

Penelitian

Pengaruh konsentrasi bakteri entomopatogen *Bacillus thuringiensis* terhadap mortalitas larva kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) secara *in vitro*

Suci Ramadhani, Sudi Pramono, Purnomo, dan Hamim Sudarsono

Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

Abstract: The rhinoceros beetle (*Oryctes rhinoceros* L.) is a major pest of oil palm that can reduce production and even cause mortality in immature plants. An environmentally friendly alternative for its control is the use of entomopathogenic bacterium *Bacillus thuringiensis* (Bt). This study aimed to determine the effect of different Bt concentration on the mortality of *O. rhinoceros* larvae, identify the most efficient concentration, and estimate the lethal concentration (LC₅₀), and lethal time (LT₅₀). The experiment consisted of six treatments (0%, 4%, 5%, 6%, 7%, and 8%) with four replications. Observed variables included morphological changes, larval mortality, LC₅₀, and LT₅₀ values. The results showed that Bt had a significant effect on larval mortality. The 7% concentration was the most efficient, resulting in 98.8% mortality at 14 days after application (DAA) with the fastest LT₅₀ of 7 days. The 6% and 8% treatments also achieved 100% mortality at 20 DAA but had longer LT₅₀ (9 days). Symptoms of infection were characterized by larval bodies becoming darkened, softened, and emitting a foul odor. It can be concluded that the 7% Bt concentration was the most efficient in controlling *O. rhinoceros* larvae *in vitro* and has potential as a biological control agent to replace chemical insecticides.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, concentration, mortality, *Oryctes rhinoceros*

Pendahuluan

Indonesia merupakan produsen kelapa sawit terbesar di dunia dengan luas areal perkebunan mencapai 15,435 juta ha dan produksi tandan buah segar sebesar 46,9 juta ton pada tahun 2023 (BPS Indonesia, 2024). Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia dengan luas areal 111.424 ha dan produksi *Crude Palm Oil* (CPO) mencapai 461.900 ton pada tahun yang sama (BPS Provinsi Lampung, 2024; Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan, 2024). Namun, peningkatan produksi kelapa sawit dihadapkan dengan gangguan hama utama, yaitu kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*), yang menyerang pangkal pelepah muda dan menurunkan hasil panen hingga 60% serta menyebabkan kematian tanaman belum menghasilkan sebesar 25% (Salbiah *et al.*, 2013).

Pengendalian hama ini umumnya masih bergantung pada insektisida kimia sintetik, pada tahun 2015 tercatat 4,1 juta ton bahan aktif pestisida digunakan secara global (Wan *et al.*, 2025). Meskipun efektif dan murah, penggunaan insektisida kimia secara berkelanjutan menimbulkan dampak negatif seperti pencemaran lingkungan, resistensi, resurgensi hama, dan keracunan organisme non-target. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian ramah lingkungan melalui pemanfaatan agens hayati, termasuk bakteri entomopatogen. Salah satu agens hayati potensial adalah *Bacillus thuringiensis* (Bt), bakteri entomopatogen yang menghasilkan kristal protein toksik bagi serangga.

Toksin Bt menyebabkan kerusakan pada sel epitel usus larva melalui pembentukan pori pada membran sel, yang mengganggu keseimbangan osmotik dan berujung pada kematian larva. Toksin Bt bersifat progresif dan residual, tetap aktif selama beberapa hari setelah aplikasi. Semakin tinggi kandungan kristal protein, semakin cepat dan tinggi tingkat kematian larva (Syahputri & Pujiastuti, 2025). Dengan demikian, Bt berpotensi sebagai agen pengendali hayati efektif terhadap larva *O. rhinoceros*.

