

Kaedah integrasi tanaman fungsian dan keberkesanannya dalam penanaman tomato secara organik

(Functional crop integration methods and their effectiveness in organic tomato cultivation)

Nor Ayshah Alia Ali Hassan, Ahmad Arif Ismail dan Azlan Azizi Muhamad Nor

Kata kunci: integrasi tanaman, organik, tanah tinggi, tanaman fungsian, tomato

Pengenalan

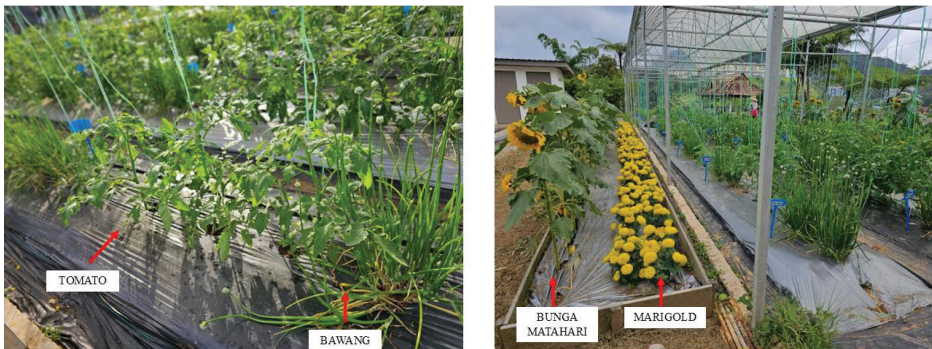
Pertanian organik adalah sistem pengeluaran yang mementingkan kesihatan tanah, ekosistem dan manusia. Ia bergantung kepada proses ekologi, kepelbagaian biologi dan kitaran yang disesuaikan dengan persekitaran tempatan, bukannya penggunaan input kimia yang memberi kesan buruk. Di Malaysia, pertanian organik semakin mendapat perhatian dalam kalangan petani dan pengguna kerana kesedaran tentang kepentingan makanan bebas bahan kimia berbahaya semakin meningkat. Pada 2025, sejumlah 114 ladang telah dipersijilkan dengan pensijilan myOrganic dengan kawasan bertanam seluas 505.84 hektar. Dari semua ladang yang dipersijilkan, sejumlah 14 ladang menjalankan penanaman tomato secara organik. Peningkatan drastik pengeluaran tomato Malaysia bermula pada tahun 2011 dengan nilai sebanyak RM347,000,000 dan terus berkembang sejak itu.

Namun begitu, pengeluaran tomato organik di Malaysia masih lagi rendah berbanding dengan tomato konvensional di mana tomato organik masih diimport lebih daripada 60%. Antara cabaran penanaman secara pertanian organik adalah pengurusan perosak dan penyakit yang boleh menyebabkan penurunan hasil serta kualiti lepas tuai yang rendah. Penyakit utama yang sering menyerang tanaman tomato adalah penyakit layu bakteria, hawar *Phytophthora* dan layu *Fusarium* yang disebabkan oleh patogen. Selain itu, serangga perosak seperti lalat buah, afid dan ulat pengorek buah juga mampu menyerang tanaman dan mempengaruhi hasil tomato. Tanaman fungsian yang bersifat penarik (*insect attractant*) atau bersifat penolak (*insect repellent*) merupakan salah satu pendekatan bagi kawalan secara biologi. Melalui pendekatan ini, strategi melibatkan integrasi rangsangan penolakan (*push*) dan penarikan (*pull*) untuk memanipulasi sifat dan tingkah laku serangga untuk mengurangkan kerosakan hasil tanaman. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi mengenal pasti keberkesanan kaedah integrasi tanaman fungsian dalam penanaman tomato secara organik di kawasan tanah tinggi khususnya di Cameron Highlands.

