

Biofungisid komersial bagi mengawal patogen penyakit karat daun kopi (*Hemileia vastatrix*)

[Commercial biofungicide to control the pathogen of coffee leaf rust disease (*Hemileia vastatrix*)]

Amyita Witty Ugap dan Khairul Faqih Farahi Mohd

Pengenalan

Kopi merupakan salah satu tanaman penting bagi negara Brazil, Vietnam, Colombia dan Indonesia yang merupakan pengeksporth utama kopi. Namun sebagaimana tanaman lain, pokok kopi juga mudah terdedah kepada pelbagai penyakit yang boleh menjejaskan produktiviti dan memberi kesan kepada hasil dan kualiti kopi. Salah satu penyakit utama tanaman kopi adalah karat daun. Penyakit karat daun kopi adalah disebabkan oleh patogen kulat *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome yang merupakan kulat basidiomycete. Kulat ini tergolong dalam kumpulan parasit biotropik obligat iaitu hanya dapat membiak pada sel perumah hidup. *H. vastatrix* boleh menjangkiti pelbagai spesies kopi, terutamanya kopi Arabica berbanding dengan kopi Robusta dan Liberica. Penyakit karat daun kopi boleh menjangkiti bermula dari peringkat penyediaan anak benih dan anak pokok cantuman di nurseri hingga ke peringkat pertumbuhan kopi di ladang. Serangan berterusan akan mengakibatkan daun gugur dan pokok akhirnya mati.

Simptom pada tahap awal serangan berupa beberapa bintik atau tompok kecil berwarna kekuningan pada bahagian atas daun [Gambar 1(a)]. Apabila dilihat di bahagian bawah daun, pada bintik/tompok tersebut akan tumbuh spora berdebu berwarna jingga kekuningan [Gambar 1(b)]. Bintik ini awalnya berbentuk bulatan kecil dengan garis pusat kurang 0.5 cm dan membesar hingga keluasan diameter melebihi 0.5 cm. Pada tahap akhir serangan, bintik/tompok tersebut akan menjadi nekrotik dan menyebabkan daun mengering [Gambar 1(c)]. Pada lazimnya bintik/tompok dapat dilihat pada bahagian atas daun namun, bintik/tompok spora berdebu yang berwarna jingga kekuningan hanya dapat dilihat pada bahagian bawah helaian daun.



Gambar 1. Simptom penyakit karat daun (a) dan (b) Di permukaan atas dan (c) Bawah daun kopi

Pengurusan berkesan penyakit karat daun adalah amat penting dalam pengeluaran dan produktiviti kopi yang mampan. Beberapa kaedah kawalan diamalkan untuk mengatasi penyakit ini termasuklah amalan kultur, penggunaan varieti rintang penyakit dan penggunaan racun kimia. Pembangunan varieti yang rintang penyakit karat daun mengambil masa yang lama dan sukar kerana kemunculan baru patogen yang lebih rintang. Oleh itu, kawalan menggunakan racun kimia merupakan kaedah cepat dan berkesan. Walaupun kawalan racun kimia berkesan terhadap penyakit karat daun, penggunaannya yang berterusan boleh menimbulkan pelbagai masalah seperti ketoksikan kepada organisma bukan sasaran, peningkatan kerintangan patogen dan pencemaran alam sekitar yang merosakkan ekosistem akuatik serta darat akibat sisa bahan kimia. Justeru, kawalan penyakit menggunakan biofungisid merupakan alternatif yang lebih mesra alam dan lestari untuk diketengahkan berbanding dengan racun kimia dalam pengurusan penyakit karat daun.

Biofungisid adalah bahan semula jadi yang berasaskan mikroorganisma, tumbuhan atau bahan kimia yang dihasilkan oleh organisma hidup yang digunakan untuk mengawal penyakit. Mikroorganisma seperti bakteria *Bacillus subtilis* dan kulat *Trichoderma* spp. serta agen biologi lain biasanya digunakan untuk mengurangkan pertumbuhan dan pembiakan patogen penyakit. Biofungisid berinteraksi dengan patogen secara langsung atau mengaruh sistem rintangan sistemik dalam tumbuhan. Beberapa kajian di beberapa negara pengeluar kopi menunjukkan bahawa penggunaan agen biologi dan ekstrak tumbuhan komersial mampu mengawal penyakit karat daun dengan berkesan dan meminimumkan kesan negatif terhadap alam sekitar serta kesihatan manusia. Antara jenis biofungisid komersial yang telah digunakan atau diterokai untuk mengawal patogen penyakit karat daun kopi adalah seperti dalam *Jadual 1*.

