

Biocontrol of *Beauveria bassiana* Against *Leptocorisa acuta* in Rice (*Oryza sativa*)

Gen Adi Wisanggeni^{1*} & Febry Nurhidayati²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung, Indonesia;

²Program Studi Diploma Tiga Agribisnis, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret, Indonesia;

Article History

Received : February 23th, 2026

Revised : April 21th, 2026

Accepted : May 01th, 2026

*Corresponding Author: **Gen Adi Wisanggeni**, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung, Indonesia.
Email: genadi.lab@ubb.ac.id

Abstract: The rice bug (*Leptocorisa acuta*) is a major pest during the grain filling stage of rice (*Oryza sativa* L.), causing significant yield losses. The use of entomopathogenic fungi such as *Beauveria bassiana* offers an environmentally friendly alternative for pest control. This study aimed to evaluate the effectiveness of *B. bassiana* against rice bug under screen house conditions. The experiment was conducted by applying a suspension of *B. bassiana* (100 g formulation per liter of water) through direct spraying on rice plants infested with 11 adult rice bugs. Observations were conducted for seven days after application. Results showed that mortality began on the third day after treatment and reached 45.45% by the sixth day. Infected insects exhibited reduced movement, decreased feeding activity, body discoloration, and external white mycelial growth. Laboratory confirmation showed typical morphological characteristics of *B. bassiana*. These results indicate that *B. bassiana* has potential as a biological control agent against rice bug, although further studies with larger sample sizes and statistical analysis are required to optimize its field application.

Keywords: *Beauveria bassiana*; Biological control; Entomopathogenic fungus; *Leptocorisa acuta*.

Pendahuluan

Oryza sativa merupakan komoditas pangan utama yang menjadi sumber energi bagi sebagian besar masyarakat Indonesia dan hampir separuh populasi dunia, terutama di kawasan Asia. Peran strategis padi dalam ketahanan pangan menjadikan stabilitas produksinya sangat penting (Alaida et al., 2025). Kegagalan panen berpotensi menimbulkan dampak sosial dan ekonomi yang luas. Namun demikian, upaya peningkatan produksi padi masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya adalah serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang dapat menyebabkan penurunan hasil baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Wang et al., 2020).

Pada sistem budidaya padi, hama merupakan faktor pembatas utama produksi.

Ledakan populasi hama sering terjadi hampir setiap musim tanam, terutama akibat ketidakseimbangan ekosistem yang dipicu oleh penggunaan insektisida kimia secara berlebihan dan tidak terukur. Selain hama utama seperti tikus, penggerek batang dan wereng coklat, salah satu hama penting pada fase generatif adalah walang sangit (*Leptocorisa acuta*) (Yunus et al., 2022). Hama ini menyerang pada fase pembungaan hingga pengisian bulir dengan cara mengisap cairan bulir padi, sehingga menyebabkan bulir hampa, penurunan kualitas gabah, serta kehilangan hasil yang signifikan (Aany et al., 2025).

Pengendalian walang sangit di tingkat petani masih didominasi oleh penggunaan insektisida sintesis (Ayudya et al., 2019). Penggunaan bahan kimia secara intensif dalam jangka panjang dapat menimbulkan resistensi

hama, resurjensi, serta dampak negatif terhadap organisme non-target dan lingkungan (Mulyani et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan melalui penerapan konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT).

Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* merupakan salah satu agens hayati yang berpotensi dalam pengendalian hama. (Bagariang et al 2023). Jamur ini telah banyak dilaporkan efektif dalam mengendalikan berbagai jenis serangga hama dan relatif aman bagi manusia serta lingkungan (Magfira et al., 2022). *B. bassiana* bekerja melalui mekanisme infeksi langsung, diawali dengan perkecambahan konidium pada permukaan kutikula serangga, pembentukan apresorium, dan penetrasi menggunakan enzim seperti kitinase, protease, dan lipase (Diana Daud et al., 2024). Setelah menembus kutikula, miselium berkembang dalam hemocoel dan menghasilkan toksin, seperti beauvericin, yang mengganggu metabolisme dan sistem fisiologis serangga sehingga menyebabkan paralisis dan kematian (Bugti et al., 2018). Kerusakan jaringan pada saluran pencernaan, otot, sistem saraf, dan sistem pernapasan mempercepat kematian inang (Abdulla et al., 2021). Potensi *Beauveria bassiana* terhadap walang sangit (*Leptocorisa acuta*) masih terbatas pada tanaman padi, khususnya dalam kondisi semi-terkontrol. Selain itu, data kuantitatif mengenai dinamika mortalitas pasca aplikasi dan konfirmasi infeksi masih diperlukan untuk memperkuat dasar ilmiah penggunaannya sebagai agens pengendali hayati (Rosfiansyah et al., 2025).