Metode Penelitian

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2025. Larva kumbang tanduk diperoleh di kebun PTPN Rajosari, Lampung Selatan. Peremajaan dan aplikasi *B. thuringiensis* dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian dan Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Sitasi: Ramadhani S, Pramono S, Purnomo, dan Sudarsono H. 2026. Pengaruh konsentrasi bakteri entomopatogen *Bacillus thuringiensis* terhadap mortalitas larva kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) secara *in vitro*. JPA 3(1): 10-14

Artikel masuk: 20 November 2025
Revisi diterima: 8 Desember 2025
Publikasi online: 10 Februari 2026

*Penulis korespondensi:
Suci Ramadhani
(ramadhanisuci987@gmail.com)

Rancangan percobaan

Isolat *B. thuringiensis* pada penelitian ini dibeli dari *green* laboratorium isolasi dari ulat grayak. Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diuji adalah konsentrasi Bt 4%, 5%, 6%, 7%, dan 8%. Seluruh perlakuan diulang sebanyak empat kali. Satu satuan percobaan menggunakan 20 ekor larva kumbang tanduk, sehingga dibutuhkan sebanyak 480 ekor kumbang tanduk.

Pelaksanaan penelitian

Persiapan larva dan media. Larva *O. rhinoceros* instar 2-3 diperoleh dari kebun kelapa sawit PTPN Rejosari, Lampung Selatan, dengan kriteria sehat, berwarna putih, dan aktif bergerak. Kotak perlakuan sebanyak 24 kotak plastik berukuran 27 x 19,5 x 9 cm digunakan sebagai wadah perlakuan. Tiap kotak ditutup kawat kasa dan diberi label sesuai perlakuan dan ulangan. Media hidup larva berupa seresah kelapa sawit sebanyak 150 g yang dimasukkan ke setiap kotak percobaan.

Peremajaan *B. thuringiensis*. Media *nutrient agar* (NA) digunakan untuk peremajaan isolat dan *nutrient broth* (NB) untuk pembuatan larutan stok *Bacillus thuringiensis* (Bt). Media NA dibuat dengan melarutkan 28 g bubuk NA/L aquades, sedangkan NB dengan 13 g/L. Keduanya dipanaskan hingga mendidih, disterilisasi pada 121°C selama 15 menit (1 atm), lalu NA dituangkan ke cawan petri dan NB disimpan dalam erlenmeyer steril. Isolat Bt dimurnikan dengan metode *streak plate* pada media NA dan diinkubasi selama 72 jam pada suhu ruang. Sebanyak 1 ose isolat Bt diinokulasikan ke 10 mL NB, diinkubasi selama 12 jam pada suhu ruang diatas *rotary shaker*, kemudian ditambahkan ke 90 mL NB dan diinkubasi kembali ±72 jam (Hermanto *et al.*, 2013).

Pembuatan konsentrasi dan aplikasi *B. thuringiensis*. Larutan stok diencerkan dengan aquades steril hingga menjadi enam perlakuan: P0 = tanpa Bt; P1 = 40 mL stok + 960 mL aquades; P2 = 50 mL + 950 mL; P3 = 60 mL + 940 mL; P4 = 70 mL + 930 mL; dan P5 = 80 mL + 920 mL. Aplikasi dilakukan dengan metode pencelupan. Bahan organik direndam dalam suspensi Bt selama 10-15 menit, ditiriskan, lalu dimasukkan ke kotak perlakuan. Tiap kotak diinfestasikan 20 larva *O. rhinoceros*, dengan empat ulangan per perlakuan.

Variabel pengamatan

Perubahan morfologi. Perubahan morfologi larva *O. rhinoceros* diamati dengan cara membandingkan tekstur, warna, dan bobot tubuh larva *O. rhinoceros* sebelum dan setelah dilakukannya aplikasi.

Mortalitas larva *O. rhinoceros*. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah total larva *O. rhinoceros* yang mati setelah aplikasi selama 20 hari atau sampai lebih dari 50%. Dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$P = \frac{N}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Mortalitas total,

N = Jumlah seluruh larva *O. rhinoceros* yang mati, dan

n = Jumlah awal dari larva *O. rhinoceros* yang diuji.

