Jurnal Ilmiah Mahasiswa AGROKOMPLEK
Online https://journal.unram.ac.id/index.php/jima
|E-ISSN 2830-3431|

Vol. 5, No. 4, pp: 812 - 820
November 2026
DOI: https://doi.org/10.29303/xpt60987

Eksplorasi dan Karakterisasi Awal Bakteri Tanah Pertanaman Jagung serta Pengujian Mortalitasnya terhadap Larva *Tenebrio molitor*

Exploration and Preliminary Characterization of Soil Bacteria in Corn Fields and Testing of Their Mortality Effects on Tenebrio molitor Larvae

Ervina Anandhita[1], Siti Latifatus Siriyah[1]*, Nurcahyo Widyodaru Saputro[1]

[1](*Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia.*

**corresponding author, email: sitilatifatuss@staff.unsika.ac.id*

ABSTRAK

Eksplorasi bakteri asal tanah pertanaman jagung berpotensi menghasilkan isolat yang dapat dikembangkan sebagai agens pengendali hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkarakterisasi bakteri asal tanah pertanaman jagung di Desa Cibalongsari, Kabupaten Karawang serta menguji potensinya terhadap mortalitas larva *Tenebrio molitor*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 12 perlakuan diulang sebanyak tiga kali, yang terdiri atas 10 isolat (UNSIKA.CB 1 sampai UNSIKA.CB 10), kontrol negatif (akuades steril), dan kontrol positif (*Bacillus thuringiensis*). Uji mortalitas dilakukan dengan metode *food dipping* dan diamati selama delapan hari setelah aplikasi (HSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 10 isolat memiliki karakter morfologi yang beragam. Sebanyak delapan isolat tergolong Gram positif dan dua isolat Gram negatif, dengan bentuk sel didominasi oleh basil. Kerapatan bakteri antar isolat bervariasi, yaitu berkisar antara $3{,}10 \times 10^7$ hingga $2{,}54 \times 10^9$ CFU mL^{-1}. Pada 8 HSA, mortalitas tertinggi diperoleh pada UNSIKA.CB 9 sebesar 40,00%, diikuti UNSIKA.CB 10 sebesar 33,33%, UNSIKA.CB 5 serta UNSIKA.CB 8 sebesar 30,00%, dan UNSIKA.CB 2 sebesar 23,33%, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan mortalitas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa isolat bakteri asal tanah pertanaman jagung memiliki potensi terhadap mortalitas larva *Tenebrio molitor.*

Kata kunci: agens hayati; bakteri entomopatogen; karawang; pencelupan pakan; ulat hongkong

ABSTRACT

Exploration of soil bacteria from corn fields has the potential to yield isolates that can be developed as biological control agents. This study aimed to explore and characterize soil bacteria from corn fields in Cibalongsari Village, Karawang Regency, and to test their potential for inducing mortality in Tenebrio molitor larvae. The study used a single-factor completely randomized design (CRD) with 12 treatments replicated three times, consisting of 10 isolates (UNSIKA.CB1 through UNSIKA.CB10), a negative control (sterile distilled water), and a positive control (Bacillus thuringiensis). Mortality tests were conducted using the food-dipping method and observed for eight days after application (DAA). The results showed that the 10 isolates exhibited diverse morphological characteristics. Eight isolates were Gram-positive and two were Gram-negative, with cell shapes predominantly bacillary. Bacterial density varied among isolates, ranging from $3{,}10 \times 10^7$ to $2{,}54 \times 10^9$ CFU mL^{-1}. At 8 DAA, the highest mortality rate was observed in UNSIKA.CB 9 at 40,00%, followed by UNSIKA.CB 10 at 33,33%, UNSIKA.CB 5 and UNSIKA.CB 8 at 30,00%, and UNSIKA.CB 2 at 23,33%, while the negative control showed no mortality. These results indicate that bacterial isolates from corn field soil have the potential to induce mortality in Tenebrio molitor larvae.

***Keywords**: biological agents; entomopathogenic bacteria; food dipping; karawang; mealworm*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris di kawasan Asia dengan kondisi tanah yang subur mampu menghasilkan berbagai komoditas hasil pertanian, salah satunya tanaman jagung (*Zea mays* L.) (Melia *et al.*, 2023). Jagung merupakan komoditas penting di Indonesia yang produktivitasnya kerap terganggu oleh organisme pengganggu tanaman (OPT) (Parawansa, 2024). Serangan OPT yang tidak tertangani dengan baik dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen secara signifikan (Arsi *et al.*, 2024).

Pengendalian OPT saat ini masih banyak menggunakan pestisida sintetik karena penggunaannya praktis dan memberikan hasil yang cepat. Penggunaan pestisida sintetik secara berlebihan dapat menyebabkan resistensi hama, pencemaran tanah dan air, residu kimia, serta berdampak terhadap organisme non-target (Alengebawy *et al*., 2021). Pestisida sintetik juga dapat memengaruhi mikroba tanah yang berperan dalam penyediaan unsur hara dan kesuburan tanah (Hamdani & Susanto, 2020). Pengendalian hayati dengan memanfaatkan mikroorganisme dapat digunakan sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dan mendukung sistem pertanian berkelanjutan (Haq *et al*., 2024).

