

Potensi *Bactostimulant* sebagai biostimulan untuk cili

(Potential of *Bactostimulant* as a biostimulant for chilli)

Mohd Zafrul Arif Radhi, Emmyrafedziawati Aida Kamal Rafedzi, Amir Khuzairi Azman dan Nor Hidayah Mohamad Dzani

Pengenalan

Cili adalah tanaman yang popular di Malaysia dengan kira-kira 2,900 hektar cili ditanam setiap tahun untuk kegunaan segar, terutamanya untuk cili merah (cili besar). Cili padi adalah sejenis cili yang popular di Malaysia dan mengambil masa sehingga tiga minggu untuk mula bercambah. Kualiti cili dipandang serius di Malaysia, terutamanya untuk hidangan seperti ayam masak lemak cili api di mana tahap kepedasan yang tertentu diperlukan. Penanaman cili memerlukan tenaga buruh kerana saiz cili yang kecil dan sifat halus. Kaedah fertigasi biasa digunakan di Malaysia iaitu cili ditanam dalam polibeg. Dalam skala komersial, kira-kira 14,560 hektar kedua-dua jenis cili ditanam setiap tahun di negeri pengeluar utama seperti Johor, Perak dan Kelantan. Terdapat juga laporan individu memperoleh pendapatan yang besar daripada penanaman cili. Justeru, kerajaan Malaysia mencadangkan belia untuk menceburi bidang ini dengan potensi pendapatan bulanan sehingga RM20,000. Walau bagaimanapun, cili bukanlah berasal dari Malaysia dan sejarahnya di rantau ini hanya bermula beberapa ratus tahun yang lalu selepas diperkenalkan oleh penjelajah dari Sepanyol dan Portugis pada kurun ke-15 dan kurun ke-16. Penghasilan cili di Malaysia menghadapi beberapa masalah, antaranya termasuklah kekurangan teknik penanaman yang profesional, varieti yang tidak sesuai, kehadiran perosak seperti virus keriting daun, *whitefly*, *trip*, *jassid*, pengorek buah dan hama, penyakit lembap dan reput akar, hujan lebat, kesukaran mendapatkan hasil yang tinggi dan purata hasil yang menurun.

Apa itu biostimulan?

Biostimulan merujuk kepada bahan atau produk berasaskan mikroorganisma yang digunakan dalam pertanian untuk meningkatkan pertumbuhan tumbuhan, kesihatan dan produktiviti. Biostimulan adalah berbeza daripada baja, yang mana ia berfungsi melalui pelbagai mekanisme untuk memperbaiki proses semula jadi tumbuhan. Ini menjadikannya lebih berdaya tahan terhadap tekanan alam sekitar dan mengoptimalkan pengambilan nutrien.

Faedah khusus biostimulan termasuklah:

1. Pengambilan nutrien yang lebih baik: Meningkatkan keupayaan tumbuhan untuk menyerap dan menggunakan nutrien daripada tanah.

2. Peningkatan toleransi terhadap tekanan abiotik: Membantu tumbuhan mengatasi keadaan persekitaran yang buruk seperti kemarau, suhu melampau dan kemasinan.
3. Perkembangan akar yang dipertingkatkan: Merangsang pertumbuhan akar, membawa kepada penyerapan nutrien dan air yang lebih baik.
4. Penambahan pembungaan dan penghasilan buah: Menggalakkan pembentukan bunga serta buah dan memberi hasil yang lebih tinggi.
5. Mekanisme pertahanan diperkukuh: Mengaktifkan mekanisme pertahanan tumbuhan, menjadikannya lebih tahan terhadap penyakit dan perosak.

Biostimulan boleh diperolehi daripada pelbagai sumber termasuk ekstrak tumbuhan, rumpai laut, asid humik dan fulvik, mikrob berfaedah (seperti kulat mikoriza dan rhizobakteria), dan bahan semula jadi yang lain. Takrifan biostimulan mungkin berbeza antara negara dan terdapat penyelidikan dan pembangunan yang berterusan dalam bidang ini untuk memahami lebih lanjut potensi manfaat serta aplikasinya.

