



EKSPLORASI POTENSI BAKTERI ENTOMOPATOGEN DI AREAL TANAMAN PERKEBUNAN PROVINSI KALIMANTAN UTARA

Abdul Rahim^{1*}, Roslina², Nurmaisah³, dan Muh. Adiwena⁴

^{1,2,3,&4}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Borneo Tarakan, Indonesia

*E-Mail : rahim@borneo.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.6021>

Submit: 14-09-2022; Revised: 07-10-2022; Accepted: 14-10-2022; Published: 30-12-2022

ABSTRAK: Areal budidaya tanaman perkebunan berpotensi sebagai sumber agen hayati bakteri entomopatogen. Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi bakteri entomopatogen dari berbagai lokasi di areal budidaya tanaman perkebunan, dan membandingkan potensinya di Provinsi Kalimantan Utara. Penelitian ini melakukan pengambilan sampel tanah, isolasi bakteri, dan seleksi bakteri entomopatogen dengan menggunakan serangga umpan. Jenis penelitian menggunakan metode survei terhadap potensi bakteri entomopatogen. Survei dilakukan pada tiga lokasi budidaya tanaman perkebunan yakni areal budidaya tanaman kopi di Malinau, kakao di Sebatik, dan kelapa sawit di Sebuku. Potensi dibedakan berdasarkan jumlah dan ciri-ciri makroskopis koloni isolat bakteri yang diperoleh dari masing-masing lokasi. Selanjutnya, dilakukan seleksi melalui pengujian yakni membandingkan isolat bakteri pengenceran 10^{-1} , stock, dan kontrol. Analisis hasil survei menggunakan analisis deskripsi dan pengujian potensi menggunakan uji-t. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 13 isolat bakteri, dan areal budidaya tanaman kopi di Malinau memiliki isolat bakteri tertinggi. Hasil seleksi menemukan 7 (tujuh) isolat bakteri yang berpotensi sebagai bakteri entomopatogen, dan lokasi budidaya tanaman kopi di Malinau memiliki jumlah isolat yang berpotensi sebagai entomopatogen lebih tinggi dari lokasi lainnya. Namun, isolat ST6-4U2 pengenceran 10^{-1} yang berasal dari tanah di areal perkebunan kelapa sawit di Sebuku memiliki potensi virulensi tertinggi sebagai bakteri entomopatogen.

Kata Kunci: Bakteri, Entomopatogen, Perkebunan.

ABSTRACT: Plantation areas have the potential as a source of biological agents for entomopathogenic bacteria. This study aims to determine the potential of entomopathogenic bacteria from various locations in plantation crop cultivation areas, and compare their potential in North Kalimantan Province. This study carried out soil sampling, bacterial isolation, and selection of entomopathogenic bacteria using insect baits. This type of research uses a survey method on the potential of entomopathogenic bacteria. The survey was conducted at three plantation crop cultivation locations, namely coffee cultivation areas in Malinau, cocoa in Sebatik, and oil palm in Sebuku. The potency is distinguished based on the number and macroscopic characteristics of the bacterial isolate colonies obtained from each location. Furthermore, selection was carried out through testing, namely comparing bacterial isolates with a dilution of 10^{-1} , stock, and control. Analysis of survey results using descriptive analysis and potential testing using t-test. The results showed that there were 13 bacterial isolates, and the coffee cultivation area in Malinau had the highest bacterial isolates. The selection results found 7 (seven) bacterial isolates that had the potential to be entomopathogenic bacteria, and coffee cultivation locations in Malinau had a higher number of isolates that had the potential to be entomopathogenic compared to other locations. However, isolate ST6-4U2 at dilution 10^{-1} from soil in the oil palm plantation area in Sebuku has the highest virulence potential as an entomopathogenic bacteria.

Keywords: Bacteria, Entomopathogen, Plantation.



Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).





PENDAHULUAN

Tanaman perkebunan memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan berkembang di wilayah Indonesia. Produksi tanaman perkebunan dari tahun 2012-2018 mencapai 593,800 ton untuk tanaman kakao, 722,500 ton untuk tanaman kopi, dan 40.567,200 ton untuk tanaman kelapa sawit (Badan Pusat Statistik, 2021). Sedangkan di Provinsi Kalimantan Utara, produksi tanaman kelapa sawit mencapai 303,200 ton, tanaman kakao mencapai 0,900 ton, dan tanaman kopi mencapai 0,300 ton (Badan Pusat Statistik, 2021).

