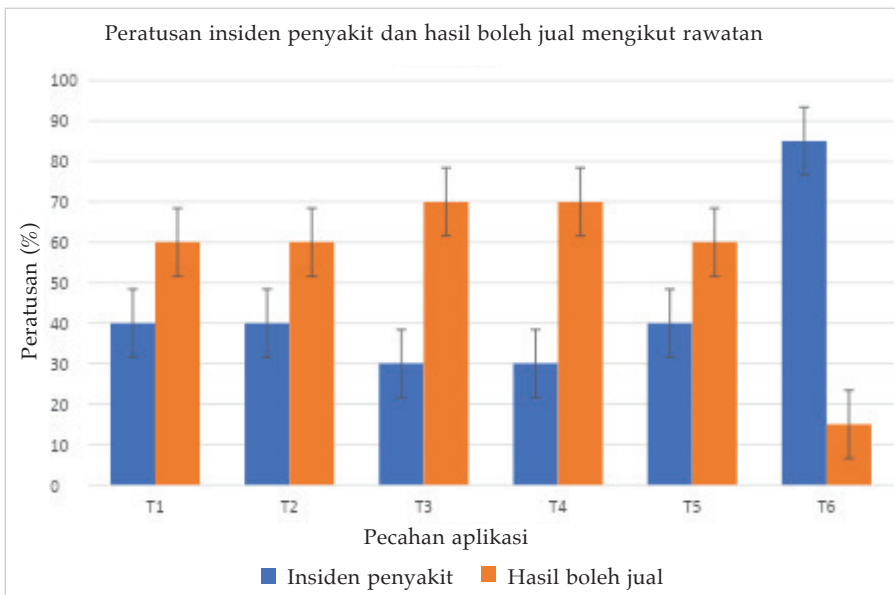
Jadual 1. Pecahan aplikasi yang dikaji bagi penilaian keberkesanan

Rawatan	Penerangan
T1	1 kali aplikasi (40 g/pokok)
T2	2 kali aplikasi (20 g/pokok + 20 g/pokok)
T3	3 kali aplikasi (13.33 g/pokok + 13.33 g/pokok + 13.33 g/pokok)
T4	4 kali aplikasi (10 g/pokok + 10 g/pokok + 10 g/pokok + 10 g/pokok)
T5	Biopestisid komersial
T6	Kawalan (tanpa rawatan)

Kesan pecahan aplikasi biopestisid terhadap kawalan penyakit reput lembut kubis

Dari aspek penilaian insiden penyakit, rawatan T3 (tiga kali aplikasi) dan T4 (empat kali aplikasi) memberikan bacaan insiden penyakit yang paling rendah dengan nilai 30% berbanding dengan 85% pada rawatan T6 (kawalan) dengan perbezaan keberkesanan pengurangan insiden penyakit sebanyak 64.7% (*Rajah 1*). Penemuan ini menunjukkan keberkesanan aplikasi rawatan yang lebih kerap dalam mengawal kemerebakan serangan penyakit, sekali gus mengurangkan insiden jangkitan yang berlaku pada tanaman. Peratusan kejadian penyakit yang rendah ini menunjukkan bahawa aplikasi rawatan secara berkala dan terancang dapat memperlahankan atau mencegah jangkitan, memberikan perlindungan yang lebih baik kepada tanaman dan meningkatkan kesihatan tanaman.

Selain itu, dari segi hasil tanaman yang boleh dipasarkan, T3 dan T4 juga memberikan hasil yang paling tinggi (*Rajah 2*). Terdapat peningkatan peratusan hasil sebanyak 78.6% diperhatikan berbanding dengan T6 (kawalan) yang tidak melibatkan sebarang aplikasi. Ini menunjukkan bahawa penggunaan rawatan dalam frekuensi yang mencukupi bukan sahaja mengurangkan insiden penyakit, tetapi juga membantu meningkatkan jumlah hasil tanaman yang boleh dipasarkan.