Tanah merupakan habitat berbagai mikroorganisme yang berpotensi sebagai agens hayati. Daerah sekitar perakaran tanaman mendukung aktivitas mikroorganisme, termasuk bakteri yang berpotensi sebagai entomopatogen (Jiang *et al.*, 2024). Ekosistem lahan pertanaman jagung memiliki keragaman mikroba tanah yang dinamis dan berperan penting dalam menekan penyakit tanaman (Shi *et al*., 2025), namun pemanfaatannya sebagai sumber agens pengendali hayati yang spesifik belum banyak dieksplorasi secara optimal. Eksplorasi bakteri pada tanah pertanaman jagung di Karawang dilakukan untuk memperoleh isolat lokal yang adaptif terhadap kondisi lingkungan setempat.

Bakteri entomopatogen merupakan salah satu agens hayati yang mampu menyebabkan penyakit dan kematian pada serangga melalui mekanisme biologis tertentu. Salah satu bakteri entomopatogen yang banyak dimanfaatkan adalah *Bacillus thuringiensis* yang mampu menghasilkan kristal protein bersifat toksik terhadap larva serangga (Indriyani *et al*., 2025). Dalam penelitian ini, larva *Tenebrio molitor* dipilih sebagai organisme model untuk penapisan (*screening*) awal potensi patogenisitas isolat karena mudah dibudidayakan dan memungkinkan evaluasi efektivitas isolat secara efisien di laboratorium (Petronio *et al*., 2022). Pengujian mortalitas pada *T. molitor* ini berfokus untuk seleksi awal spektrum luas sebagai penentu kandidat isolat sebelum uji lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkarakterisasi secara awal bakteri asal tanah pertanaman jagung di Kabupaten Karawang, menguji pengaruhnya terhadap mortalitas larva *Tenebrio molitor*, serta mengetahui karakteristik bakteri yang berpotensi sebagai agens hayati.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan pada April hingga Juni 2026. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada satu lahan pertanaman jagung di Desa Cibalongsari, Kecamatan Klari, Kabupaten Karawang. Isolasi bakteri dan pengujian patogenisitas terhadap larva *Tenebrio molitor* dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Laboratorium Tanah, Kampus 2 Universitas Singaperbangsa Karawang.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa: *Thinwall*, sekop, spidol, bunsen, tabung centrifuge, tabung reaksi, aluminium foil, kain kasa, kertas bekas, mikropipet, mikropipet tip, *autoclave*, *laminar air flow*, batang L, gelas ukur, jarum ose, cawan petri, *erlenmeyer*, botol selai, botol semprot, tisu, vortex, *magnetic stirrer*, kamera ponsel, *thermohygrometer*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa: Sampel tanah Tanaman Jagung Kabupaten Karawang, *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), akuades, alkohol 70%, alkohol 95%, spirtus, larutan garam 0,85%, serangga uji ulat hongkong (*Tenebrio molitor*), pakan daun pakcoy, kristal violet, iodin, safranin, kapas, kantong plastik steril, platik wrap, plastik tahan panas, sarung tangan latex, masker, karet, kertas label.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yang terdiri atas 12 perlakuan dengan tiga kali ulangan, sehingga diperoleh 36 unit percobaan. Setiap unit percobaan berupa satu wadah plastik *thinwall* steril terpisah berisi 10 ekor larva *Tenebrio molitor*, dengan wadah sebagai unit percobaan dan larva di dalamnya sebagai subsampel pengamatan.

Tabel 1. Perlakuan Uji Mortalitas Isolat Bakteri terhadap Serangga Uji *Tenebrio molitor*

Kode	Keterangan	Umur Isolat
KN	Kontrol Negatif (Akuades)	-
UNSIKA.CB 1	Isolat Bakteri 1	24 jam
UNSIKA.CB 2	Isolat Bakteri 2	24 jam
UNSIKA.CB 3	Isolat Bakteri 3	24 jam
UNSIKA.CB 4	Isolat Bakteri 4	24 jam
UNSIKA.CB 5	Isolat Bakteri 5	24 jam
UNSIKA.CB 6	Isolat Bakteri 6	24 jam
UNSIKA.CB 7	Isolat Bakteri 7	24 jam
UNSIKA.CB 8	Isolat Bakteri 8	24 jam
UNSIKA.CB 9	Isolat Bakteri 9	24 jam
UNSIKA.CB 10	Isolat Bakteri 10	24 jam
KP	Kontrol Positif (*Bacillus thuringiensis*)	24 jam

Isolat bakteri diaplikasikan menggunakan metode *food dipping* dengan mencelupkan pakan ke dalam suspensi bakteri, kemudian diberikan kepada larva *Tenebrio molitor*.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji DMRT 5% apabila terdapat perbedaan nyata. Nilai LT_{50} dianalisis menggunakan analisis probit.

Pelaksanaan Percobaan

Penelitian diawali dengan pembuatan media *Nutrient Agar* (NA) yang dilarutkan sebanyak 14 g dalam 500 mL akuades, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C dan tekanan 1,5 atm selama 15 menit (Moulia, 2019). Pengambilan sampel tanah diambil menggunakan sekop dari tiga titik berbeda, dengan masing-masing diambil sebanyak 50 g hingga diperoleh total sebanyak 150 g. Peralatan yang digunakan untuk pengambilan sampel harus dalam keadaan bersih, dan sampel tanah yang diambil dibersihkan dari sisa-sisa tanaman.