Upaya meningkatkan produksi tanaman perkebunan mengalami berbagai kendala yang disebabkan oleh cuaca, Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), dan fluktuasi harga yang tidak stabil. Khususnya gangguan OPT dapat menyebabkan kehilangan hasil, misalnya hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) pada tanaman kopi menyebabkan kehilangan hasil mencapai 25% (Wiryadiputra, 2012), hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) mencapai 90% (Limbongan, 2012), dan hama ulat api dapat menurunkan produksi kelapa sawit hingga 40% (Yaherwandi & Diratika, 2020).

Pengendalian hama masih bergantung pada pengendalian kimia sintetis. Penggunaan dan ketergantungan pada penggunaan insektisida sintetis dapat menyebabkan dampak negatif, yakni kematian organisme non target, resistensi dan atau resurgensi hama target, serta residu insektisida pada produk pangan pertanian (Lestari *et al.*, 2016; Septiana, 2015). Sehingga perlu dikembangkan alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan, misalnya pengendalian hayati.

Pengendalian hayati merupakan pengendalian OPT dengan memanfaatkan makhluk hidup. Jasad renik dapat dimanfaatkan sebagai agen hayati, misalnya bakteri entomopatogen. Pemanfaatan jasad renik (mikroba) sebagai agen pengendali hayati mengalami kendala, yakni masih terbatasnya *strain*/jenis bakteri entomopatogen, *strain* bakteri yang diaplikasi ke daerah yang bukan asal eksplorasi sering mengalami kegagalan karena tidak adaptif (Zulfiana *et al.*, 2017). Menurut Salaki & Tarore (2018), pemanfaatan mikroba lokasi sebagai agen hayati memiliki kelebihan berupa lebih adaptif di lingkungan dibandingkan dengan mikroba dari daerah lainnya. Selain itu, perlu diuji efektivitas setiap isolat hasil eksplorasi sebelum dikembangkan dan diperbanyak guna pemanfaatannya sebagai pengendali atau bahan pengembangan entomopatogen.

Bakteri merupakan kelompok organisme yang terdapat bagian tanaman (daun, akar, dan batang) dan tanah di daerah pertanaman (Arsi *et al.*, 2020; Priyatno *et al.*, 2016). Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi potensi areal budidaya tanaman perkebunan di Provinsi Kalimantan Utara sebagai sumber *strain-strain* atau spesies bakteri entomopatogen. Isolat-isolat hasil eksplorasi dideskripsikan dan diuji yang berpotensi sebagai agen pengendali hama. Sehingga, eksplorasi dan pengujian potensi merupakan upaya atau kegiatan yang dapat memberi kontribusi bagi ditemukannya alternatif agen hayati sebagai pengendali hama tanaman.





METODE

Pengambilan Sampel Tanah

Penelitian menggunakan metode survei, dengan melakukan pengambilan sampel tanah pada lokasi di areal budidaya tanaman perkebunan, yakni budidaya tanaman kelapa sawit di Kecamatan Sebuku Kabupaten Nunukan, tanaman kopi di Kecamatan Malinau Utara Kabupaten Malinau, dan tanaman Kakao di Kecamatan Sebatik Kabupaten Nunukan. Sampel tanah diambil sebanyak 20 titik lokasi per lokasi dengan berat per sampel (± 100 g).

Isolasi dan Pemurnian Bakteri dari Tanah

Isolasi bakteri dari sampel tanah sebesar 1 (satu) gram dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml larutan aquades steril. Suspensi dihomogenkan dan dibuat seri pengenceran dari 10^{-1} - 10^{-4} . Hasil pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} . Diambil masing-masing 0,1 ml diratakan di atas media *Nutrient Agar* (NA). Cawan petri kemudian dibungkus dengan plastik *wrapping* dan disimpan dengan posisi terbalik. Bakteri diinkubasi selama 48 jam pada suhu kamar 28°C - 30°C .

Pemurnian bertujuan untuk memperoleh biakan murni yang diinginkan tanpa ada kontaminan. Pemilihan koloni mikroba didasarkan pada perbedaan tampilan morfologi koloni, baik dari segi warna, elevasi, maupun tekstur permukaan, sehingga diperoleh isolat murni. Pemurnian isolat bakteri dilakukan dengan cara memindahkan bakteri menggunakan metode titik dalam proses pemindahan ke dalam media NA.