Penghasilan *Bactostimulant* melalui kaedah pengestrakan rumpai laut

Ekstrak rumpai laut *Kappaphycus alvarezii* (Gambar 1) disediakan menggunakan 50 g biojisim kering dan dikisar serta ditambahkan ke dalam 150 mL air suling (kelalang 250 mL) (Gambar 2). Biojisim rumpai yang siap dibiarkan selama 48 jam. Selepas itu sampel diemparkan pada 4,250 rpm selama lima minit dan dituras dengan kertas penapis nombor satu Whatman. Supernatan yang diperolehi diambil sebagai ekstrak cecair rumpai 100%. Kaldu garam mineral *Succinate* (1 L) disediakan menurut Biebl dan Pfennig, 1981. Setelah diautoklaf, medium diasingkan dalam kelalang kon. Ekstrak rumpai laut ditambah sebanyak 1%, 5% dan 10% (v/v).



Gambar 1. *K. alvarezii*, rumpai laut yang boleh didapati di Pantai Timur Sabah



Gambar 2. Proses ekstraksi rendaman untuk mendapatkan ekstrak rumpai laut 100%

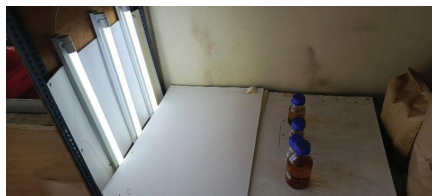
Pemencilan dan identifikasi bakteri fotosintetik

Sebanyak 1 mL sampel yang berasal daripada tanah sawah di MARDI Seberang Perai, Pulau Pinang diinokulasi ke dalam tabung uji yang mengandungi medium pengayaan iaitu garam *Succinate*. Tabung uji diisi sepenuhnya dengan medium garam *Succinate* dan ditutup rapat serta diinkubasi pada suhu bilik (30 ± 2 °C) di bawah intensiti cahaya pada 1,000 lux. Selepas sembilan hari, supernatan dalam beberapa tabung uji menunjukkan mekar kemerahan yang menunjukkan pertumbuhan bakteria fotosintetik. Pertumbuhan kultur dipantau oleh spektrofotometer menentukan ketumpatan optik suspensi sel pada panjang gelombang 660 nm. Kekeruhan adalah sepadan dengan jumlah bakteria dalam sampel. Untuk mengasingkan DNA genom, kultur tulen isolat *Purple Non-Sulphur Bacteria* (PNSB) dikultur semalaman pada medium agar garam *Succinate* dengan penambahan ekstrak ragi dan komposisi garam sehingga masing-masing 0.1% (v/v). DNA genom diekstrak dengan Kit DNA Mikrob NucleoSpin (MN Jerman). Sepasang primer khusus untuk PNSB; pufM.557F (5'CGCACCTGGACTGGAC3') dan pufM.750R (5'CCCATGGTCCAGCGCCAGAA3') digunakan untuk memperkuat DNA genom PNSB. Tindak balas PCR dilakukan dalam kitaran termal gradien (Eppendorf, Jerman). Jalur yang berjaya diperolehi dengan gel agarose 1.0% (w/v) diwarnakan dengan 0.1% (v/v) GelRed^a (Biotium, AS) dan produk tindak balas visualisasi menggunakan transilluminator Gel doc/UV. Kumpulan produk PCR yang diperkuat pufM berjaya menghantar sumber untuk analisis jujukan (1st Base Laboratory, Selangor).

Filogenetik pohon bergabung tetangga dilakukan oleh program penjajaran pasangan BLAST. Analisis molekul diselesaikan dengan analisis filogenetik menggunakan urutan pufM isolat dengan setiap nukleotida panjangnya 500 bp. Pengasingan bakteria S3 menunjukkan tahap kesamaan urutan nukleotida tertinggi sebanyak 97% dengan *Rhodospseudomonas palustris* (GenBank KU886140.1)

Kajian keserasian ekstrak rumpai laut dan mikroba terpilih

Kultur inokulasi bakteria fotosintetik bukan sulfur ungu (*Rhodospseudomonas palustris*) ditambahkan dan dibiarkan pada suhu bilik bawah pencahayaan cahaya 2,000 lux (Gambar 3). Sebaliknya dengan kepercayaan popular, bakteria fotosintetik tidak memerlukan cahaya inframerah tambahan kerana bakterioklorofil sangat menyerap cahaya biru dan inframerah. Kelalang diperhatikan setiap hari dan bacaan OD₆₀₀ direkodkan.