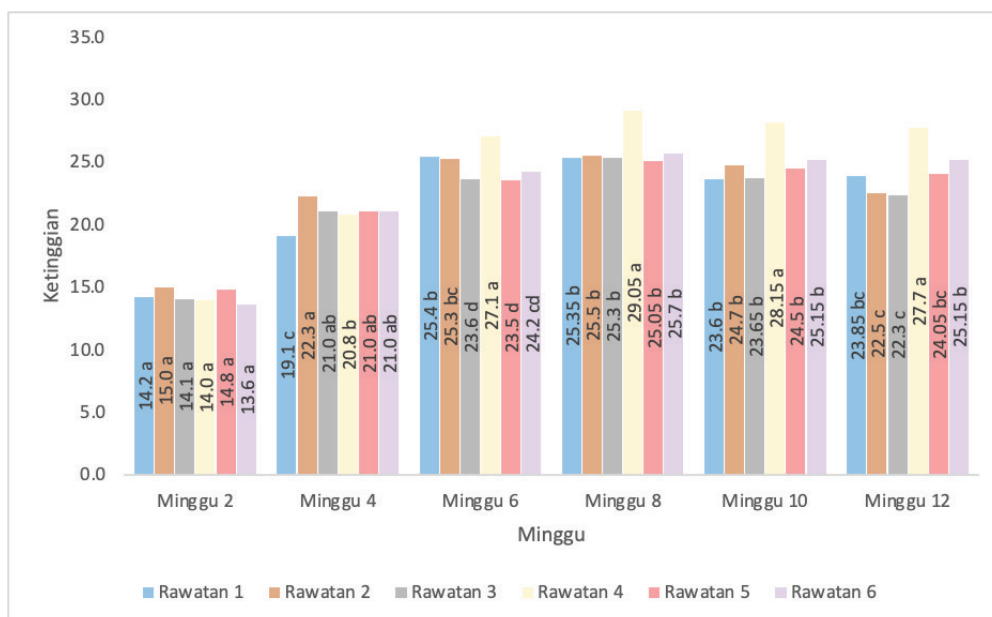


Rajah 1. Perbandingan peratusan insiden penyakit dan hasil boleh jual mengikut pecahan aplikasi rawatan

Kesan pecahan aplikasi biopestisid terhadap parameter pertumbuhan tanaman kubis

Ketinggian pokok

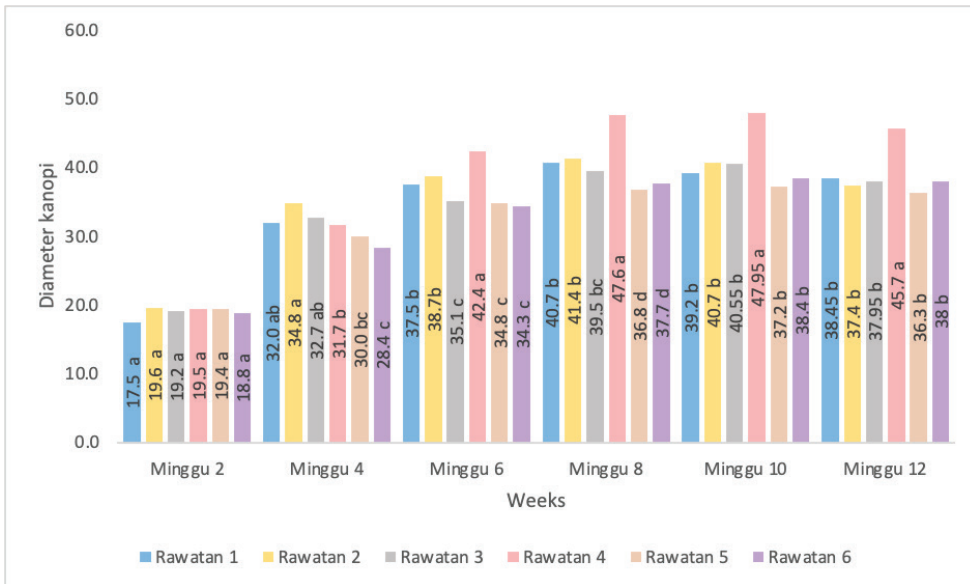
Analisis menunjukkan pakej rawatan menyumbang kepada perbezaan ketara ketinggian pokok mulai minggu kedua pensampelan data (*Rajah 2*). Daripada analisis ini, didapati T4 (empat kali aplikasi) menyumbang kepada bacaan ukuran ketinggian tanaman yang ketara secara konsisten bermula dari minggu ketiga berbanding dengan rawatan-rawatan lain. Keputusan ini menunjukkan bahawa T4 membantu dalam mempercepatkan pertumbuhan tanaman dengan lebih efektif. Data ketinggian tanaman yang konsisten menunjukkan bahawa T4 menyediakan keperluan nutrien yang optimum dalam memberi manfaat kepada tanaman untuk proses tumbesarnya.