Jadual 1. Jenis biofungisid komersial yang telah digunakan atau diterokai untuk mengawal patogen penyebab karat daun kopi

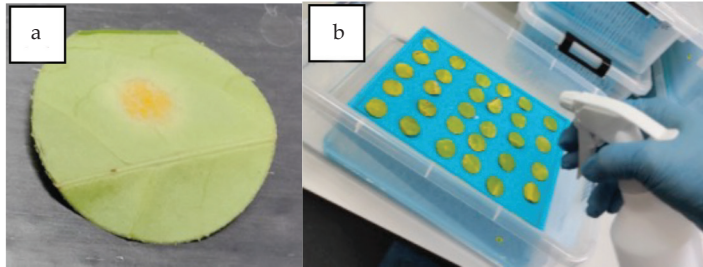
Biofungisid	Bahan aktif	Mod tindakan	Sumber
<i>Trichoderma</i> spp.	Pelbagai spesies kulat <i>Trichoderma</i>	Antagonism, persaingan, mengaruh kerintangan	Biojisim kulat
<i>Bacillus</i> spp.	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i>	Antagonism, mengaruh kerintangan sistemik	Biojisim bakteria
<i>Pseudomonas</i> spp.	Pelbagai spesies bakteria <i>Pseudomonas</i>	Antagonism, mengaruh kerintangan sistemik	Biojisim bakteria
Minyak pati	Eucalyptus, kayu manis, cengkik dan lain-lain	Antikulat, antimikrob	Tumbuh-tumbuhan
Ekstrak tumbuhan	Ekstrak neem, bawang putih, sitrus dan lain-lain	Penghalau, antimikrob	Tumbuh-tumbuhan
Kitosan	Asetilasi kitin	Mengaruh kerintangan, antimikrob	Cangkerang atau kulit udang dan ketam

Kajian keberkesanan biofungisid bagi mengawal serangan *H. vastatrix* telah dilaksanakan di peringkat makmal dan ladang di negara-negara pengeluar kopi utama di dunia. Namun, potensi biofungisid sebagai salah satu agen kawalan biologi berpotensi bagi kawalan penyakit karat daun belum diterokai secara meluas di Malaysia. Oleh itu, seiring dengan usaha terkini MARDI, penilaian keberkesanan beberapa biofungisid komersial berasaskan sumber semula jadi, seperti mikroorganisma, bahan tumbuhan dan bahan kimia yang dihasilkan oleh organisma hidup berpotensi sebagai agen antikulat kepada patogen penyebab penyakit karat daun kopi dikaji.

Penilaian keberkesanan biofungisid komersial bagi merencat pertumbuhan patogen secara in vitro

Penilaian keberkesanan biofungisid komersial bagi mengawal pertumbuhan kulat *H. vastatrix* secara in vitro dijalankan mengikut teknik 'leaf disk' daripada kaedah Eskes (1989) dengan sedikit perubahan. Daun matang yang ada pertumbuhan pustul spora kulat *H. vastatrix* (saiz 0.5 cm diameter) dipetik di ladang dan dibawa ke makmal. Daun kemudiannya dipotong kepada kepingan bulat bersaiz 2.5 cm dengan satu pustul spora kulat *H. vastatrix* pada tengah daun. Sebanyak 20 kepingan daun yang telah dipotong diletak di atas platform plastik dalam bekas bertutup berisi dengan air steril dengan pustul spora kulat menghadap ke atas sebelum disemur sehingga basah dengan biofungisid dan fungisid komersial (*Gambar 2*). Biofungisid berasaskan *Bacillus* spp., *Trichoderma harzianum*, ekstrak limau, minyak neem, kitosan (bahan yang dihasilkan daripada deasetilasi kitin yang diperolehi daripada cangkerang atau kulit haiwan laut seperti udang dan ketam) telah digunakan untuk ujian in vitro dengan kepekatan tertentu yang disyorkan (*Jadual 2*). Lapan biofungisid komersial iaitu 0.05% (g/L) Tenen BS King (*Bacillus subtilis*), 0.4% (g/L) Biofertiliser (*Bacillus amyloliquefaciens*), 0.03% (g/L) Han Jin T22 (*Trichoderma harzianum*-T22), 0.05% (g/L) Agree 50 WP (*Bacillus thuringiensis* Subsp. aizawai), 0.05% (g/L) Lipel WP (*Bacillus thuringiensis* subsp. Kurstaki strain Z-52), 0.2% (L/L) Farm Clear (ekstrak limau), 0.2% (1/1) Natural Neem Oil (minyak neem) dan 0.2% (L/L) Kitosan Plus (kitosan) disemur ke atas kepingan daun untuk melihat kesan antikulat ke atas *H. vastatrix*. Kepingan daun juga disemur dengan dua fungisid komersial iaitu 0.2% (g/L) Bordeaux mixture WP dan 1% (g/L) COC 85 WP (kuprum oksiklorida 85%). Kepingan daun tanpa sebarang rawatan dijadikan sebagai kawalan. Aktiviti kajian dijalankan dalam tiga replikasi dan diinkubasi pada suhu 28 ± 1 °C selama 14 hari. Peratus perencatan pertumbuhan kulat akan dikira mengikut persamaan berikut:

$$\frac{\text{Bilangan kepingan daun yang tiada spora } H. \text{ vastatrix}}{\text{Jumlah bilangan kepingan daun yang digunakan}} \times 100$$