Analisis data

Data perubahan morfologi larva *O. rhinoceros* dianalisis secara deskriptif. Data mortalitas dianalisis secara statistik yakni analisis ragam dan diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Kemudian analisis uji Probit untuk menentukan nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀) dan nilai *Lethal Time* (LT₅₀)

Hasil dan Pembahasan

Perubahan morfologi larva *O. rhinoceros*

Gejala infeksi mulai tampak dua hari setelah aplikasi, ditandai dengan perubahan warna tubuh larva menjadi kecoklatan hingga kehitaman, tubuh melunak, dan mengeluarkan bau busuk (gambar 1).



Gambar 1. Perubahan morfologi larva *O. rhinoceros* setelah aplikasi Bt; (A) larva *O. rhinoceros* sehat, (B) larva 1 hari setelah mati (hsm), dan (C) larva 3 hari setelah mati (hsm).

Larva yang terinfeksi Bt menunjukkan penurunan aktivitas dan sensitivitas motorik, disertai perubahan warna tubuh dari putih menjadi kecoklatan hingga kehitaman yang menandakan kematian. Secara fisik, tubuh larva melunak, terbentuk pori yang mengeluarkan cairan, dan menimbulkan bau busuk akibat kerusakan organ pencernaan. Gejala ini sesuai dengan penelitian Tampubolon *et al.* (2013) dan Febrika *et al.* (2014) bahwa infeksi Bt menyebabkan larva kehilangan nafsu makan, tidak aktif, mengeluarkan cairan tubuh, dan mengalami perubahan warna hingga kehitaman dengan tekstur tubuh melunak. Infeksi Bt juga menyebabkan penurunan berat tubuh larva yang masih hidup. Larva yang terinfeksi menunjukkan ukuran tubuh menyusut akibat berkurangnya aktivitas makan. Variasi berat tubuh antar perlakuan disebabkan oleh tingkat konsumsi pakan, mortalitas, serta faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan kualitas pakan yang memengaruhi proses metabolisme larva (Fauzana & Ustadi, 2020).

Perubahan bobot larva *O. rhinoceros*

Bobot larva menurun signifikan seiring peningkatan konsentrasi Bt. Perlakuan kontrol menunjukkan penurunan ringan (34%), sedangkan perlakuan 6% sampai 8% menurun drastis hingga mendekati nol pada hari ke-17 (Tabel 1). Penurunan terbesar terjadi pada perlakuan 6% (10,04 g), diikuti 7% (9,89 g) dan 8% (7,66 g), menunjukkan toksin Bt efektif menghambat pertumbuhan dan menyebabkan dehidrasi jaringan larva.

Tabel 1. Rata-rata bobot larva *O. rhinoceros* dalam 20 hari setelah aplikasi Bt

Perlakuan	Bobot (g) HSA							Penurunan bobot
	0	3	6	9	12	17	20	
Kontrol	12,15	10,80	11,08	10,16	9,58	8,03	8,03	4,31
Bt 4%	12,00	11,14	10,63	9,38	8,31	7,09	7,09	4,91
Bt 5%	10,51	9,93	9,56	8,46	7,35	5,59	5,59	4,57
Bt 6%	10,04	9,91	9,09	7,68	6,12	0,00	0,00	10,04
Bt 7%	9,89	9,75	8,81	7,43	5,88	0,00	0,00	9,89
Bt 8%	8,41	8,35	7,17	5,78	4,90	0,75	0,75	7,66

Mortalitas larva *O. rhinoceros*

Mortalitas larva meningkat seiring waktu dan konsentrasi. Pada 14 hsa, mortalitas tertinggi terjadi pada Bt 7% (98,8%) dan 8% (85%), sedangkan kontrol tetap 0% (Tabel 2). Konsentrasi 7% menunjukkan efektivitas paling tinggi karena mencapai 100% kematian lebih cepat (hari ke-14) dibanding 8% (hari ke-20). Uji F menunjukkan pengaruh sangat nyata sejak hari ke-5, dan hasil DMRT menegaskan perbedaan signifikan antar perlakuan pada konsentrasi $\geq 6\%$.