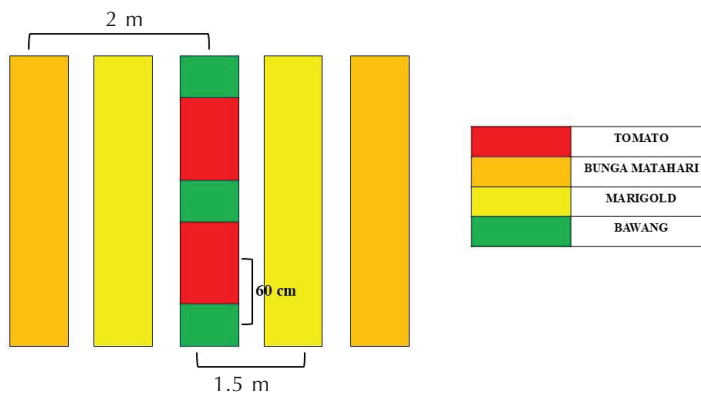
Keberkesanan kaedah integrasi tanaman terhadap kadar pertumbuhan dan hasil tanaman tomato

Penggunaan tanaman fungsian yang diintegrasikan bersama tanaman tomato dinilai melalui kadar pertumbuhan dan hasil tanaman tomato. Varieti tomato yang dipilih bagi kajian ini ialah Baccarat. Terdapat tiga jenis tanaman fungsian yang dipilih iaitu bunga matahari dan *marigold* yang bertindak sebagai tanaman penarik serta tanaman bawang sebagai tanaman penolak (*Gambar 1*). Dua jenis tanaman penarik digunakan bagi memastikan fungsinya dapat diaplikasikan pada semua peringkat pertumbuhan tomato. *Marigold* digunakan semasa peringkat awal pertumbuhan tomato, manakala bunga matahari digunakan ketika tanaman mencapai peringkat pertumbuhan yang lebih matang.

Bunga matahari dan *marigold* ditanam bersebelahan tanaman tomato menggunakan kaedah jalur bunga (*flower strip*). Jarak tanaman tomato dan bunga matahari ditetapkan pada 2 m, manakala jarak di antara tanaman tomato dengan *marigold* ialah 1.5 m. Jarak ini bertujuan untuk memanfaatkan kelebihan tanaman penarik dalam kawalan perosak dan peningkatan biodiversiti ladang. Manakala tanaman bawang dijadikan sebagai tanaman selingan bagi tanaman tomato dan ditanam pada jarak 60 cm daripada tanaman tomato (*Gambar rajah 1*). Sebanyak dua tanaman bawang ditanam bagi setiap empat tanaman tomato.



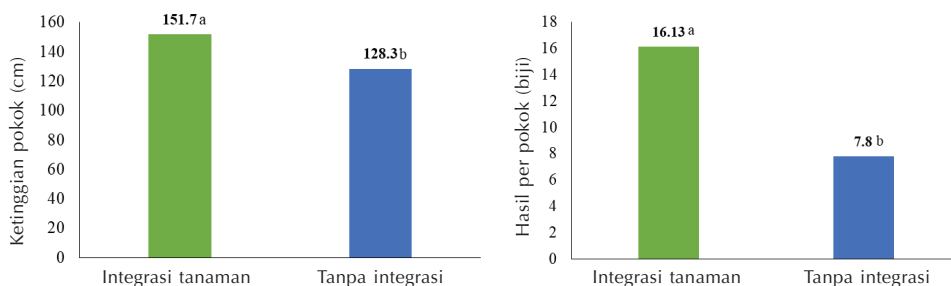
Gambar 1. Tanaman penarik (bunga matahari dan marigold) dan penolak (bawang) yang digunakan dalam kajian ini



Gambar rajah 1. Reka bentuk penanaman tanaman fungsian menggunakan kaedah flower strip dan selingan bagi penanaman tomato organik

Tanaman tomato ditanam dengan jarak di antara pokok sebanyak 60 cm bagi memastikan pengembangan kanopi yang optimum, manakala jarak di antara batas tanaman pula ialah 100 cm bagi memudahkan pergerakan, pengurusan tanaman dan pengaliran air yang baik. Amalan agronomi bagi tanaman tomato merangkumi pemilihan tapak yang bersaliran baik, menerima cahaya matahari mencukupi serta penyediaan tanah dengan kompos dan bahan organik bersesuaian. Anak benih tomato disemai dan dipindahkan selepas tiga minggu manakala sistem titisan (*drip irrigation*) digunakan sebagai kaedah pengairan. Baja organik komersial diberikan mengikut kadar dan jadual yang disyorkan oleh pengeluar baja. Tanaman tomato varieti Baccarat ini memerlukan sokongan seperti pancang dan tali. Penanaman bawang dilakukan menggunakan bebawang, manakala kawalan rumpai dilakukan secara manual. Bagi penanaman bunga matahari dan *marigold*, anak benih disemai dan dipindahkan selepas tiga minggu. Siraman bagi bawang, bunga matahari dan *marigold* dilakukan menggunakan sistem pengairan renjis (*sprinkler*). Baja organik komersial pula diberikan mengikut kadar dan jadual yang disyorkan oleh pengeluar baja.