Gambar 3. Ujian keserasian pertumbuhan antara ekstrak rumpai laut dan bakteria fotosintetik

Kajian pengujian produk ke atas tanaman cili di plot komersial

Untuk percubaan pada cili di plot komersial MARDI Tanjong Karang, tiga rawatan digunakan dengan lima replikasi iaitu:

1. T1 *Bactostimulant* (5% ekstrak rumput laut + 10^7 cfu/mL bakteria fotosintetik) + baja fertigasi AB
2. T2 merupakan biostimulan (Seasol) yang telah ada di pasaran komersial + baja fertigasi AB
3. T3 adalah kawalan iaitu baja fertigasi AB sahaja

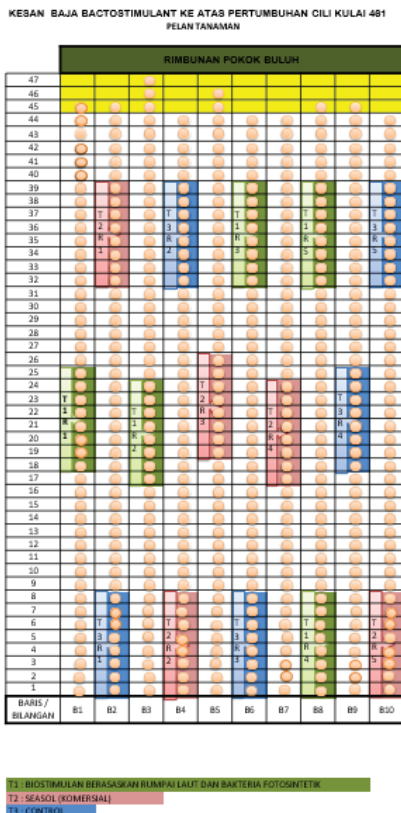
Ekstrak rumput laut yang digunakan ialah *Kappaphycus alvarezii*, bakteria fotosintetik ialah *Rhodospseudomonas palustris* dan varieti cili yang digunakan ialah Kulai 461. *Gambar 4* menunjukkan susunan percubaan di plot komersial MARDI Tanjong Karang dan *Gambar 5* merupakan keadaan tanaman cili di plot.

Keberkesanan *Bactostimulant* terhadap peningkatan hasil cili

Ini adalah produk yang pertama seumpamanya iaitu produk biostimulan dengan gabungan ekstrak rumput laut dan mikroba bermanfaat (bakteria fotosintetik). Di pasaran semasa, terdapat beberapa produk biostimulan berasaskan ekstrak rumput laut sahaja, namun belum ada produk yang menggabungkan kedua-dua rumput laut dan mikroba bermanfaat. Ekstrak daripada rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) mengandungi sebatian

yang mempromosikan pertumbuhan tumbuhan seperti hormon dan nutrien surih penting sementara bakteria fotosintetik (*Rhodospseudomonas palustris*) berada pada daun pokok cili dan membantu dalam proses fotosintesis sekali gus merangsang pertumbuhan tanaman tersebut. Daripada percubaan cili di plot komersial MARDI Tanjong Karang, T1 iaitu *Bactostimulant* (5% ekstrak rumput laut + 10^7 cfu/mL bakteria fotosintetik) berserta aplikasi baja fertigasi AB merekodkan peningkatan hasil tertinggi sebanyak 6.8% daripada kawalan (T3) iaitu aplikasi baja fertigasi AB sahaja (*Rajah 1*). *Gambar 6* menunjukkan pokok cili hasil aplikasi produk *Bactostimulan*.