Perkembangan pemanfaatan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* sebagai agens hayati menunjukkan potensi dalam pengendalian berbagai hama pertanian, termasuk serangga dari ordo Hemiptera. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada kondisi laboratorium atau skala terbatas, sehingga kajian pada kondisi semi-terkontrol masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi kebaruan dengan mengevaluasi efektivitas *B. bassiana* terhadap walang sangit (*Leptocorisa acuta*) pada tanaman padi dalam kondisi semi-terkontrol, serta mengkaji respons mortalitas dan gejala

infeksi yang ditimbulkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas *Beauveria bassiana* dalam mengendalikan walang sangit (*Leptocorisa acuta*) pada tanaman padi. Penelitian ini menjadi pengendalian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan sebagai alternatif pengganti pestisida kimia

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan screen house Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung, Indonesia.

Alat dan bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi; Isolat murni *Beauveria bassiana*, Beras sebagai media perbanyakan, Air steril, Alkohol 70%, Kapur zeolit, Tanaman padi (*Oryza sativa*), Imago walang sangit (*Leptocorisa acuta*). Alat penelitian meliputi; Autoklaf, Laminar Air Flow (LAF), bunsen, sprayer, blender, haemocytometer, mikroskop, gelas ukur, tabung reaksi, ayakan, timbangan, serta perlengkapan pendukung laboratorium lainnya.

Perbanyakan *Beauveria bassiana*

Perbanyakan dilakukan menggunakan media beras. Beras dicuci hingga bersih, kemudian dikukus setengah matang selama ± 15 menit. Media dimasukkan ke dalam plastik tahan panas sebanyak ± 100 g per kemasan dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama ± 20 menit (dua kali sterilisasi). Setelah media dingin, inokulasi dilakukan di bawah Laminar Air Flow dengan menambahkan biakan murni *B. bassiana* ke dalam media beras steril. Media kemudian diinkubasi pada suhu ruang ($\pm 23\text{--}25^\circ\text{C}$) selama ± 10 hari hingga seluruh permukaan media tertutup miselium berwarna putih. Pemanenan dilakukan dengan mengeluarkan media dari plastik, kemudian dicampur dengan kapur zeolit dengan perbandingan 1:2 (jamur:zeolit). Campuran dikeringkan selama ± 7 hari, diayak, dan dikemas dalam plastik 100 g.

Perhitungan Kerapatan Spora

Sebanyak 1 bungkus media berumur ± 10 hari dicampur dengan 150 ml air steril dan diblender hingga homogen. Suspensi disaring, kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga pengenceran kelima (10^{-5}). Sebanyak 1 ml suspensi diteteskan pada *haemocytometer* dan diamati di bawah mikroskop. Jumlah spora dihitung menggunakan rumus *haemocytometer*:

$$S = \frac{t \times d}{n \times 0,025} \times 10^6$$

Keterangan:

S: jumlah spora (spora/ml)

t: jumlah spora yang terhitung

d: faktor pengenceran

n: jumlah kotak pengamatan

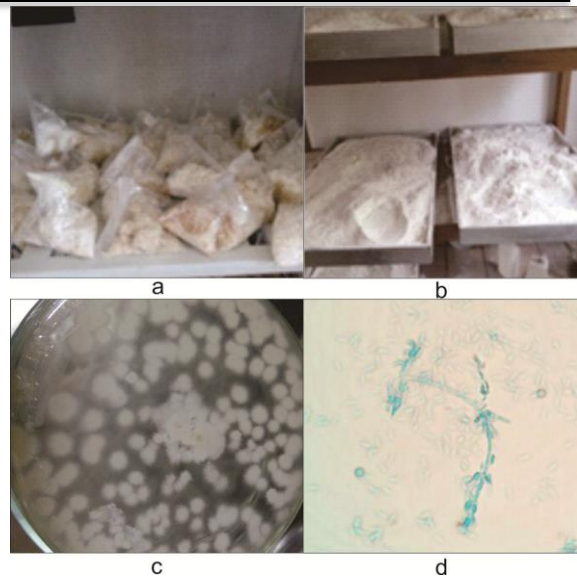
Aplikasi *B. bassiana* pada Walang Sangit