Melalui kaedah integrasi tanaman fungsian, didapati hasil tomato lebih tinggi berbanding dengan kawalan iaitu tanaman tomato yang ditanam tanpa integrasi tanaman (tanaman tunggal) (*Rajah 1*). Sebanyak 106.8% perbezaan hasil tomato dengan tanaman integrasi fungsian telah direkodkan menggunakan kaedah ini berbanding dengan hasil tanaman tomato tanpa tanaman integrasi.



Rajah 1. Kesan pertumbuhan dan hasil per pokok tomato (biji) terhadap kaedah integrasi tanaman dengan tanaman penarik dan penolak

Pertumbuhan pokok menggunakan kaedah integrasi tanaman juga adalah lebih tinggi dengan peratus perbezaan sebanyak 18.24% berbanding dengan tanpa tanaman integrasi. Analisis korelasi menunjukkan terdapat perkaitan yang positif antara ketinggian pokok dan hasil tomato (*Jadual 1*). Diameter batang juga menunjukkan perkaitan positif yang signifikan dengan kandungan klorofil daun (SPAD). Walau bagaimanapun, ketinggian pokok dan hasil tomato tidak mempunyai korelasi signifikan dengan diameter batang dan kandungan SPAD.

Jadual 1. Analisis korelasi menunjukkan perkaitan positif antara ketinggian pokok dan hasil tomato

	Ketinggian	Diameter batang	SPAD	Hasil
Ketinggian	1	0.44	0.21	0.81
		ns	ns	**
Diameter batang		1	0.21	0.41
			**	ns
SPAD			1	0.15
				ns
Hasil				1

Nota: ** - signifikan, ns - tidak signifikan

Tanaman penarik yang digunakan iaitu bunga matahari dan *marigold* mampu menarik serangga bermanfaat melalui warna yang cerah. Kajian terdahulu mendapati bahawa penggunaan *marigold* mampu mengurangkan populasi lalat buah pada sayuran berbuah. Selain itu, penggunaan tanaman penarik mampu menarik musuh semula jadi mendiami tanaman fungsian berbanding dengan tanaman utama, manakala tanaman penolak mencegah serangga perosak daripada tanaman utama. Penggunaan *flower strip* sebagai kaedah kawalan biologi juga telah dibuktikan pada kajian terdahulu kerana manipulasi kepelbagaian tumbuhan di kawasan pertanian meningkatkan kecekapan kaedah kawalan biologi bagi serangga perosak dengan meningkatkan musuh semula jadinya. Peningkatan ketinggian pokok dan hasil tomato melalui integrasi tanaman fungsian juga disebabkan pengurangan jangkitan penyakit bawaan fungus seperti yang direkodkan dalam kajian ini. Antara penyakit bawaan fungus pada tanaman tomato ialah layu *Fusarium* dan hawar yang mampu mempengaruhi pertumbuhan pokok dan seterusnya menjejaskan hasil. Selain itu, penyakit bawaan virus yang disebabkan oleh serangga perosak mampu membantutkan pertumbuhan pokok tomato.

Keberkesanan kaedah integrasi tanaman terhadap keterukan penyakit bawaan fungus

Penilaian penyakit yang menjangkiti tanaman tomato dilaksanakan secara visual dan tahap keterukan penyakit dikelaskan melalui skala (*Jadual 2*). Peratus keterukan penyakit ditentukan menggunakan kaedah daripada Falade dan Alabi (2025) seperti formula berikut:

Keterukan penyakit =

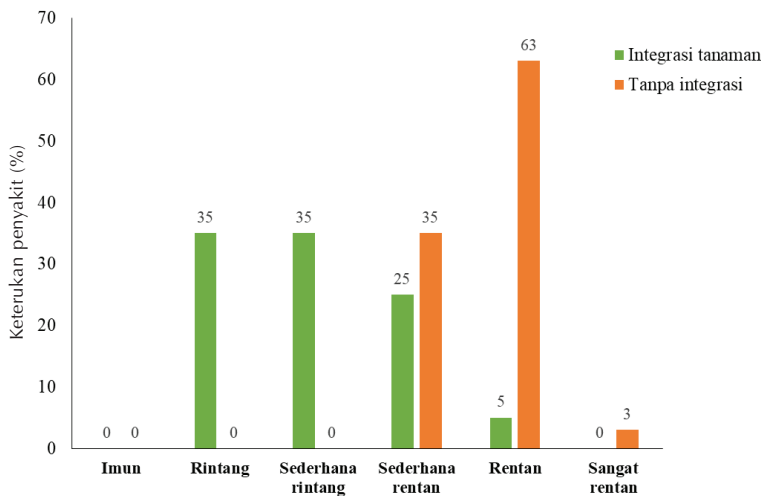
$$\frac{\text{Bilangan pokok berpenyakit dalam kategori indeks penyakit} \times \text{Kategori indeks penyakit}}{\text{Jumlah keseluruhan pokok yang digunakan dalam eksperimen} \times \text{Kategori indeks penyakit tertinggi}} \times 100\%$$