Rajah 2. Kesan pakej rawatan terhadap bacaan ketinggian mengikut bilangan minggu

Diameter kanopi

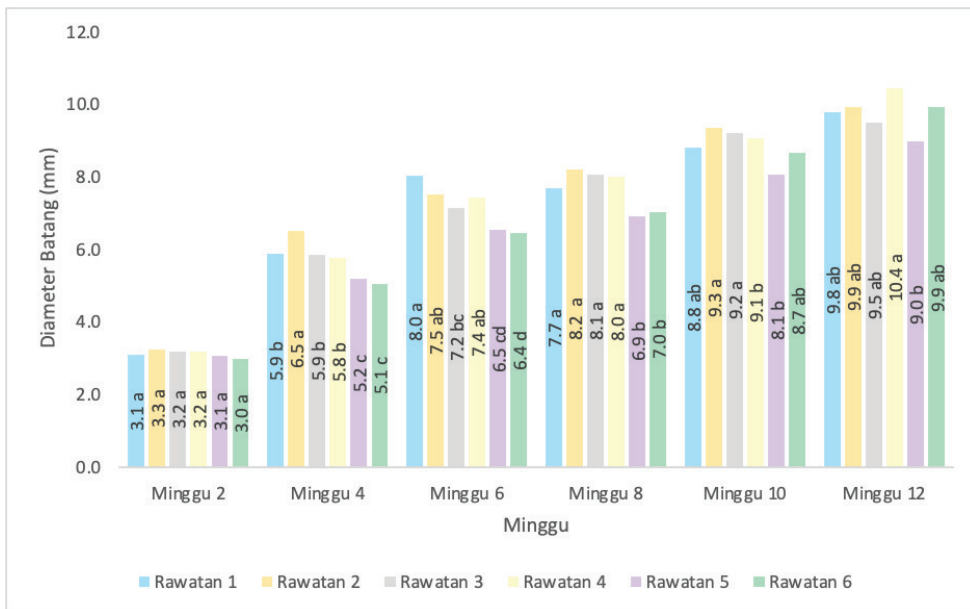
Sama seperti corak bacaan yang dilihat pada ketinggian tanaman, diameter kanopi juga menunjukkan peningkatan yang ketara dengan bacaan tertinggi yang konsisten bermula dari minggu ketiga hingga minggu keenam pada T4 seperti dalam *Rajah 3*. Data ini menunjukkan bahawa selain daripada pertumbuhan menegak (ketinggian), aplikasi rawatan ini juga berjaya menyokong pertumbuhan lateral (lebar) tanaman yang ditunjukkan dengan peningkatan diameter kanopi tanaman. Diameter kanopi yang lebih besar merupakan penanda penting dalam kesihatan tanaman, kerana ia menunjukkan keupayaan tanaman untuk mengembangkan lebih banyak daun yang diperlukan bagi proses fotosintesis yang optimum.



Rajah 3. Kesan pakej rawatan terhadap bacaan diameter kanopi mengikut minggu

Diameter batang

Dalam analisis diameter batang, didapati bahawa pecahan aplikasi T4 memberikan kesan yang ketara terhadap peningkatan diameter batang, dengan bacaan tertinggi dicatatkan bermula dari minggu keempat dan berterusan secara konsisten hingga minggu keenam seperti dalam *Rajah 4*. Peningkatan ini menunjukkan bahawa T4 memainkan peranan penting dalam menguatkan struktur batang tanaman. Diameter batang yang lebih besar adalah petunjuk langsung kepada kekuatan dan ketahanan struktur tanaman. Batang yang lebih tebal dapat menyokong kanopi yang lebih lebar dan jumlah daun yang lebih banyak, sekali gus menambah keupayaan tanaman untuk menyerap nutrien dan air dengan lebih efisien. Ini secara tidak langsung membantu mengukuhkan sistem sokongan tanaman, menjadikannya lebih stabil dan tahan terhadap faktor persekitaran seperti angin atau tekanan mekanikal yang lain. Kesyinambungan peningkatan diameter batang ini menguatkan lagi kepentingan pakej T4 dalam meningkatkan daya tahan, kesihatan dan potensi hasil tanaman untuk jangka masa panjang.



Rajah 4. Kesan rawatan terhadap bacaan diameter batang mengikut minggu

Kesimpulan

Secara keseluruhan, kaedah pecahan aplikasi biopestisid sebanyak empat kali sepanjang penanaman menunjukkan kesan yang optimum dalam kawalan penyakit reput lembut pada tanaman kubis, di samping membantu meningkatkan hasil tanaman. Keputusan kajian ini jelas menunjukkan bahawa aplikasi secara empat kali pecahan bukan sahaja berkesan dalam mengurangkan insiden penyakit, tetapi juga berfungsi meningkatkan prestasi keseluruhan tanaman, menjadikan pendekatan ini praktikal dan bermanfaat dalam pengurusan tanaman kubis yang lestari.

Penghargaan

Penulis ingin menyampaikan penghargaan kepada MARDI atas peruntukan wang pembangunan P-RP506 yang digunakan sepanjang kajian. Penulis juga merakamkan jutaan penghargaan kepada program perladangan organik MARDI Cameron Highlands terutamanya Pn. Wan Suhana Wan Abdul Rashid dan En. Shahrul Nizam Hassan yang menyumbang kepada hasil kajian ini.