Tabel 2. Persentase mortalitas larva *O. rhinoceros* setelah aplikasi Bt (%)

Perlakuan	Mortalitas (%) HAS					
	1	3	5	7	14	20
Kontrol	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
Bt 4%	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	1,3a
Bt 5%	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	1,3a	12,5b
Bt 6%	1,3a	11,3ab	21,3b	37,5b	93,8b	100,0c
Bt 7%	2,5a	13,8ab	28,8b	47,5b	98,8bc	100,0c
Bt 8%	10,0b	23,8b	30,0b	42,5b	85,0c	100,0c
Fhit	3,74*	3,47*	8,47**	13,14**	193,01**	812,38**

Keterangan: Angka-angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan; HSA = hari setelah aplikasi, * = uji F nyata pada taraf 5%, ** = uji F sangat nyata pada taraf 5%.

Aplikasi *B. thuringiensis* (Bt) berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*. Pada perlakuan Bt 4% dan 5% menimbulkan mortalitas larva terendah sebesar 1,3% dan 12,5% pada 20 HSA, mortalitas tertinggi terjadi pada perlakuan 6% diikuti 7% dan 8% sebesar 93,8%, 98,8% dan 85% pada 14 HSA, sedangkan kontrol menunjukkan 0% kematian. Pada konsentrasi rendah 4% dan 5% dapat menurunkan bobot larva sebesar 4,91 g dan 4,57 g pada 17 HSA, sedangkan konsentrasi tinggi 6%, 7% dan 8% dapat menurunkan bobot larva secara maksimal hingga mencapai 100% kehilangan bobot (kematian). Peningkatan konsentrasi Bt umumnya diikuti peningkatan mortalitas karena jumlah spora dan kristal protein yang lebih banyak meningkatkan toksisitas (Elsharkawy *et al.*, 2022). Kristal protein Bt bersifat sebagai racun perut yang merusak epitel usus larva hingga menyebabkan gangguan pencernaan dan kematian. Namun, hubungan antara konsentrasi dan mortalitas tidak selalu linear. Pada konsentrasi terlalu tinggi, larva dapat kehilangan nafsu makan lebih cepat, sehingga jumlah toksin yang tertelan berkurang. Selain itu, kristal protein yang menggumpal pada suspensi pekat dapat menghambat penyerapan toksin di usus larva. Ketidakhomogenan suspensi pekat dapat menyebabkan paparan toksin yang tidak merata. Mekanisme kerja Bt sebagai racun perut terjadi ketika kristal protein yang terbentuk saat sporulasi masuk ke dalam tubuh serangga dan teraktivasi di saluran pencernaan.

LC₅₀ dan LT₅₀ larva *O. rhinoceros*

Analisis probit menunjukkan nilai LC₅₀ sebesar 0,05 mL/L dengan batas kepercayaan 95% (0,06 mL/L). Nilai LT₅₀ tercepat terjadi pada perlakuan 7% yaitu 7 hari, sedangkan 6% dan 8% masing-masing 9 hari. Konsentrasi 4% - 5% tidak mencapai LT₅₀ karena mortalitas di bawah 50% (Tabel 3), menandakan konsentrasi < 6% belum efektif mengendalikan larva *O. rhinoceros*.

Tabel 3. Persentase nilai LC₅₀ dan LT₅₀ larva *O. rhinoceros* akibat perlakuan Bt

Perlakuan	Log Konsentrasi	Probit	LC ₅₀ (sk 95%)	LT ₅₀ (sk 95%)
Bt 4%	1,602	2,67	0,05 mL/L (batas atas 0,06 mL/L)	-
Bt 5%	1,699	3,87		-
Bt 6%	1,778	7,37		9 hari
Bt 7%	1,845	7,37		7 hari
Bt 8%	1,903	7,37		9 hari

Keterangan : sk = selang kepercayaan, LC₅₀ = lethal concentration, LT₅₀ = lethal time

Nilai LT₅₀ hanya dapat dihitung jika mortalitas mencapai $\geq 50\%$ (Erol *et al.*, 2023). Pada penelitian ini, perlakuan 7% merupakan yang tercepat mematikan 50% larva, yaitu pada hari ke-7 setelah aplikasi. Perlakuan kontrol tidak menunjukkan kematian. Kecepatan kematian diduga dipengaruhi oleh jumlah dan sebaran kristal protein serta spora yang dikonsumsi larva.