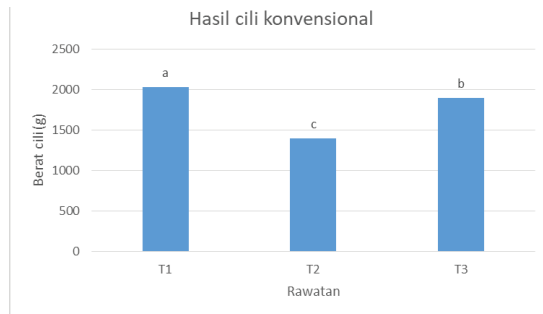
Selain itu, percubaan turut dijalankan di Ladang Organik Bersepadu MARDI, Serdang di mana T1 iaitu *Bactostimulant* (5% ekstrak rumput laut + 10^7 cfu/mL bakteria fotosintetik) berserta aplikasi baja organik Biorichar merekodkan peningkatan hasil tertinggi sebanyak 32.2% daripada kawalan (T3) iaitu aplikasi baja organik Biorichar sahaja (*Rajah 2*).



Gambar 4. Susun atur percubaan cili di plot komersial MARDI Tanjong Karang



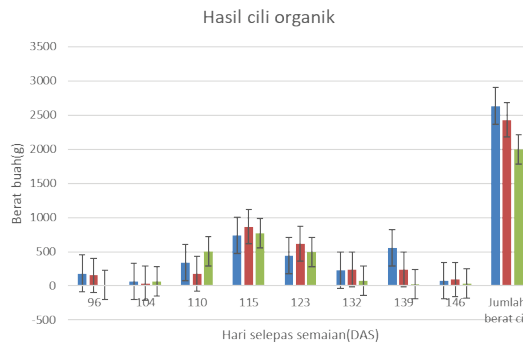
Gambar 5. Keadaan tanaman cili di plot komersial MARDI Tanjung Karang



Rajah 1. Hasil cili purata per pokok di plot komersial MARDI Tanjung Karang mengikut rawatan



Gambar 6. Pokok cili yang telah mengeluarkan buah



Rajah 2. Hasil cili organik purata per pokok di Ladang Organik Bersepadu MARDI Serdang mengikut rawatan

Analisis kos *Bactostimulant* dan biostimulan komersial (Seasol)

Melalui analisis perbandingan ekonomi yang dijalankan antara produk *Bactostimulant* dengan biostimulan komersial (Seasol), didapati *Bactostimulant* adalah lebih murah dengan penjimatan kos per hektar sebanyak RM1,560 (Jadual 1). Selain itu, dapatan kajian menunjukkan penghasilan *Bactostimulant* tidak memberi implikasi kewangan yang besar dengan nisbah BCR yang melebihi satu, menandakan penghasilannya sebagai *economically feasible*. Indikator pengeluaran (NPV, IRR dan BCR) menunjukkan nilai yang positif dan berdaya saing (Jadual 2).

Jadual 1. Perbandingan kos ekonomi *Bactostimulant* berbanding dengan produk biostimulan komersial (Seasol) di pasaran

Rawatan	Kos/unit/L	Kos/hektar semusim (156 botol)
Seasol	RM55	RM8580
<i>Bactostimulant</i>	RM45	RM7020

Jadual 2. Analisis kos pengeluaran bagi produk *Bactostimulant*

Analisis kos pengeluaran	<i>Bactostimulant</i>
Tempoh penghasilan produk (bulan)	12
Purata hasil	600 L/bulan
Harga jualan	RM45
Pendapatan kasar (RM/bulan)	13,200.00
Jumlah kos pengeluaran (RM/bulan)	13,800.00
Kos pengeluaran per unit	RM23.00/L
Titik pulang modal (bulan)	306.67 L
Pendapatan bersih (RM/bulan)	13,200.00
NPV @ 10%	66,8591.40
IRR	19%
BCR	2.49
Tempoh pulang modal	Tahun pertama

Kesimpulan

Teknologi *Bactostimulant* merupakan salah satu produk alternatif biostimulan hasil penyelidikan tempatan yang boleh meningkatkan hasil tanaman cili. Teknologi ini berpotensi besar untuk diperluaskan lagi kajian dan penggunaan terhadap kesan baik lain pada tanaman cili seperti peningkatan ketahanan terhadap penyakit selain toleran terhadap perubahan cuaca.