Isolasi bakteri asal tanah dilakukan menggunakan metode Ohba & Aizawa (1986), yaitu sebanyak 1 g tanah komposit dilarutkan ke dalam 9 mL NaCl 0.85% steril, dihomogenkan, dan dipanaskan pada suhu 80 °C selama 10 menit (Khamid & Siriyah, 2018). Perlakuan pemanasan ini dilakukan untuk menyeleksi bakteri pembentuk endospora atau bakteri tahan panas. Suspensi tanah selanjutnya diencerkan secara bertingkat hingga 10^{-5}, kemudian sebanyak 0,1 mL ditumbuhkan pada media NA menggunakan metode *spread plate* dan diinkubasi pada suhu 28–30°C selama 48 jam (Kasiyati *et al*., 2023).

Koloni dengan karakter morfologi berbeda dipindahkan secara aseptis menggunakan jarum ose di *Laminar Air Flow*, lalu diinokulasikan pada media NA baru melalui metode gores kuadran untuk tahap purifikasi hingga diperoleh koloni tunggal. Isolat yang sudah tumbuh kemudian dikarakterisasi morfologinya secara makroskopis meliputi bentuk, tepian, elevasi, warna, ukuran, dan permukaan. Pengamatan isolat secara mikroskopis dilakukan dengan pewarnaan Gram menggunakan kristal violet, lugol, alkohol, dan safranin.

Selanjutnya, isolat murni dilarutkan dalam media cair *Nutrient Broth* (NB) dan diinkubasi menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 24 jam, lalu kerapatan koloninya dihitung pada media NA dalam satuan CFU mL^{-1}. Pengujian mortalitas larva *Tenebrio molitor* dilakukan melalui metode *food dipping* dengan mencelupkan pakan daun pakcoy (5 cm × 5 cm) selama satu menit ke dalam ±20 mL suspensi bakteri dengan wadah cawan petri steril. Pakan tersebut diberikan kepada 10 larva *T. molitor* per unit percobaan dan diamati selama 8 hari, dengan kontrol negatif berupa akuades steril dan kontrol positif berupa *Bacillus thuringiensis* (Juliasaputri *et al*., 2026).

Variabel Pengamatan

Pengamatan morfologi koloni dilakukan secara visual dengan mengamati karakter koloni yang meliputi warna, bentuk, ukuran, elevasi, tepian, dan permukaan koloni. Karakteristik morfologi tersebut digunakan sebagai dasar identifikasi awal serta untuk membedakan antar isolat bakteri. Isolat bakteri yang dipilih untuk uji morfologis merupakan isolat yang diduga memiliki potensi sebagai agens pengendali hayati terhadap larva *Tenebrio molitor*.

Pengamatan pewarnaan Gram dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik bakteri berdasarkan sifat dinding selnya. Preparat bakteri yang telah melalui proses pewarnaan Gram diamati menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100× menggunakan minyak imersi. Hasil pengamatan ditentukan berdasarkan warna sel bakteri yang tampak di bawah mikroskop, di mana bakteri yang berwarna ungu diklasifikasikan sebagai bakteri Gram positif, sedangkan bakteri yang berwarna merah diklasifikasikan sebagai bakteri Gram negatif (Rahmatullah *et al*., 2021).

Perhitungan kerapatan sel bakteri dilakukan berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh pada hasil pengenceran. Kultur bakteri ditumbuhkan dalam media *Nutrient Broth* (NB) dan diinkubasi menggunakan *shaker* selama 24 jam pada kecepatan 150 rpm untuk memperoleh suspensi yang homogen. Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat, kemudian dari pengenceran 10^{-5} masing-masing diambil sebanyak 0,1 mL menggunakan mikropipet dan diinokulasikan pada media *Nutrient Agar* (NA) dengan metode sebar (*spread plate*). Koloni yang tumbuh pada media NA dihitung untuk menentukan kerapatan sel bakteri. Kerapatan bakteri dinyatakan dalam satuan *Colony Forming Unit per milliliter* (CFU mL^{-1}) dan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\textbf{CFU mL}^{-1} = \frac{\textbf{Jumlah koloni}}{\textbf{Volume inokulum (mL) x Faktor pengenceran}}$$

Keterangan:
CFU mL^{-1} = *Colony Forming Units per milliliter*
JumLah koloni = JumLah koloni bakteri yang tumbuh pada cawan Petri
Volume inokulum = Volume bakteri yang ditanam ke media (0,1 mL)
Faktor pengenceran = Tingkat pengenceran yang digunakan.

Pengamatan mortalitas larva uji yang telah diberi perlakuan dilakukan selama 8 hari setelah aplikasi (HSA). Apabila ditemukan larva yang mati, maka persentase mortalitas larva dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\textbf{M} = \frac{a}{b} \times \textbf{100\%}$$

Keterangan:
M = Persentase mortalitas larva
a = JumLah larva yang mati
b = JumLah total larva yang diamati.

Selain penghitungan mortalitas, pengamatan juga dilakukan terhadap gejala kematian yang dialami larva uji. Pengamatan gejala kematian meliputi perubahan perilaku dan kondisi fisik larva yang menunjukkan adanya infeksi patogen hingga menyebabkan kematian.