Seleksi dan Karakterisasi Isolat Bakteri Berpotensi sebagai Entomopatogen

Metode seleksi dilakukan dengan menggunakan metode pengujian isolat yang diperoleh dengan menggunakan serangga umpan. Tanah sebanyak ± 50 gr dimasukkan ke dalam wadah dan secara bersamaan dimasukkan serangga umpan *Tenebrio molitor*, kemudian isolat yang diperoleh dari hasil isolasi dari tanah dilakukan pengenceran 10^{-1} lalu hasil pengenceran dimasukkan ke dalam wadah yang telah berisi tanah dan serangga umpan. Lalu diinkubasi selama 14 hari pada suhu kamar (23°C - 25°C). Takaran yang diberikan hasil pengenceran tersebut sebanyak 3 ml/wadah dengan 3 pengujian seleksi, yaitu: kontrol, *stock*, dan pengenceran 10^{-1} . Karakterisasi cendawan dilakukan berdasarkan pengamatan makroskopis koloni, yakni: permukaan, warna, tepi, dan elevasi koloni yang didapatkan dari hasil isolasi cendawan dari tanah, maupun dari serangga umpan.

Parameter dan Analisis Data

Pada penelitian ini, parameter yang diamati adalah mortalitas larva. Pengamatan mortalitas larva yang diuji dilakukan 14 hari setelah masa inkubasi. Jika ditemukan larva yang mati pada kontrol, maka dilakukan perhitungan mortalitas larva didasarkan pada formula Abbott, yakni persentase mortalitas terkoreksi (P) berdasarkan persentase mortalitas pengamatan (P^1), dan persentase mortalitas kontrol (C). Formula Abbot merupakan bagian dari koreksi terhadap adanya kematian secara alami. Formula Abbott ini digunakan pada tingkat mortalitas kontrol lebih dari 20% (Abbot dalam Umaru & Simarani, 2022). Adapun persamaannya berikut ini.



$$P = \frac{P^1 - C}{100 - C} \times 100\%$$

Data hasil eksplorasi potensi bakteri entomopatogen dari berbagai area budidaya tanaman perkebunan, yaitu: 1) karakteristik isolat bakteri dari tanah; 2) tingkat mortalitas kematian, tingkat kematian terkoreksi; dan 3) karakteristik morfologi bakteri pada serangga umpan. Analisis data menggunakan analisis deskriptif atau menggambarkan data yang telah diperoleh yang disajikan dalam bentuk tabel, histogram, diagram, dan lain sebagainya. Sedangkan, untuk membandingkan tingkat mortalitas isolat berpotensi sebagai bakteri entomopatogen, menggunakan uji nilai tengah (t_h), dengan menggunakan nilai tengah pengamatan (\bar{x}), nilai tengah populasi (μ), ragam populasi (σ), dan jumlah sampel (n). Bentuk hipotesis $H_1 : \mu \neq \mu_0$ atau tidak terdapat perbedaan antara kontrol dan isolat, dengan nilai statistik uji menggunakan sampel kecil (Mustofa, 2013). Adapun persamaannya berikut ini.

$$t_h = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s / \sqrt{n}} : \text{I th I} > t_{(\alpha/2; db = n-1)}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri dari Tanah di Area Perkebunan

Hasil isolasi mikroba terhadap 60 sampel tanah menggunakan media NA di area perkebunan mendapatkan 13 isolat. Pada lokasi Malinau dan Sebuku diperoleh masing-masing 5 isolat, sedangkan pada lokasi Sebatik diperoleh 3 isolat (Tabel 1). Hal ini disebabkan faktor lingkungan budidaya tanaman perkebunan, diantaranya kondisi tanah, yang sangat mendukung pertumbuhan bakteri. Kondisi tanah yang subur dari sisa-sisa tanaman dan tutupan tajuk tanaman perkebunan menjaga kelembaban tanah, sehingga mendukung bakteri dapat tumbuh dan berkembang.

Tabel 1. Karakter Morfologi Makroskopis Hasil Isolasi dari Tanah di Area Lokasi Perkebunan.

Lokasi/ Tanaman	Kode Isolat	Karakteristik Morfologi			
		Warna	Tepi	Permukaan	Bentuk
Sebatik (Kakao)	KT8-3U1	Putih Kekuningan	Datar	Cembung	Bundar
	KT6-3U2	Putih Kekuningan	Tidak Teratur	Datar	Tidak Teratur
	KT2-3U1	Putih Kekuningan	Datar	Cembung	Bundar
Sebuku (Kelapa Sawit)	ST18-3U1	Putih	Datar	Cembung	Bundar
	ST5-4U2	Putih	Tidak Teratur	Cembung	Tidak Teratur
	ST6-3U2	Putih Kekuningan	Tidak Teratur	Datar	Tidak Teratur
	ST6-4U2	Putih	Tidak Teratur	Datar	Tidak Teratur
Malinau (Kopi)	ST5-3U1	Putih	Tidak Teratur	Cembung	Tidak Teratur
	MT13-4U2	Putih	Tidak Teratur	Datar	Tidak Teratur
	MT4-3U2	Putih	Tidak Teratur	Datar	Tidak Teratur
	MT15-3U2	Putih	Datar	Cembung	Bundar
	MT15-3U1	Putih	Tidak Teratur	Datar	Bundar
	MT11-3U1	Putih	Tidak Teratur	Cembung	Tidak Teratur