Simpulan

Aplikasi *B. thuringiensis* berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *O. rhinoceros*. Perlakuan dengan konsentrasi 7% merupakan yang paling efisien dengan tingkat kematian tertinggi sebesar 98,8% pada 14 HSA dan waktu letal (LT₅₀) tercepat pada hari ke-7 setelah aplikasi. Peningkatan konsentrasi Bt umumnya meningkatkan mortalitas larva seiring bertambahnya jumlah spora dan kristal protein yang bersifat toksik terhadap saluran pencernaan. Namun, pada konsentrasi yang terlalu tinggi, efektivitas dapat menurun akibat penggumpalan kristal protein dan penurunan aktivitas makan.

Referensi

- BPS Indonesia, 2024. *Statistik Indonesia 2024*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- BPS Provinsi Lampung. 2024. Luas areal tanaman perkebunan menurut kabupaten/kota dan jenis tanaman di Provinsi Lampung (ribu ha). <https://lampung.bps.go.id/id/statistic-stable/3/T0hwRGNuUlnTSGxxTTI5WFJtUk9hVXRRVUhkb1FUMDkjMw==/luas-areal-tanaman-perkebunan-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-lampung--ribu-ha---2023.html?year=2023>. Diakses pada tanggal 25 Februari 2025 pukul 09.28 WIB.
- Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan. 2024. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Elsharkawy, M. M., Almasoud, M., Alsulaiman, Y. M., Baeshen, R. S., Elshazly, H., Kadi, R. H., Hassan, M. M., dan Shawer, R. 2022. Efficiency of *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus cereus* against *Rhynchophorus ferrugineus*. *Insects*. 12(905): 1-13.
- Erol, A. B., Erdogan, O., dan Karaca, I. 2023. The effect of two isolates of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vull. on the larvae of confused flour beetle (*Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*. 7(3): 533-539.
- Fauzana, H. dan Ustadi. 2020. Pertumbuhan larva kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.) pada berbagai media tumbuh tanaman famili Arecaceae. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 17(2): 89-96.
- Febrika, R., Oemry, S., dan Tarigan, M. U. 2014. Penggunaan *Beauveria bassiana* dan *Bacillus thuringiensis* untuk mengendalikan *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera; Plutellidae) di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(2): 472-475.
- Hermanto, S., Jusuf, E., dan Shiddiqi, M. H. 2013. Eksplorasi protein toksin *Bacillus thuringiensis* dari tanah di Kabupaten Tangerang. *Valensi*. 3(1): 48-56.
- Salbiah, D., Laoh, J. H., dan Nurmayani. 2013. Uji beberapa dosis *Beauveria bassiana* vuillemin terhadap larva hama kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* (coleoptera; scarabaeidae) pada kelapa sawit. *Jurnal Teknobiologi*. 4(2):137-142.
- Syahputri, M., Pujiastuti, Y., dan Suparman, S. H. K. 2025. Pemanfaatan limbah agroindustri dalam perbanyakan *Bacillus thuringiensis* dan toksisitasnya terhadap larva *Oryctes rhinoceros*. *Jurnal Agrotek Tropika*. 13(1): 147-156.
- Tampubolon, D. Y., Pangestiningih, Y., Zahara, F., dan Manik, F. 2013. Uji patogenisitas *Bacillus thuringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas *Spodoptera litura* Fabr (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(3): 783-793.
- Wan, N. F., Fu, L., Dainese, M., Kiaer, L. P., Hu, Y. Q., Xin, F., Goulson, D., Woodcock, B. A., Vanbergen, A. J., Spurgeon, D. J., Shen, S., dan Scherber, C. 2025. Pesticides have negative effects on non-targer organisms. *Nature Communications*. 16(1360): 1-16