Gambar 2. (a) Daun kopi dengan satu pustul spora *H. vastatrix* dipotong kepada kepingan bulat bersaiz 2.5 cm diameter dan (b) diletakkan di atas platform plastik dalam bekas bertutup berisi dengan air steril dan disembur dengan biofungisid

Jadual 2. Senarai biofungisid berasaskan mikrob dan ekstrak tumbuhan yang diuji

Biofungisid	Bahan aktif	Kepekatan
Tenen BS King	<i>Bacillus subtilis</i>	0.05% (g/L)
Biofertiliser	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	0.4% (g/L)
Han Jin T22	<i>Trichoderma harzianum</i> -T22	0.03% (g/L)
Agree 50 WP	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. aizawai	0.05% (g/L)
Lipel WP	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. Kurstaki strain Z-52	0.05% (g/L)
Farm Clear	Ekstrak limau	0.2% (L/L)
Natural Neem Oil	Minyak neem	0.2% (L/L)
Kitosan Plus	Kitosan	0.2% (L/L)
Bordeaux mixture WP	Kuprum sulfat + kalsium oksida	0.2% (g/L)
COC 85 WP	Kuprum oksiklorida 85%	1% (g/L)

Jadual 3 menunjukkan keputusan peratus perencatan pertumbuhan kulat oleh biofungisid komersial yang diuji secara in vitro. Hasil kajian mendapati peratusan perencatan pertumbuhan spora kulat *H. vastatrix* adalah sangat ketara tinggi apabila dirawat menggunakan 0.2% (L/L) Farm Clear (73%) berbanding dengan tanpa rawatan (kawalan) (0%). Namun, peratusan perencatan pertumbuhan spora kulat *H. vastatrix* menunjukkan tiada perbezaan ketara antara 0.2% (L/L) Farm Clear dengan 0.05% (g/L) Tenen BS King (45%), 0.03% (g/L) Han Jin T22 (52%), 0.05% (g/L) Lipel WP (53%) dan 0.2% (L/L) Natural Neem Oil (51%). Peratusan perencatan pertumbuhan spora kulat *H. vastatrix* juga menunjukkan tiada perbezaan ketara antara biofungisid tersebut dengan fungisid komersial iaitu 0.2% (g/L) Bordeaux mixture WP (53%) dan 1% (g/L) COC 85 WP (48%). Rawatan menggunakan 0.4% (g/L) Biofertiliser (*Bacillus amyloliquefaciens*), 0.05% (g/L) Agree 50 WP (*Bacillus thuringiensis* subsp. aizawai) dan 0.2% (L/L) dan Kitosan Plus (kitosan) pula didapati menunjukkan peratusan perencatan pertumbuhan spora kulat *H. vastatrix* yang ketara rendah (37 – 43%) berbanding dengan biofungisid lain dan didapati tidak berapa berkesan merencat pertumbuhan spora kulat *H. vastatrix*.

Biofungisid komersial berasaskan ekstrak tumbuhan seperti Farm Clear (ekstrak limau) dan Natural Neem Oil (minyak neem), serta mikrob seperti Lipel WP (*Bacillus thuringiensis* subsp. Kurstaki strain Z-52) dan Han Jin T22 (*Trichoderma harzianum*-T22), berupaya merencat pertumbuhan spora kulat *H. vastatrix* melebihi 50%. Biofungisid tersebut juga didapati setara berkesan seperti biofungisid komersial [Bordeaux mixture WP dan COC 85 WP (kuprum oksiklorida 85%)]. Penggunaan biofungisid Farm Clear didapati lebih berkesan mengawal serangan penyakit karat daun disebabkan ekstrak limau mengandungi komponen bioaktif yang berfungsi sebagai pertahanan tumbuhan kerana mempunyai sifat antikulat.