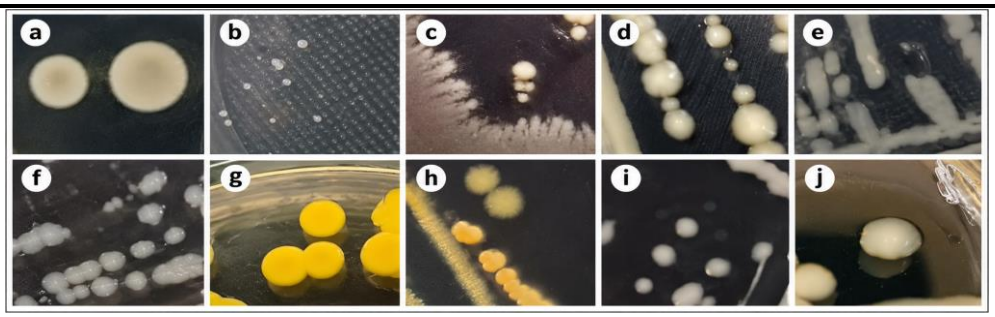
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Morfologi Koloni

Hasil isolasi bakteri dari tanah pertanaman jagung di Desa Cibalongsari, Kabupaten Karawang, diperoleh sebanyak 10 isolat tunggal yang telah dimurnikan. Isolat tersebut menunjukkan keragaman karakteristik morfologi koloni yang meliputi bentuk, tepian, elevasi, warna, ukuran, dan permukaan koloni (Tabel 2 dan Gambar 1).

Tabel 2. Hasil Karakterisasi Morfologi Koloni

Kode Isolat	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna	Ukuran	Permukaan
UNSIKA.CB 1	Bulat	Rata	Datar	Putih	Kecil	Halus, berkilau
UNSIKA.CB 2	Bulat	Rata	Datar	Putih Krem	Sangat kecil	Halus, berkilau
UNSIKA.CB 3	Tidak beraturan	Berfilamen	Umbonat	Putih	Kecil	Kasar, kusam
UNSIKA.CB 4	Bulat	Bergelombang	Datar	Putih	Kecil	Kasar, kusam
UNSIKA.CB 5	Gelendong	Rata	Datar	Putih	Sedang	Halus, berkilau
UNSIKA.CB 6	Tidak beraturan	Bergelombang	Datar	Putih	Kecil	Halus, berkilau
UNSIKA.CB 7	Bulat	Rata	Terangkat	Hijau	Sedang	Berlendir, berkilau
UNSIKA.CB 8	Tidak beraturan	Lobat	Datar	Krem	Kecil	Kasar, kusam
UNSIKA.CB 9	Bulat	Rata	Datar	Putih	Kecil	Kasar, kusam
UNSIKA.CB 10	Bulat	Bergelombang	Datar	Putih	Kecil	Kasar, kusam



Gambar 1. Morfologi koloni isolat bakteri: (a) UNSIKA.CB1; (b) UNSIKA.CB2; (c) UNSIKA.CB3; (d) UNSIKA.CB4; (e) UNSIKA.CB5; (f); UNSIKA.CB6; (g) UNSIKA.CB7; (h) UNSIKA.CB8; (i) UNSIKA.CB9; (j) UNSIKA.CB10.

Berdasarkan hasil pengamatan, sebagian besar isolat memiliki koloni berwarna putih, berukuran kecil, dan berelevasi datar, sedangkan bentuk, tepian, dan permukaan koloni lebih beragam. Beberapa isolat menunjukkan karakteristik yang berbeda, yaitu UNSIKA.CB3 dengan tepian berfilamen dan elevasi umbonat, UNSIKA.CB8 dengan tepian lobat, serta UNSIKA.CB7 dengan koloni berwarna hijau, berelevasi terangkat, dan permukaan berlendir serta berkilau. Perbedaan karakter morfologi tersebut menunjukkan adanya keragaman fenotipik bakteri yang berhasil diisolasi dari tanah pertanaman jagung.

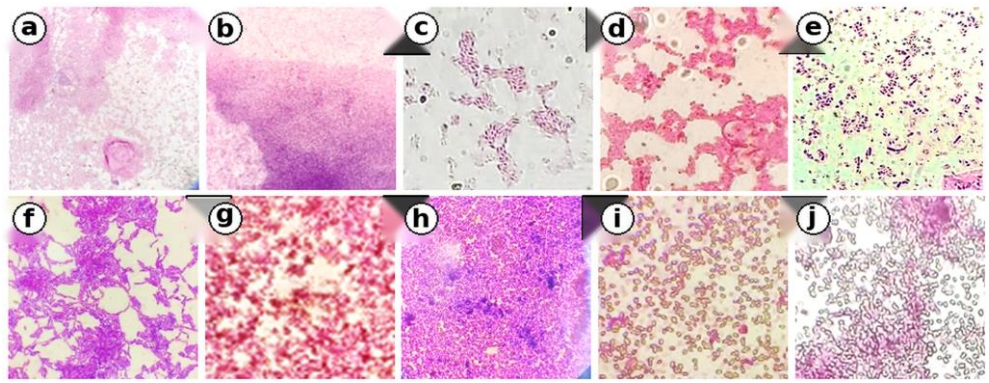
Mikroorganisme di sekitar perakaran memiliki peran dalam menjaga keseimbangan lingkungan tanah, membantu ketersediaan dan penyerapan unsur hara, mendukung pertumbuhan tanaman, serta berpotensi menekan organisme pengganggu tanaman (Nuraini *et al*., 2020). Bakteri tanah seperti *Bacillus* diketahui memiliki potensi dalam pengendalian organisme pengganggu, salah satunya *Bacillus thuringiensis* yang mampu menghasilkan protein kristal bersifat toksik terhadap serangga (Ni'matuzahroh *et al*., 2024).