Bibliografi

- Chowdhury, M. S. M. (2009). Seed and seedling diseases of some selected fruits of Bangladesh. Ph. D. Thesis. Department of Plant Pathology, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh. m.s. 97–124.
- Department of Agriculture. (2019). Statistik Tanaman Sayur-Sayuran dan Tanaman Ladang.
- Department of Agriculture. (2022). Booklet Statistik Tanaman (Sub-sektor Tanaman Makanan).

- Golkhandan, E., Sijam, K., Meon, S., Ahmad, Z. A. M., Nasehi, A., & Nazerian, E. (2013). First Report of *Pectobacterium wasabiae* Causing Soft Rot of Cabbage in Malaysia. *Plant Disease*, 97 (8). Diperoleh dari <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-13-0112-PDN>.
- Norida, M., & John, M. (2004). Insecticide use in cabbage pest management in the Cameron Highlands, Malaysia. *Crop Protection*, Volume 24, Issue 1, m.s. 31–39.
- Sree Latha, E., & Jesu Rajan, S. (2018). Ecological engineering for sustainable agriculture: simple concept with greater impact. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 8, Issue 2.

Ringkasan

Tanaman kubis merupakan tanaman penting dan utama di kawasan beriklim sejuk di Malaysia. Namun, serangan perosak dan penyakit menjadi faktor utama kemerosotan jumlah pengeluaran tanaman kubis di Malaysia. Pendekatan mesra alam melalui penggunaan agen biologi sebagai kawalan penyakit diyakini dapat mengatasi masalah ini. Dalam kajian ini, mikroorganisma daripada kumpulan *Streptomyces* sp. telah dikenal pasti dan diformulasikan sebagai biopestisid. Penilaian pecahan aplikasi biopestisid telah dijalankan bagi memilih pecahan aplikasi yang optimum bagi kawalan penyakit reput lembut serta kesan prestasi pertumbuhan dan hasil tanaman dimana aplikasi empat kali pecahan terbukti sebagai kaedah yang paling optimum. Rawatan ini bukan hanya berkesan dalam mengawal penyakit reput lembut, tetapi juga memberikan peningkatan terhadap hasil tanaman kubis. Peningkatan dalam ketinggian, diameter kanopi dan diameter batang menunjukkan bahawa aplikasi empat kali pecahan bukan sahaja berfungsi sebagai agen kawalan penyakit, tetapi juga sebagai perangsang pertumbuhan tanaman. Penggunaan biopestisid ini, khususnya dalam aplikasi empat kali pecahan, menawarkan pendekatan pengurusan tanaman yang lebih mesra alam dan berdaya saing bagi sektor pertanian kubis di Malaysia, menjadikan ia langkah penting dalam meningkatkan daya tahan, hasil dan kualiti tanaman secara berkesan dan mampan.

Summary

Cabbage is a significant and essential crop in low-climate regions in Malaysia. However, pest and disease attacks are major factors causing a decline in cabbage production in Malaysia. An environmentally friendly approach using biological agents for disease control is believed to address this issue. In this study, microorganisms from the *Streptomyces* sp. were identified and formulated as a biopesticide. Different application frequencies of the biopesticide were evaluated to determine the most optimal frequency for controlling soft rot disease while enhancing growth performance and yield in which quadruple fractions was proved to be the most optimal method. This treatment is not only effective in controlling soft rot disease but also contributes to increased cabbage yield. The increase in height, canopy diameter, and stem diameter serves not only as a biological control agent but also as a growth stimulant for cabbage plants. The use of this formulated biopesticide, particularly in the application of quadruple fractions, offers a more eco-friendly and competitive crop management approach for the cabbage agriculture sector in Malaysia, making it an important step toward enhancing crop resilience, yield and quality effectively and sustainably.

Pengarang

Azlan Azizi Muhamad Nor

Pusat Penyelidikan Sains Tanah, Air dan Baja, MARDI Cameron Highlands

P.O. Box 19 39000, Cameron Highlands, Pahang

E-mel: azlanmn@mardi.gov.my

Zafrul Arif Radhi dan Nor Hidayah Mohd Dzani

Pusat Penyelidikan Sains Tanah, Air dan Baja, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang Selangor

Muhammad Nawal Ramli

Pusat Penyelidikan Sains Tanah, Air dan Baja, MARDI Cameron Highlands

P.O. Box 19, 39000, Cameron Highlands, Pahang

Ahmad Arif Ismail

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, MARDI Kluang, P.O. Box 525

86009, Kluang, Johor