Jadual 2. Skala keterukan penyakit bawaan fungus

Skor keterukan penyakit	Simptom	Inferens
1	Batang dan daun tidak mempunyai simptom penyakit	Imun
2	Sangat sedikit layu, 5% daun layu	Rintang
3	Sedikit layu, 6 – 10% daun layu	Sederhana rintang
4	Sederhana layu, 11 – 20% daun layu	Sederhana rentan
5	Layu, 21 – 50% daun layu	Rentan
6	Sangat layu, lebih daripada 50% daun layu	Sangat rentan

Kajian ini mendapati penanaman tanaman fungsian secara integrasi dengan tanaman tomato dapat meningkatkan kerintangan tanaman tomato (kurang rentan) terhadap penyakit bawaan fungus (*Rajah 2*).

Terdapat serangga perosak yang menjadi vektor dan mampu menyebabkan penyakit bawaan bakteria, fungus dan virus pada tanaman. Fungus seperti *Capnodium* spp. membiak pada daun yang telah dilukai oleh serangga perosak. Selain itu, spora fungus juga boleh disebarkan ke tanaman yang sihat oleh serangga perosak. Kepelbagaian serangga bermanfaat yang tertarik pada tanaman fungsian mampu mengurangkan serangga perosak yang boleh menyebabkan penyebaran penyakit tanaman. Pelbagai kajian terdahulu telah membuktikan bahawa integrasi tanaman mengurangkan fungus yang tersebar melalui angin terhadap pelbagai tanaman.



Rajah 2. Keberkesanan kaedah integrasi tanaman terhadap keterukan penyakit bawaan fungus

Keberkesanan kaedah integrasi tanaman terhadap kepelbagaian berfungsi mikroorganisma tanah

Kepelbagaian berfungsi mikroorganisma dinilai melalui kepelbagaian mikroorganisma, kekayaan dan keseragaman spesies. Sebanyak 100 g tanah dicampurkan dengan 1 L air suling dan dituras bagi mendapatkan ampai tanah. Ampaian ini kemudian diinokulasi kepada 31 jenis substrat yang berkaitan dengan ekosistem yang diperolehi daripada sistem BIOLOG Ecoplate™. Aktiviti mikroorganisma diukur daripada nilai ketumpatan optik mengikut kaedah kajian oleh Gomez pada tahun 2006, manakala kepelbagaian mikroorganisma dan kekayaan spesies diukur menggunakan kaedah Garland yang kajiannya telah dilakukan pada tahun 1997. Keseragaman spesies pula diukur menggunakan kaedah oleh Zak (1994). Hasil kajian ini mendapati kepelbagaian mikroorganisma, kekayaan spesies dan keseragaman spesies tidak dipengaruhi oleh kaedah integrasi tanaman (*Jadual 3*).

Ketiadaan kesan faedah atau kebaikan kaedah integrasi tanaman terhadap kepelbagaian berfungsi mikroorganisma tanah dalam kajian ini adalah disebabkan oleh sifat tanah yang sama di kedua-dua rawatan yang diuji. Kajian terdahulu mendapati jenis tanah terutamanya sifat fizikal dan kimia memberi kesan kepada kepelbagaian berfungsi mikroorganisma tanah. Dalam kajian kali ini, jenis tanah dan amalan pertanian yang sama iaitu pembajaan secara organik diaplikasi kepada kedua-dua rawatan dan keadaan ini tidak memberikan kesan perbezaan besar pada sifat kimia tanah yang diuji.