Pewarnaan Gram

Karakterisasi mikroskopis melalui pewarnaan Gram menunjukkan bahwa delapan dari 10 isolat tergolong Gram positif dan dua isolat, yaitu UNSIKA.CB4 dan UNSIKA.CB7, tergolong Gram negatif. Berdasarkan bentuk sel, tujuh isolat berbentuk basil dan tiga isolat berbentuk kokus. Karakter Gram positif berbentuk basil paling banyak ditemukan, yaitu pada enam isolat (Tabel 3 dan Gambar 2).

Tabel 3. Hasil Pewarnaan Gram Isolat Bakteri

Kode Isolat	Gram Bakteri	Bentuk Sel Bakteri
UNSIKA.CB 1	Gram positif	Kokus
UNSIKA.CB 2	Gram positif	Kokus
UNSIKA.CB 3	Gram positif	Basil
UNSIKA.CB 4	Gram negatif	Basil
UNSIKA.CB 5	Gram positif	Basil
UNSIKA.CB 6	Gram positif	Basil
UNSIKA.CB 7	Gram negatif	Kokus
UNSIKA.CB 8	Gram positif	Basil
UNSIKA.CB 9	Gram positif	Basil
UNSIKA.CB 10	Gram positif	Basil



Gambar 2. Hasil Pewarnaan Gram (a) UNSIKA.CB1 (b) UNSIKA.CB2 (c) UNSIKA.CB3 (d) UNSIKA.CB4 (e) UNSIKA.CB5 (f) UNSIKA.CB6 (g) UNSIKA.CB7 (h) UNSIKA.CB8 (i) UNSIKA.CB9 (j) UNSIKA.CB10

Bakteri Gram positif berbentuk basil dapat dijumpai pada kelompok bakteri pembentuk endospora, termasuk genus *Bacillus* yang mampu bertahan pada kondisi lingkungan kurang menguntungkan (Savio *et al*., 2024). Karakter tersebut relevan dengan perlakuan pemanasan pada proses isolasi yang memberikan tekanan selektif terhadap sel vegetatif dan memungkinkan bakteri dengan struktur tahan panas, terutama endospora, untuk tetap bertahan. Ditemukannya isolat Gram negatif menunjukkan adanya variasi karakter mikroskopis bakteri yang mampu bertahan dan tumbuh setelah proses isolasi (Rahmatullah *et al*., 2021).

Kerapatan Sel Bakteri

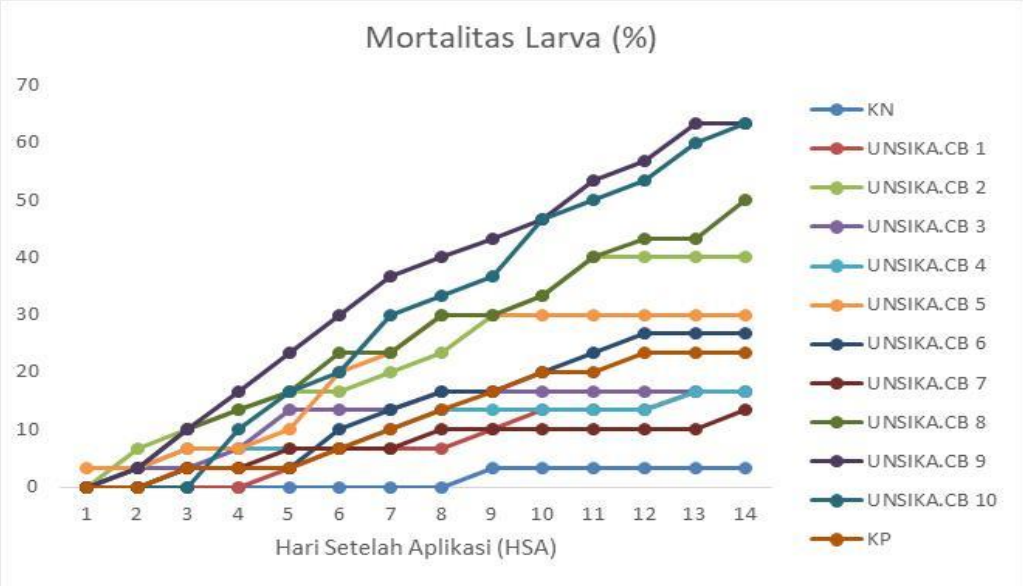
Penelitian ini memiliki keterbatasan pada aspek standardisasi suspensi bakteri yang digunakan dalam pengujian, di mana penyiapan suspensi masing-masing isolat hanya didasarkan pada kesamaan umur inkubasi, tanpa dilakukan penyeragaman kerapatan sel (CFU mL^{-1}) antar isolat.