Pada penelitian ini juga menunjukkan hasil perbedaan jumlah isolat antara satu daerah dengan daerah lainnya. Pada lokasi Malinau dan Sebuku diperoleh masing-masing 5 isolat, sedangkan pada lokasi Sebuku diperoleh 3 isolat. Hal ini diduga karena perbedaan tipe kanopi (tajuk) tanaman kopi, kakao, dan kelapa sawit dapat mempengaruhi kondisi iklim mikro, diantaranya suhu dan kelembaban di setiap lokasi.

Menurut Riyanti & Purnamawati (2015), sistem pertanian misalnya pertanian organik mendorong penggunaan pupuk organik yang cukup tinggi, sehingga menambahkan nutrisi bagi mikroba di dalam tanah untuk mampu bertahan dan berkembang. Hasil penelitian lainnya menunjukkan tanah yang memiliki kesuburan atau bahan organik tinggi mendukung nutrisi dan pertumbuhan bakteri *Bacillus sphaericus*, namun tidak berhubungan dengan virulensi dari bakteri tersebut. Selanjutnya, Akhmad *et al.* (2017) menyatakan bahwa *Bacillus thuringiensis* lebih banyak diperoleh pada sekitar daerah berair (saluran air) di ekosistem hutan, serta tempat pengambilan sampel kurang mendapatkan sinar matahari.

Hasil seleksi menunjukkan dari 13 isolat bakteri, namun hanya 10 isolat bakteri yang dapat diuji lanjut atau berpotensi sebagai bakteri entomopatogen, yaitu lokasi Sebatik sebanyak 3 isolat, lokasi Sebuku 3 isolat, dan lokasi Malinau sebanyak 4 isolat. Kondisi lokasi budidaya memiliki kelembaban yang tinggi sehingga diduga banyak mikroorganisme, termasuk bakteri yang berpotensi sebagai entomopatogen maupun bakteri non entomopatogen pada habitat tersebut. Hasil penelitian identifikasi dan inventarisasi patogen tular tanah di areal budidaya menemukan bakteri yang berbeda satu lokasi dengan lainnya atau sebaran mikroba berbeda (Mukrin *et al.*, 2019; Pambudi *et al.*, 2017). Hasil penelitian lainnya, pada sekitar perakaran dan bahan organik terdapat 74 isolat bakteri, namun hanya 18 isolat yang berperan sebagai bakteri antagonis (Sukmawati, 2013). Akhmad *et al.* (2017) menyatakan hubungan patogen-inang bersifat spesifik. Hal ini kemudian berpengaruh pada proses pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba dalam tubuh inang.

Seleksi Potensi Cendawan Entomopatogen

Hasil seleksi menunjukkan tingkat mortalitas terkoreksi antara 0% - 100%. Selain itu, mengacu pada formula Abbot, tidak terdapat isolat yang tingkat kematian kontrol mencapai 20%. Selanjutnya, isolat dari lokasi Malinau (tanaman kopi), tingkat kematian terkoreksi antara 46% - 100%. Isolat MT13-4U2 tanpa pengenceran (*stock* atau 10^{-1}) memiliki persentase kematian tertinggi, yakni mencapai 100%. Sedangkan, tingkat kematian terkoreksi terendah pada isolat MT4-3U2 dan MT15-3U2 pada pengenceran 10^{-1} (Tabel 2).

Hasil seleksi pada isolat asal Sebatik (tanaman kakao) menunjukkan tingkat kematian terkoreksi antara 26,3% - 73,3%. Selanjutnya, isolat KT8-3U1 dan KT6-3U2 tanpa pengenceran memiliki persentase kematian tertinggi. Sedangkan, tingkat kematian terkoreksi terendah pada isolat KT8-3U1 tanpa pengenceran 10^{-1} sebesar 26,7% (Tabel 2). Tingkat kematian terkoreksi isolat dari asal lokasi di Sebuku antara 20% - 100%. Selanjutnya, tingkat kematian terkoreksi tertinggi yakni isolat ST6-4U2 tanpa pengenceran (*stock*) sebesar 100%.





Selanjutnya, tingkat kematian terkoreksi terendah pada isolat ST18-3U1 pengenceran 10^{-1} sebesar 20% (Tabel 2).