Jadual 3. Kepelbagaian berfungsi mikroorganisma tanah dengan kaedah penanaman integrasi dan tanpa integrasi (tunggal)

Kaedah penanaman	Kepelbagaian mikroorganisma	Kekayaan spesies	Keseragaman spesies
Integrasi tanaman	3.426 ± 2.08 (nilai $p \leq 0.05$)	32	0.988 ± 0.10 (nilai $p \leq 0.05$)
Tanpa integrasi	3.426 ± 2.06 (nilai $p \leq 0.05$)	32	0.989 ± 0.08 (nilai $p \leq 0.05$)

Kesimpulan

Kajian ini dijalankan bagi mengenal pasti sama ada terdapat kesan faedah atau kebaikan kaedah integrasi tanaman fungsian dalam penanaman tomato secara organik dari segi kadar pertumbuhan tanaman, serangan penyakit bawaan fungus serta kepelbagaian berfungsi mikroorganisma tanah yang dibandingkan dengan tanaman tanpa integrasi ataupun tanaman tunggal. Hasil kajian ini mendapati kaedah integrasi tanaman fungsian bersifat penarik (*insect attractant*) dan penolak (*insect repellent*) terhadap serangga telah meningkatkan hasil tomato dan kadar kerintangan terhadap penyakit bawaan fungus.

Tiada perubahan dikenal pasti terhadap kepelbagaian berfungsi mikroorganisma apabila menggunakan kaedah integrasi tanaman kerana dalam kajian ini penyelidik menggunakan tanah dan amalan pertanian yang sama (seperti pembajaan organik) untuk kedua-dua rawatan (integrasi dan tanpa integrasi). Oleh itu, disimpulkan bahawa kaedah integrasi tanaman fungsian bagi penanaman tomato secara organik memberi faedah atau kesan positif terhadap hasil tomato dan kerintangan terhadap penyakit bawaan fungus. Kaedah integrasi tanaman ini boleh dijadikan sebagai salah satu strategi bagi pengurusan perosak dan penyakit dalam penanaman tomato secara organik.

Bibliografi

- Ali Hassan, N. A. A. (2024). Penilaian kepelbagaian fungsi mikroorganisma terhadap jenis tanah berbeza. *Buletin Teknologi MARDI*, Bil. 40, 207–214.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Dinelli, G., & Negri, L. (2024). Towards an agroecological approach to crop health: reducing pest incidence through synergies between plant diversity and soil microbial ecology. *Npj Sustainable Agriculture* 2, 6.
- Boudreau, M. A. (2013). Diseases in intercropping systems. *Annual Review of Phytopathology* 51, 499–519.
- Falade, M. J., & Alabi, B. T. (2025). The incidence and severity of pathogenic fungal diseases on tomato plants in Irasa farm cluster, Ado-Ekiti, Nigeria. *International Journal of Plant & Soil Science*, 37(5).
- Fininsa, C. (1996). Effect of intercropping bean with maize on bean common bacterial blight and rust diseases. *International Journal of Pest Management*, 42, 51–54.
- Garland, J. (1997). Analysis and interpretation of community-level physiological profiles in microbial ecology. *FEMS Microbiology Ecology* 24, 289–300.
- Gomez, E., Ferreras, L., & Toresani, S. (2006). Soil bacterial functional diversity as influenced by organic amendment application. *Bioresource Technology*, 97(13), 1484.
- IFOAM Organics International (2015). *Definition of organic agriculture*. IFOAM Organics International. Diperoleh dari <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic>.
- Jabatan Pertanian. (2025). *Senarai penerima sijil*. Jabatan Pertanian. Diperoleh dari https://carianmygapmyorganic.doa.gov.my/dashboard_mygap_dashboard.php?page=dashboard.
- Kowalska, J., Antkowiak, M., & Sienkiewicz, P. (2022). Flower strips and their ecological multifunctionality in agricultural fields. *Agriculture*, 12(9), 1470.
- Muhamad Nor, A. A., Jamil, S. Z., Ramli, M. N., Mohd Nor, M. F., Abdullah, A. N., & Iskandar, N. L. (2023). Pendekatan kejuruteraan ekologi melalui strategi penolakan-penarikan bagi pengurusan perosak kearah peningkatan hasil kubis organik tanah tinggi. *Buletin Teknologi MARDI*. Bil. 38, 115–124.