Tabel 4. Hasil Kerapatan Bakteri

Jenis Isolat	Kerapatan sel (CFU mL^{-1})
UNSIKA.CB 1	$2{,}54 \times 10^{9}$
UNSIKA.CB 2	$1{,}80 \times 10^{9}$
UNSIKA.CB 3	$7{,}67 \times 10^{8}$
UNSIKA.CB 4	$5{,}06 \times 10^{8}$
UNSIKA.CB 5	$5{,}92 \times 10^{8}$
UNSIKA.CB 6	$3{,}06 \times 10^{8}$
UNSIKA.CB 7	$1{,}61 \times 10^{8}$
UNSIKA.CB 8	$3{,}10 \times 10^{7}$
UNSIKA.CB 9	$1{,}95 \times 10^{8}$
UNSIKA.CB 10	$3{,}43 \times 10^{8}$
Bacillus thuringiensis	$1{,}42 \times 10^{8}$

Hasil pengukuran kerapatan menunjukkan variasi yang cukup besar antar isolat, berkisar dari $3{,}10 \times 10^{7}$ hingga $2{,}54 \times 10^{9}$ CFU mL^{-1}, meskipun seluruh isolat diinkubasi pada rentang waktu yang sama. Variasi ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan laju pertumbuhan (*growth rate*) masing-masing isolat bakteri, sehingga pada umur inkubasi yang sama, isolat dengan laju pertumbuhan lebih cepat mencapai kerapatan sel yang lebih tinggi dibandingkan isolat dengan laju pertumbuhan lebih lambat. Kondisi ini menyebabkan dosis paparan bakteri yang diterima oleh larva uji pada masing-masing perlakuan tidak sepenuhnya setara, sehingga perbedaan nilai mortalitas antar isolat berpotensi dipengaruhi tidak hanya oleh perbedaan virulensi intrinsik masing-masing isolat, tetapi juga oleh perbedaan kerapatan sel yang diaplikasikan.

Mortalitas dan Gejala Kematian Larva



Gambar 3. Grafik Mortalitas Larva *Tenebrio molitor*

Tabel 5. Rata-rata Mortalitas Larva *Tenebrio molitor*

Kode Perlakuan	Mortalitas Larva (%) HSA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
KN	0,00b	0,00a	0,00a	0,00b	0,00c	0,00c	0,00d	0,00d
UNSIKA.CB 1	0,00b	0,00a	0,00a	0,00b	3,33bc	6,67bc	6,67cd	10,00bcd
UNSIKA.CB 2	0,00b	6,67a	10,00a	13,33ab	16,67ab	16,67abc	20,00abc	23,33abc
UNSIKA.CB 3	0,00b	3,33a	3.33a	6,67ab	13,33abc	13,33abc	13,33bcd	16,67bcd
UNSIKA.CB 4	0,00b	3,33a	6,67a	6,67ab	6,67bc	6,67bc	10,00cd	13,33bcd
UNSIKA.CB 5	3,33a	3,33a	6,67a	6,67ab	10,00abc	20,00ab	23,33abc	30,00abc
UNSIKA.CB 6	0,00b	0,00a	3,33a	3,33ab	3,33bc	10,00bc	13,33bcd	16,67bcd
UNSIKA.CB 7	0,00b	0,00a	3,33a	3,33ab	6,67bc	6,67bc	6,67cd	6,67cd
UNSIKA.CB 8	0,00b	3,33a	10,00a	13,33ab	16,67ab	23,33ab	23,33abc	30,00abc
UNSIKA.CB 9	0,00b	3,33a	10,00a	16,67a	23,33a	30,00a	36,67a	40,00a
UNSIKA.CB 10	0,00b	0,00a	0,00a	10,00ab	16,67ab	20,00ab	30,00ab	33,33ab
KP	0,00b	0,00a	3,33a	3,33ab	3,33bc	6,67bc	10,00cd	13,33bcd
KK (%)	12,31%	26,91%	30,06%	28,44%	26,01%	21,27%	17,78%	18,83%

Keterangan: a) HSA = Hari Setelah Aplikasi. b) KK = Koefisien Keragaman. c) Kode Perlakuan = KN (Kontrol Negatif), UNSIKA.CB 1 (Isolat bakteri 1), UNSIKA.CB 2 (Isolat bakteri 2), UNSIKA.CB 3 (Isolat bakteri 3), UNSIKA.CB 4 (Isolat bakteri 4), UNSIKA.CB 5 (Isolat bakteri 5), UNSIKA.CB 6 (Isolat bakteri 6), UNSIKA.CB 7 (Isolat bakteri 7), UNSIKA.CB 8 (Isolat bakteri 8), UNSIKA.CB 9 (Isolat bakteri 9), UNSIKA.CB 10 (Isolat bakteri 10), KP (Kontrol Positif). d) Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. Analisis dilakukan menggunakan data yang telah ditransformasikan sebanyak dua kali dengan transformasi $\sqrt{x + 0{,}5}$

Berdasarkan pengamatan selama 8 hari setelah aplikasi (HSA), hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan isolat bakteri memberikan pengaruh terhadap mortalitas larva *Tenebrio molitor* selama periode pengamatan. Pada 1 HSA, mortalitas seluruh perlakuan belum menunjukkan perbedaan nyata, sedangkan perbedaan antarperlakuan mulai terlihat pada 2 HSA dan berlanjut hingga 8 HSA. Mortalitas larva cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu pengamatan. Pada 8 HSA, mortalitas tertinggi diperoleh pada perlakuan UNSIKA.CB 9 sebesar 40,00%, diikuti UNSIKA.CB 10 sebesar 33,33%, UNSIKA.CB 5 serta UNSIKA.CB 8 sebesar 30,00%, dan UNSIKA.CB 2 sebesar 23,33%, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan mortalitas. Berdasarkan uji DMRT 5%, perlakuan UNSIKA.CB 9, UNSIKA.CB 10, UNSIKA.CB 5, UNSIKA.CB 8, dan UNSIKA.CB 2 tidak berbeda nyata satu sama lain, namun menunjukkan perbedaan nyata secara signifikan terhadap kontrol negatif.