Berdasarkan seleksi terhadap 10 isolat, diperoleh tingkat mortalitas tertinggi mencapai 100% dan mortalitas terendah 60% selama waktu 14 hari. Tingkat mortalitas yang mencapai 100% yaitu pada lokasi Sebuku dan Malinau. Suhartono *et al.* (2022) mendapatkan delapan isolat bakteri entomopatogen. Selain itu, terdapat dua isolat yakni IBE 04 dan IBE memiliki kemampuan membunuh larva masing-masing mencapai 94% dan 84%. Menurut Wardati *et al.* (2013), toksisitas agen hayati disebabkan pengaruh proses fisiologi dan biokimia yang terdiri dari kemampuan penetrasi agen hayati melalui integumen atau dinding saluran pencernaan. Selanjutnya, berpindah ke bagian organ tubuh sasaran, terjadi pengikatan dan penyimpanan pada jaringan tubuh tertentu.

Tabel 2. Tingkat Kematian Larva pada Uji Potensi Entomopatogen dari Isolat Asal Tanah di Area Tanaman Perkebunan.

Asal Lokasi/ Kode Isolat	Mortalitas (%)			Persentase Mortalitas Terkoreksi*	
	Kontrol	Stock	Pengenceran 10^{-1}	Stock	Pengenceran 10^{-1}
Malinau (Tanaman Kopi)					
MT13-4U2	0.0	100.0	60.0	100.0	60.0
MT4-3U2	0.0	73.3	46.7	73.3	46.7
MT15-3U2	0.0	73.3	46.7	73.3	46.7
MT15-3U1	0.0	53.3	60.0	53.3	60.0
MT11-3U1	0.0	60.0	73.3	60.0	73.3
Sebatik (Tanaman Kakao)					
KT8-3U1	0.0	73.3	26.7	73.3	26.7
KT6-3U2	0.0	73.3	33.3	73.3	33.3
KT2-3U1	0.0	60.0	53.3	60.0	53.3
Sebuku (Tanaman Kelapa Sawit)					
ST18-3U1	0.0	46.7	20.0	46.7	20.0
ST5-4U2	0.0	53.3	46.7	53.3	46.7
ST6-3U2	0.0	66.7	20.0	66.7	20.0
ST6-4U2	0.0	100.0	86.7	100	86.7
ST5-3U1	0.0	86.7	73.3	86.7	73.3

Keterangan: *Formula Abbot.

Hasil seleksi juga menunjukkan serangga umpan masih hidup dan melakukan aktivitasnya, seperti ganti kulit dan warna kulit *orange* pada perlakuan kontrol. Sedangkan, serangga umpan yang mengalami gangguan fisiologis ditunjukkan dengan kulit berwarna *orange* kehitam-hitaman, tubuh lembek, berbau busuk, dan kematian pada larva (Gambar 1).



Gambar 1. Ciri-ciri Kematian Serangga Seleksi Isolat Cendawa.

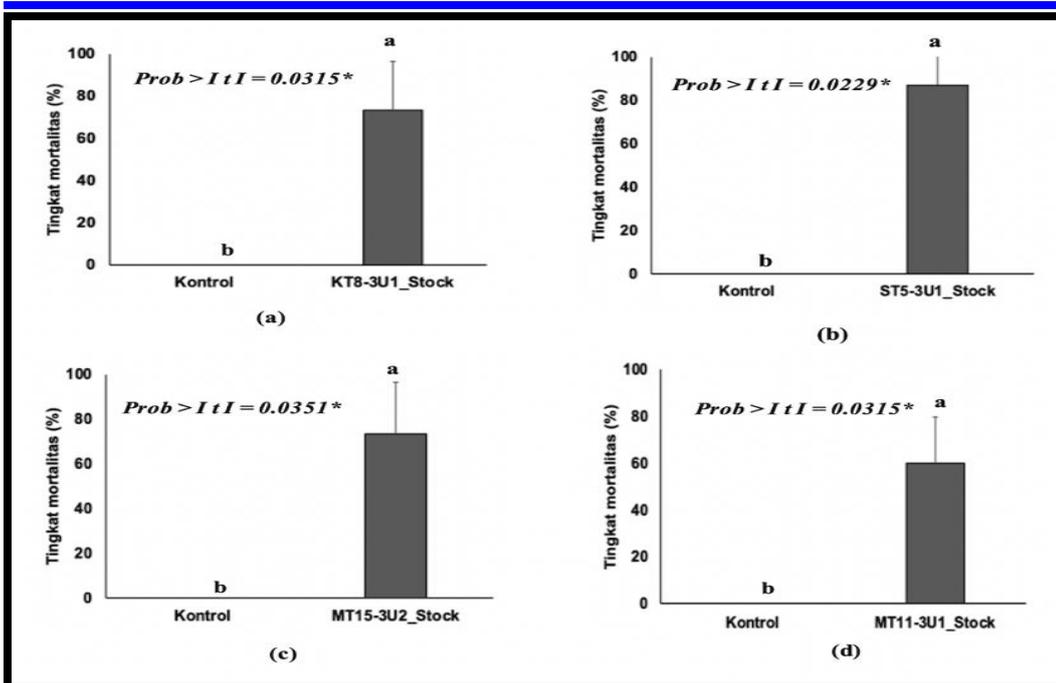
Berdasarkan gejala tersebut, diduga isolat merupakan genus *Bacillus* spp. Menurut Tampubolon *et al.* (2013), serangga yang terinfeksi *Bacillus thuringiensis* akan mengalami kehilangan nafsu makan, pergerakan yang lambat, dan dari mulut dan anus akan keluar cairan. Pada serangga mati terlihat warna kulit berwarna hitam, tubuh mengkerut, lunak, dan busuk. Beberapa hari setelah kematian, serangga menjadi kering dan kecil.