- Ong, S. N., Taheri, S., Othman, R. Y., & Teo, C. H. (2020). Viral disease of tomato crops (*Solanum lycopersicum* L.): an overview. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 127, 725–739.
- Popoola, A. R., Durosomo, A. H., Afolabi, C. G., & Idehen, E. O. (2015). Regeneration of somaclonal variants of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) for resistance to Fusarium Wilt. *Journal of Crop Improvement*, 29, 636–649.
- Rahim, H., Abdul Wahab, M. A. M., Mat Amin, M. Z., Harun, A., & Haimid, M. T. (2017). Technological adoption evaluation of agricultural and food sectors towards modern agriculture: Tomato. *Economic and Technology Management Review*, 12, 41–53.
- Scarlato, M., Bao, L., Rossing, W. A. H., Dogliotti, S., Bertoni, P., & Bianchi, F. J. J. A. (2023). Flowering plants in open tomato greenhouses enhance pest suppression in conventional systems and reveal resource saturation for natural enemies in organic systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 347.
- Seni, A., & Halder, J. (2022). Insect vectors accountable for plant diseases. *Plant Protection: Present Developments and Future Strategies*, 123–142.
- Zak, J. C., Willig, M. R., Moorhead, D. L., & Wildman, H. G. (1994). Functional diversity of microbial communities: A quantitative approach. *Soil Biology and Biochemistry*, 26(9), 1101–1108.

Ringkasan

Pengeluaran tomato secara organik di Malaysia masih lagi rendah berbanding dengan pengeluaran secara konvensional. Salah satu faktor yang mempengaruhi perkara ini adalah pengurusan perosak dan penyakit yang kurang cekap. Tanaman fungsian berpotensi sebagai salah satu alternatif bagi kawalan biologi, bersesuaian dengan konsep penanaman secara organik yang mesra alam. Kajian ini dijalankan bagi mengenal pasti kesan faedah atau kebaikan kaedah integrasi tanaman fungsian dalam penanaman tomato secara organik. Penggunaan tanaman fungsian yang diintegrasikan bersama tanaman tomato dinilai melalui kadar pertumbuhan dan hasil tanaman tomato. Terdapat tiga jenis tanaman fungsian yang dipilih iaitu bunga matahari dan *marigold* yang bertindak sebagai tanaman penarik serta tanaman bawang sebagai tanaman penolak. Penilaian penyakit yang menjangkiti tanaman tomato dilaksanakan secara visual dan peratus keterukan penyakit ditentukan berpanduan kepada nilai skala. Kepelbagaian berfungsi mikroorganisma dinilai melalui kepelbagaian mikroorganisma, kekayaan dan keseragaman spesies. Kajian ini mendapati kaedah integrasi tanaman fungsian bersifat penarik (*insect attractant*) dan penolak (*insect repellent*) terhadap serangga meningkatkan ketinggian dan hasil tomato serta dan kerintangan terhadap penyakit bawaan fungus. Dalam kajian ini, kepelbagaian berfungsi mikroorganisma tidak dipengaruhi oleh kaedah integrasi tanaman disebabkan faktor persekitaran dan amalan pembajaan yang sama. Kaedah integrasi tanaman ini boleh dijadikan sebagai salah satu strategi bagi pengurusan perosak dan penyakit penanaman tomato secara organik.

Summary

Organic tomato production in Malaysia remains relatively low compared to conventional production. One of the factors influencing this trend is the inefficient management of pests and diseases. Functional crops have the potential to serve as an alternative for biological control, in line with the environmentally friendly concept of organic farming. This study was conducted to identify the beneficial effects of integrating functional crops into organic tomato cultivation. The use of functional crops integrated with tomatoes was evaluated through the growth and yield of the tomato crop. Three types of functional crops were selected, namely sunflower and marigold, which act as attractant plants, and onion which serves as a repellent plant. The assessment of diseases infecting tomato plants was carried out visually and the percentage of disease severity was determined based on a scale value. The microbial functional diversity was assessed through diversity, species richness, and species evenness. This study found that the integration method of using functional crops with attractant and repellent properties enhances tomato plant height and yield, as well as resistance to fungal-borne diseases. In this study, microbial functional diversity was not influenced by the integration of functional crops due to similar environmental factors and fertilisation practices. The integration of functional crops can be considered as one of the strategies for pest and disease management in organic tomato cultivation.

Pengarang

Nor Ayshah Alia Ali Hassan (Dr.)

Pusat Penyelidikan Sains Tanah, Air dan Baja,

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: ayshalia@mardi.gov.my

Ahmad Arif Ismail

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, MARDI Kluang,

Beg Berkunci No. 525, 86009 Kluang, Johor

Azlan Azizi Muhamad Nor

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

Peti Surat No.19, Pejabat Pos Tanah Rata,

39007 Cameron Highlands, Pahang