Penghargaan

Penulis ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi, Malaysia (MOSTI) atas sokongan kewangan melalui Geran Dana RMK-11 (PRP403). Bantuan teknikal yang diberikan oleh semua staf sokongan yang terlibat amatlah dihargai.

Bibliografi

- Biebl, H., & Pfennig, N. (1981). Isolation of members of Rhodospirillaceae. Dalam: M. P. Starr, H. Stolp, H. G. Trüper, A. Balows, & H. G. Schlegel (Eds.) [<http://www.prokaryotes.com>] The Prokaryotes] Springer-Verlag Berlin 267–273.
- Emmyrafedziawati, A. K. R., & Mohd Aziz, R. (2016). Photosynthetic bacteria identification and characterization by pufM gene. *Technical Report 2016*. Crop and Soil Science Research Centre MARDI.
- Phongjarus, N., Suvaphat, C., Srichai, N., & Ritchie, R. J. (2018). Photoheterotrophy of photosynthetic bacteria (*Rhodopseudomonas palustris*) growing on oil palm and soybean cooking oils, *Environmental Technology & Innovation*, Volume 10, m.s. 290–304.
- Radhi, M. Z. A., & Emmyrafedziawati, A. K. R. (2019). Harnessing local seaweed as a plant bio-stimulant for chilli production. *Proceedings of Southeast Asia Vegetable Symposium 2019 (SEAVEG 2019)*, m.s. 180, Melaka, Malaysia, 9–11 July 2019.
- Statistik Tanaman (2022). Jabatan Pertanian Malaysia, Putrajaya.

Ringkasan

Penanaman cili adalah tanaman yang popular di Malaysia dengan tumpuan kepada varieti seperti cili padi dan cili merah (cili besar) yang ditanam di kira-kira 2,900 hektar kawasan setiap tahun untuk kegunaan segar. Kaedah fertigasi, dengan penanaman cili dalam polibeg banyak diaplikasikan di Malaysia. Pada skala komersial, ia ditanam di negeri-negeri utama seperti Johor, Perak dan Kelantan dengan peluang untuk individu memperoleh pendapatan yang besar. Walau bagaimanapun, industri cili menghadapi cabaran seperti perosak, penyakit, keadaan cuaca yang tidak menggalakkan dan hasil yang semakin berkurangan. Menariknya, cili bukan berasal dari Malaysia, tetapi dibawa pada kurun ke-16 hingga kurun ke-17 oleh penjajah Portugis, Belanda dan British. Teknologi yang ditampilkan ialah *Bactostimulant* untuk peningkatan hasil tanaman cili. Aplikasi *Bactostimulant* terhadap tanaman cili menunjukkan peningkatan hasil sebanyak 6.8% daripada kawalan. Kesimpulannya, penggunaan *Bactostimulant* boleh dianggap sebagai alternatif tempatan sumber biostimulan untuk peningkatan hasil bagi tanaman cili.

Summary

Chilli cultivation is a popular crop in Malaysia, with a focus on varieties such as paddy chillies and red chillies (large chillies). It is grown on about 2,900 hectares each year for fresh consumption. Malaysia uses the fertigation method, by planting chillies in polybags. On a commercial scale, it is grown in major states such as Johor, Perak and Kelantan with opportunities for individuals to earn substantial income. However, the chili industry faces challenges such as pests, diseases, unfavorable weather conditions and dwindling yields. Interestingly, chili are not native to Malaysia but been brought between 16th to 17th centuries by Portuguese, Dutch and British colonizers. The featured technology is *Bactostimulant* for increasing the yield of chili plants. The application of *Bactostimulant* to chili plants showed an increase in yield by 6.8% from the control. In conclusion, the use of *Bactostimulant* can be considered as a local alternative source of biostimulant for increasing yield for chilli plants.

Pengarang

Mohd Zafrul Arif Radhi

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

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: zafrul@mardi.gov.my

Emmyrafedziawati Aida Kamal Rafedzi dan Nor Hidayah Mohamad Dzani

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

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Amir Khuzairi Azman

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, MARDI Bagan Datuk

36300 Sungai Sumun, Perak