Isolat yang berpotensi sebagai bakteri entomopatogen, umumnya pada tanpa pengenceran (*stock*) yakni terdapat 7 (tujuh) isolat KT2-3U1, ST6-4U2, MT13-4U2, KT8-3U1, ST5-3U1, MT15-3U2, dan MT11-3U1 dengan tingkat mortalitas antara 60% - 100%. Sedangkan, isolat pengenceran 10^{-1} terdapat KT2-3U1, ST6-4U2, ST5-3U1, MT13-4U2, MT15-3U1, dan MT11-3U1 dengan tingkat mortalitas antara 60% - 86%.

Menurut Akhmad *et al.* (2017), semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi jumlah sel bakteri *Bacillus thuringiensis* yang termakan oleh ulat *Plutella xylostella*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kepadatan populasi bakteri merupakan faktor penting dalam menentukan mortalitas serangga uji. Namun demikian, pada penelitian ini ST6-4U2 memiliki potensi lebih tinggi, karena dengan pengenceran 10^{-1} atau kerapatan lebih rendah dari ketiga perlakuan tersebut mampu menyebabkan tingkat mortalitas mencapai 86,7%.

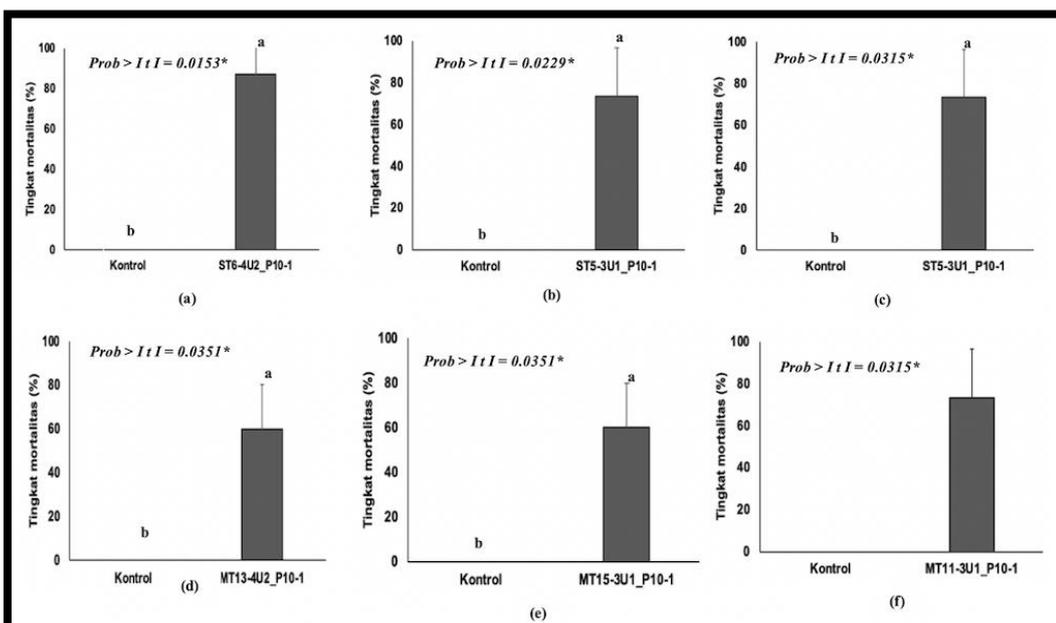
Khaeruni & Gusnawaty (2012) menemukan bahwa bakteri entomopatogen *Bacillus thuringiensis* memiliki nilai mortalitas antara 60-100% pada pengamatan tujuh hari setelah aplikasi. Pada penelitian lainnya, Salaki & Tarore (2018) menggunakan konsentrasi $1,5 \times 10^7$ spora/ml entomopatogen untuk membunuh serangga uji hingga 100%, dengan ciri-ciri serangga uji berubah perilakunya menjadi lamban, berhenti makan, diare, dan setelah mati berbau busuk. Larva berubah warna menjadi gelap dan semakin mengecil. Hasil penelitian Arsi *et al.* (2019) menggunakan spora bakteri isolat PUM pada konsentrasi 1×10^6 sel/mL untuk mematikan 73,33-100% populasi hama *Spodoptera litura*.