Larva pada kontrol negatif menunjukkan perkembangan menuju fase pupa yang lebih cepat dibandingkan perlakuan suspensi bakteri. Perlambatan pupasi pada larva yang terpapar bakteri diduga berkaitan dengan tekanan biologis akibat paparan bakteri yang menyebabkan energi metabolisme dialihkan untuk pertahanan tubuh dan berpotensi menurunkan konsumsi pakan. Sedangkan rendahnya persentase mortalitas pada kontrol positif *Bacillus thuringiensis* (13,33%) dibanding perlakuan lain kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi fisiologis stok isolat dan spesifisitas toksin (Dubovskiy et al., 2021).



Gambar 4. Gejala pada larva: (a) larva sehat, (b) larva menghitam dan meringkuk, (c) larva mengeluarkan cairan, (d) larva mati setelah terpapar bakteri

Larva yang terpapar bakteri menunjukkan gejala berupa tubuh lemas dan lunak, perubahan warna menjadi kecokelatan hingga kehitaman, posisi tubuh meringkuk, serta pada beberapa larva ditemukan cairan atau lendir dari tubuh. Menurut Suhartono *et al*. (2022) gejala menghitam pada serangga umumnya terjadi akibat aktivitas enzim protease dari bakteri yang merusak jaringan pencernaan larva. Gejala tersebut ditemukan terutama pada perlakuan UNSIKA.CB2 dan UNSIKA.CB8.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh 10 isolat bakteri asal tanah pertanaman jagung dengan karakter morfologi dan mikroskopis yang beragam. Sebagian besar isolat menunjukkan karakter Gram positif dengan bentuk sel basil. Perlakuan isolat bakteri memberikan pengaruh terhadap mortalitas larva *Tenebrio molitor*, dengan mortalitas tertinggi pada 8 HSA diperoleh pada UNSIKA.CB9 sebesar 40,00% dengan kerapatan $1{,}95 \times 10^{8}$. Hasil tersebut menunjukkan potensi isolat bakteri asal tanah lahan jagung dalam menyebabkan mortalitas larva *Tenebrio molitor*. Isolat yang menunjukkan potensi tersebut disarankan untuk diidentifikasi lebih lanjut guna mengetahui identitas bakteri secara lebih spesifik.

DEKLARASI

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Ibu Tita Puspitasari, S.P. atas bantuan dan arahan selama penelitian di laboratorium, serta Bapak Ian atas izin penyediaan lokasi pengambilan sampel tanah lahan jagung.

Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan.

Ketersediaan Data

Dataset yang dihasilkan dan/atau dianalisis selama penelitian ini tersedia dari penulis korespondensi berdasarkan permintaan yang wajar.

Pernyataan Etik

Penelitian ini tidak melibatkan partisipan manusia/hewan maupun hewan percobaan; oleh karena itu, persetujuan etik tidak diperlukan.

Kontribusi Penulis

Seluruh penulis berkontribusi secara setara dalam perumusan, pelaksanaan, pengumpulan data, analisis data, dan penulisan naskah, melakukan revisi kritis terhadap naskah, serta menyetujui versi final.

Pernyataan Penggunaan AI Generatif

Pernyataan penggunaan AI generatif: Penulis wajib menyatakan penggunaan alat AI generatif secara akurat sesuai proses penyusunan naskah dan kebijakan jurnal. Pernyataan final harus ditetapkan dan disetujui oleh penulis sebelum submisi.

Catatan Penerbit

Seluruh pernyataan yang disampaikan dalam artikel ini sepenuhnya merupakan tanggung jawab penulis dan tidak serta-merta mencerminkan pandangan organisasi tempat penulis berafiliasi maupun penerbit, editor, dan penelaah. Setiap produk yang mungkin dievaluasi atau dinilai dalam artikel ini, atau diklaim oleh produsennya, tidak dijamin atau didukung oleh penerbit/editor.

DAFTAR PUSTAKA

Alengebawy, A., Abdelkhalek, S. T., Qureshi, S. R., & Wang, M.-Q. (2021). Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications. *Journal Toxics MDPI*, *9*(42), 1–33. https://doi.org/10.3390/toxics9030042

Arsi, A., Anggraini, S., Suparman, Hamidson, H., Pujiastuti, Y., & Sholichah, M. R. N. (2024). Tingkat Serangan Hama dan Penyakit Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi. *Seminar Nasional Pertanian Pesisir*, *3*(1), 245–258. https://conference.unib.ac.id/index.php/senatasi/article/view/207

Dubovskiy, I. M., Grizanova, E. V, Tereshchenko, D., Krytsyna, T. I., Alikina, T., Kalmykova, G., Kabilov, M., & Coates, C. J. (2021). Bacillus thuringiensis Spores and Cry3A Toxins Act Synergistically to Expedite Colorado Potato Beetle Mortality. *Journal Toxins MDPI*, *13*(11), 1–17. https://doi.org/10.3390/toxins13110746

Hamdani, K. K., & Susanto, H. (2020). Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Melalui Solarisasi Tanah Control of Environmental Friendly Plants Organism Through Soil Solarization. *Agrosaintek*, *4*(2), 146–154. https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.127