Jadual 3. Peratus perencatan pertumbuhan kulat *H. vastatrix* oleh biofungisid komersial secara in vitro

Biofungisid	Dos	Peratus perencatan pertumbuhan kulat (%)
Tenen BS King	0.05% (g/L)	45ab
Biofertiliser	0.4% (g/L)	43b
Han Jin T-22	0.03% (g/L)	52ab
Agree 50 WP	0.05% (g/L)	41bc
Lipel WP	0.05% (g/L)	53ab
Farm Clear	0.2% (L/L)	73a
Natural Neem Oil Emulsion	0.2% (L/L)	51ab
Kitosan Plus	0.2% (L/L)	37bc
Bordeaux mixture WP	0.2% (g/L)	53ab
COC 85 WP	1% (g/L)	48ab
Air suling	-	14cd
Tiada rawatan (kawalan)	-	0d

Min peratusan perencatan pertumbuhan kulat dengan huruf yang sama menunjukkan tiada perbezaan signifikan berdasarkan analisis Tukey HSD ($p < 0.05$)

Kesimpulan

Biofungisid Farm Clear (berasaskan ekstrak limau) sangat berpotensi sebagai agen kawalan biologi bagi mengawal patogen penyakit karat daun kopi (*Hemileia vastatrix*). Biofungisid lain seperti Lipel WP (berasaskan *Bacillus thuringiensis* subsp. Kurstaki strain Z-52), Han Jin T-22 (berasaskan *Trichoderma harzianum*-T22) dan Natural Neem Oil Emulsion (berasaskan ekstrak neem) juga berpotensi mengawal pertumbuhan patogen penyakit karat daun kopi. Penggunaan biofungisid komersial sebagai agen kawalan biologi dalam mengawal penyakit karat daun kopi memberikan alternatif yang lebih mampan dan selamat untuk alam sekitar dan kesihatan manusia.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada MARDI kerana membiayai aktiviti kajian ini atas peruntukan Projek Pembangunan P-IC507-C. Ucapan terima kasih juga kepada ahli-ahli projek, pegawai penyelidik dan staf yang terlibat dalam kajian ini terutamanya Dr. Mazidah Mat.

Bibliografi

- Eskes, A. B. (1989). Resistance. Dalam: Kushalapa, A. C., & Eskes, A. B. (ed.), *Coffee Rust: Epidemiology, Resistance, and Management*. CRC Press, Boca Raton, m.s. 171–291.
- Kushalappa, A. C., & Eskes, A. B. (1989) *Coffee rust: epidemiology, resistance, and management*. CRC Press.
- Zambolim, L. (2016). Current status and management of coffee leaf rust in Brazil. *Tropical Plant Pathology* 41, 1–8.

Ringkasan

Penyakit karat daun adalah merupakan penyakit utama tanaman kopi yang disebabkan oleh patogen kulat *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome. Penyakit ini berupaya menjejaskan hasil dan kualiti kopi. Oleh itu, pencegahan dan pengawalan penyakit yang berkesan sangat penting bagi memastikan industri kopi tidak terjejas. Bagi mendapatkan hasil tanaman yang optimum dan mengurangkan impak racun kimia terhadap alam sekitar, biofungisid yang berasaskan mikrob dan ekstrak tumbuhan boleh dijadikan alternatif bagi mengawal penyakit karat daun. Oleh itu, kajian ini bertujuan menilai potensi beberapa biofungisid komersial yang berasaskan mikrob dan ekstrak tumbuhan bagi mengawal penyakit karat daun kopi secara in vitro. Hasil kajian mendapati Farm Clear (berasaskan ekstrak limau) sangat berpotensi sebagai agen kawalan biologi bagi mengawal patogen penyakit karat daun kopi (*Hemileia vastatrix*). Biofungisid lain seperti Lipel WP (berasaskan *Bacillus thuringiensis* subsp. Kurstaki strain Z-52), Han Jin T-22 (berasaskan *Trichoderma harzianum*-T22) dan Natural Neem Oil Emulsion (berasaskan ekstrak neem) juga berpotensi mengawal pertumbuhan patogen penyakit karat daun kopi. Penggunaan biofungisid komersial dalam mengawal penyakit karat daun kopi merupakan alternatif yang lebih mampan dan selamat untuk alam sekitar dan kesihatan manusia.

Summary

Leaf rust disease is the main disease of coffee plants caused by the fungal pathogen *Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome. This disease can affect the yield and quality of coffee. Therefore, effective disease prevention and control are very important to ensure that the coffee industry is not affected. In order to obtain optimal crop yields and reduce the impact of chemical poisons on the environment, biofungicides based on microbes and plant extracts can be used as an alternative to control leaf rust disease. Thus, this study aims to evaluate the potential of some commercial biofungicides based on microbes and plant extracts to control coffee leaf rust disease *in vitro*. The results of the study found that Farm Clear (based on citrus extract) has great potential as a biological control agent to control the pathogen of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*). Other biofungicides such as Lipel WP (based on *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki* strain Z-52), Han Jin T-22 (based on *Trichoderma harzianum*-T22) and Natural Neem Oil Emulsion (based on neem extract) also have the potential to control the growth of coffee leaf rust pathogens. The use of commercial biofungicides to control coffee leaf rust disease is a more sustainable and safer alternative for the environment and human health.

Pengarang

Amyita Witty Ugap

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: amyita@mardi.gov.my

Khairul Faqih Farahi Mohd

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM

43400 Serdang, Selangor