Analisis statistik dilakukan terhadap seluruh isolat, kecuali pada isolat yang tingkat kematian terkoreksi mencapai 100% dan kontrol 0%, yakni isolat tanpa pengenceran (*stock*) KT2-3U1, ST6-4U2, dan MT13-4U2. Hasil penelitian lainnya menunjukkan terdapat 4 (empat) isolat tanpa pengenceran yang memiliki nilai tengah tidak sama dengan isolat kontrol, yaitu isolat KT8-3U1, ST5-3U1, MT15-3U2, dan MT11-3U1 (Gambar 2).



Gambar 2. Nilai Tengah Isolat Tanpa Pengenceran (Stock) dan Kontrol. a) KT8-3U1; b) ST5-3U1; c) MT15-3U2; dan d) MT11-3U1.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat 6 isolat pengenceran 10^{-1} yang memiliki nilai tengah tidak sama yang nyata dengan isolat kontrol, yaitu isolat KT2-3U1, ST6-4U2, ST5-3U1, MT13-4U2, MT15-3U1, dan MT11-3U1 (Gambar 3).



Gambar 3. Nilai Tengah Isolat Tanpa Pengenceran 10^{-1} dan Kontrol. a) KT2-3U1; b) ST6-4U2; c) ST5-3U1; d) MT13-4U2; e) MT15-3U1; dan f) MT11-3U1.



Lokasi penelitian berpotensi sebagai sumber *strain* baru dari bakteri entomopatogen. Hal ini dibuktikan pada serangga umpan yang terinfeksi bakteri bergejala warna tubuh kehitam-hitaman, tubuh lembek, dan berbau busuk. Timbulnya warna hitam disebabkan karena bakteri tumbuh sampai ke bagian *haemokoel*, sehingga sel-sel darah menjadi keracunan. Hal ini sesuai dengan pendapat Akhmad *et al.* (2017) menyatakan bahwa ulat yang terinfeksi bakteri entomopatogen pada akhirnya akan mati dan tubuh ulat menjadi warna kehitam-hitaman dan tubuhnya lembek bila disentuh atau kulit ulat akan pecah, serta mengeluarkan cairan berwarna hitam dan berbau busuk.

SIMPULAN

Bakteri berpotensi sebagai entomopatogen di area budidaya tanaman perkebunan berjumlah 7 (tujuh) isolat. Selain itu, isolat ST6-4U2 paling berpotensi sebagai entomopatogen dengan virulensi sebesar 86,7% - 100%. Terdapat perbedaan potensi bakteri entomopatogen antara areal budidaya tanaman perkebunan. Areal tanaman kopi di Malinau memiliki potensi jumlah isolat lebih besar dari lokasi lainnya. Namun, potensi isolat yang memiliki virulensi tertinggi, berasal dari lokasi tanaman kelapa sawit di Sebuku.

SARAN

Isolat yang berpotensi sebagai bakteri dapat diuji perbanyakannya pada berbagai media tumbuh, serta melakukan pengujian uji seleksi dan patogenisitas pada serangga uji yang lebih beragam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada civitas akademika Fakultas Pertanian, Universitas Borneo Tarakan, serta pihak PT. FAP-Agri, Kelompok Tani Kakao di Kecamatan Sebatik, dan Kelompok Tani Kopi di Kecamatan Malinau Utara yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Akhmad, G., Ilhamiyah, I., dan Achmad, J. (2017). *Bacillus thuringiensis: Biologi, Isolasi, Perbanyakan dan Cara Aplikasinya*. Banjarmasin: Pustaka Banua.
- Arsi, Pujiastuti, Y., Herlinda, S., Suparman, S.H.K., dan Gunawan, B. (2019). Efikasi Bakteri Entomopatogen *Bacillus thuringiensis* Barliner sebagai Agens Hayati *Spodoptera litura* Fabricus pada Lahan Pasang Surut dan Rawa Lebak. In *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (pp. 254-263). Palembang, Indonesia: Universitas Sriwijaya.
- Arsi, Pujiastuti, Y., Kusuma, S.S.H., dan Gunawan, B. (2020). Eksplorasi, Isolasi dan Identifikasi Jamur Entomopatogen yang Menginfeksi Serangga Hama. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(2), 70-76.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Retrieved September 21, 2021, from Produksi Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman di Indonesia. Interactwebsite: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/839>.