Haq, I. U., Rahim, K., Yahya, G., Ijaz, B., Maryam, S., & Paker, N. P. (2024). Eco-smart biocontrol strategies utilizing potent microbes for sustainable management of phytopathogenic diseases. *Biotechnology Reports*, *44*(10), 1–14. https://doi.org/10.1016/j.btre.2024.e00859

Indriyani, Handayani, K., Firmansyah, A., & Pratami, G. D. (2025). Biological Control Agent of *Spodoptera frugiperda* Using *Bacillus thuringiensis* Bacteria. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, *8*(2), 155–163. https://doi.org/10.21580/ah.v8i2.26475

Jiang, P., Wang, Y., Zhang, Y., Fei, J., & Rong, X. (2024). Enhanced productivity of maize through intercropping is associated with community composition , core species , and network complexity of abundant microbiota in rhizosphere soil. *Geoderma*, *442*(1), 116786. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.116786

Juliasaputri, D., Mustikasari, F., & Siriyah, S. L. (2026). Eksplorasi Rizobakteri Asal Tanah Pertanaman Kopi (*Coffea* sp.) Kabupaten Karawang dan Mortalitasnya terhadap Serangga Uji Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*). *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, *14*(1), 325–331. https://doi.org/https://doi.org/10.35138/paspalum.v14i1.1102

Kasiyati, M., Raudah, S., Maulani, Y., Ismawatie, E., Khristiani, E. R., Supriyanta, B., Fusvita, A., Martsiningsih, M. A., Yashir, M., & Mulyanto, A. (2023). *Teknologi Laboratorium Medis* (A. Amin & J. Malau (eds.)). Eureka Media Aksara. https://penerbiteureka.com/2023/11/21/pengetahuan-media-untuk-mahasiswa-teknologi-laboratorium-medis/

Khamid, M. B. R., & Siriyah, S. L. (2018). Efektivitas Bakteri Entomopatogen Dari Tanah Sawah Asal Kecamatan Cilebar Kabupaten Karawang Terhadap Intensitas Serangan, Mortalitas Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) Pada Hasil Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleraceae* L.). *Jurnal Agrotek Indonesia*, *3*(1), 66–69. https://doi.org/10.33661/jai.v3i1.1170

Melia, F., Aldian, F. M., Surya, M., Pahlevi, F., Naufal, R., Risqullah, I., & Oktaffiani, S. (2023). Peran Pemerintah dalam Meningkatkan Volume Ekspor Jagung. *Jurnal Economina*, *2*(1).

Moulia, E. (2019). *Analisis Komunitas Bakteri Tanah Sulfat Masam dari Dua Tipe Lahan Rawa di Kalimantan dengan Pendekatan Next Generation Sequencing (NGS)*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

Ni'matuzahroh, Affandi, M., Supriyanto, A., Rustantina, B., Jaiyah, L. A., Rahmawati, A., Nurhayati, H., Sari, S. K., Khiftiyah, A. M., & Huri, D. (2024). Biodiversity of hydrolytic enzymes-producing soil bacteria from a Durian Park. *Journal of Biological Diversity*, *25*(1), 392–403. https://doi.org/10.13057/biodiv/d250146

Nuraini, C., Saida, Suryanti, & Nontji, M. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Rhizosfer Tanaman Jagung pada Fase Vegetatif dan Generatif. *Jurnal Agrotekmas*, *1*(1), 24–30. https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v1i1.103

Ohba, M., & Aizawa, K. (1986). Distribution of Bacillus thuringiensis in Soil of Japan. *Journal of Invertebrate Pathology*, *47*(1), 277–282. https://doi.org/10.1016/0022-2011(86)90103-5

Parawansa, A. K. (2024). *Buku Referensi Tanaman Jagung Untuk Petani dan Masyarakat* (A. P. Aslam (ed.); 1st ed.). Tahta Media Group.

Petronio, G. P., Pietrangelo, L., Cutuli, M. A., Magnifico, I., Venditti, N., Guarnieri, A., Abate, G. A., Yewhalaw, D., Davinelli, S., & Marco, R. Di. (2022). Emerging Evidence on *Tenebrio molitor* Immunity: A Focus on Gene Expression Involved in Microbial Infection for Host-Pathogen Interaction Studies. *Journal Microorganisms MDPI*, *10*, 1–24. https://doi.org/10.3390/microorganisms10101983

Rahmatullah, W., Novianti, E., Dewi, A., & Sari, L. (2021). Identifikasi Bakteri Udara Menggunakan Teknik Pewarnaan Gram. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, *6*(2), 83–91. https://doi.org/10.56727/bsm.v6i2.62

Savio, C., Herren, P., Rejasse, A., & Loon, J. J. A. Van. (2024). Bacillus thuringiensis serovar morrisoni biovar tenebrionis impact and persistence in Tenebrio molitor larvae. *Journal of Insects as Food and Feed*, *10*(11), 1–15. https://doi.org/10.1163/23524588-00001028

Shi, S., Gong, X., Cheng, S., Tao, D., Chen, X., Heijden, M. G. A. van der, Trivedi, P., Baquerizo, M. D., & Liu, M. (2025). Maize growth as a function of cover crop-mediated soil microbiome. *New Phytologist*, *248*(2), 872–885. https://doi.org/10.1111/nph.70460

Suhartono, S., Yasmin, Y., & Azizah, N. (2022). Biopotensi Bakteri Entomopatogen Isolat Lokal sebagai Pengendali Hayati Larva *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, *27*(2), 182–190. https://doi.org/10.18343/jipi.27.2.182