- Khaeruni, A., dan Gusnawaty, H. (2012). Penggunaan *Bacillus* spp. sebagai Agen Biokontrol untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai. *Agroteknos*, 2(3), 182-189.
- Lestari, M.S., Himawan, T., dan Retnowati, R. (2016). Potensi Ekstrak *Piper methysticum* (Piperaceae) sebagai Insektisida Botani untuk Pengendalian Hama *Plutella xylostella*. *Sains & Matematika*, 3(1), 26-32.
- Limbongan, J. (2012). Karakteristik Morfologis dan Anatomis Klon Harapan Tahan Penggerek Buah Kakao sebagai Sumber Bahan Tanam. *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(1), 14-20.
- Mukrin, M., Yusran, Y., dan Toknok, B. (2019). Populasi Fungi dan Bakteri Tanah pada Lahan Agroforestri dan Kebun Campuran di Ngata Katuvua Dongi-Dongi Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah. *Forest Sains*, 16(2), 77-84.
- Mustafa, A. (2013). *Uji Hipotesis Statistik*. Yogyakarta: Gapura Publishing.
- Pambudi, A., Noriko, N., dan Sari, E.P. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah di Kecamatan Medan Satria dan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 3(4), 187-195.
- Priyatno, T.P., Samudra, I.M., Manzila, I., Susilowati, D.N., dan Suryadi, Y. (2016). Eksplorasi dan Karakterisasi Entomopatogen Asal Berbagai Inang dan Lokasi. *Berita Biologi*, 15(1), 69-79.
- Riyanti, S., dan Purnamawati, H. (2015). Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati serta Reduksi Pupuk NPK terhadap Ketersediaan Hara dan Populasi Mikroba Tanah pada Tanaman Padi Sawah Musim Tanam Kedua di Karawang, Jawa Barat. *Buletin Agrohorti*, 3(3), 330-339.
- Salaki, C.L., dan Tarore, D. (2018). Prospek Pemanfaatan Biopestisida Bakteri Entomopatogenik Isolat Lokal sebagai Agen Pengendali Hayati Hama Tanaman Sayuran. *Eugenia*, 24(2), 97-104.
- Septiana, E. (2015). Jamur Entomopatogen Potensi dan Tantangan sebagai Insektisida Alami terhadap Serangga Perusak Tanaman dan Vektor Penyakit Manusia. *Biotrends*, 6(1), 28-31.
- Suhartono, Yasmin, Y., dan Azizah, N. (2022). Biopotensi Bakteri Entomopatogen Isolat Lokal sebagai Pengendali Hayati Larva *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(2), 182-190.
- Sukmawati, S. (2013). Keragaman Bakteri dari Beberapa Jenis Rizosfer dan Bahan Organik serta Efektifitasnya terhadap Patogen Penyebab Penyakit Layu pada Kentang secara *In-Vitro*. *Thesis*. Universitas Hasanuddin.
- Tampubolon, D.Y., Pangestingsih, Y., Zahara, F., dan Manik, F. (2013). Uji Patogenesis *Bacillus thuringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* Fabr. (Lepidoptera: Noctuidae) di Laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 1(3), 783-793.
- Umaru, F.F.; and Simarani, K. (2022). Efficacy of Entomopathogenic Fungal Formulations Against *Elasmolomus pallens* (Dallas) (Hemiptera:



- Rhyparochromidae) and Their Extracellular Enzymatic Activities. *Toxins*, 14(9), 584-597.
- Wardati, I., Erawati, D.N., Triwidiarto, C., dan Fisdiana, U. (2013). Potensi Pengendalian dengan Berbagai Agens Hayati pada Hama Penggerek Pucuk Kapas (*Gossypium Hirsutum* L.). *Agritrop: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 11(1), 81-88.
- Wiryadiputra, S. (2012). Keefektifan Insektisida Cyantraniliprole terhadap Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) pada Kopi Arabika. *Pelita Perkebunan*, 28(2), 100-110.
- Yaherwandi, Y., dan Diratika, M. (2020). Kelimpahan Kepik Predator (Hemiptera: Reduviidae) di Daerah Endemik Serangan Ulat Api pada Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20(1), 1-10.
- Zulfiana, D., Krishanti, N.P.R.A., Wikantyo, B., dan Zulfitri, A. (2017). Bakteri Entomopatogen sebagai Agen Biokontrol terhadap Larva *Spodoptera Litura* (F.). *Berita Biologi*, 16(1), 13-21.