Uji efektivitas dilakukan di screen house menggunakan tanaman padi yang telah diinfestasi 11 ekor imago walang sangit per unit percobaan. Aplikasi dilakukan dengan metode semprot langsung menggunakan suspensi *B. bassiana* sebanyak 100 g formulasi yang dilarutkan dalam 1 liter air. Kerapatan spora yang digunakan untuk aplikasi yaitu kisaran $1,35 \times 10^{12}$ spora/ml pada umur 1 minggu. Penyemprotan dilakukan setiap pagi hari selama 7 hari, Penyemprotan dilakukan hingga seluruh bagian tanaman dan serangga terpapar suspensi secara merata. Parameter yang diamati yaitu: jumlah walang sangit hidup, jumlah walang sangit mati, waktu kematian walang sangit dan gejala infeksi *B. bassiana* pada walang sangit.

Hasil dan Pembahasan

Kerapatan Spora *Beauveria bassiana*

Perbanyakan *Beauveria bassiana* pada media beras menunjukkan pertumbuhan miselium yang merata setelah 10 hari inkubasi. Koloni berwarna putih dan menutupi seluruh permukaan media, menunjukkan viabilitas isolat yang baik (Gambar 1). Hasil perhitungan menggunakan *haemocytometer* menunjukkan kerapatan spora sebesar $1,35 \times 10^{14}$ spora/ml pada umur 1 minggu.



Gambar 1. Perkembangan *B. bassiana* pada 10 hsi. (a) *B. bassiana* pada media beras, (b) *B. bassiana* pada media zeolit. (c) morfologi *B. bassiana* pada media PDA, (d) spora *B. bassiana* pada perbesaran mikroskopis 10x40.

Kerapatan spora yang tinggi ini mengindikasikan bahwa media beras mampu menyediakan nutrisi yang cukup untuk mendukung sporulasi *B. bassiana* (Wahjono et al., 2024). Kandungan karbohidrat dan protein pada beras berperan dalam pembentukan biomassa dan produksi konidium (Duan et al., 2017). Secara biologis, semakin tinggi konsentrasi spora yang diaplikasikan, semakin besar peluang kontak antara konidium dan kutikula serangga, sehingga meningkatkan probabilitas infeksi (Sari & Kumalasari, 2022).

Mortalitas Walang Sangit

Uji efektivitas dilakukan terhadap 11 ekor imago walang sangit (*Leptocorisa acuta*) yang diinokulasi melalui metode semprot langsung. Dinamika mortalitas selama 7 hari pengamatan disajikan pada Tabel 1. Kematian mulai terjadi pada hari ke-3 setelah aplikasi. Mortalitas meningkat secara bertahap hingga mencapai 45,45% pada hari ke-6 dan stabil hingga hari ke-7. Pola ini menunjukkan bahwa *B. bassiana* tidak menyebabkan kematian akut, tetapi bekerja secara progresif melalui proses infeksi biologis (Ponijan et al., 2023). Walang sangit yang terinfeksi menunjukkan gejala penurunan aktivitas gerak dan makan sebelum kematian. Serangga terlihat lemah, jatuh ke dasar kurungan,

kemudian mengalami perubahan warna tubuh menjadi kusam dan kaku (Gambar 2a).

Tabel 1. Perkembangan mortalitas walang sangit setelah aplikasi *B. bassiana*

Hari ke-	Jumlah Hidup	Jumlah Mati	Mortalitas (%)
1	11	0	0
2	11	0	0
3	9	2	18,18
4	9	2	18,18
5	8	3	27,27
6	6	5	45,45
7	6	5	45,45

Untuk memastikan penyebab kematian, serangga mati diinkubasi dalam kondisi lembap. Hasil pengamatan menunjukkan pertumbuhan hifa berwarna putih pada lipatan antar ruas tubuh, yang menyelimuti seluruh permukaan tubuh serangga. Pertumbuhan eksternal miselium merupakan karakteristik infeksi *B. bassiana*.



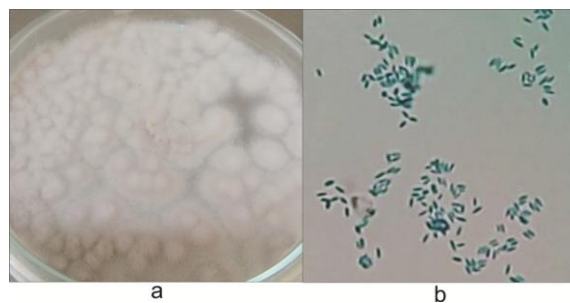
Gambar 2. Perkembangan infeksi *B. bassiana* pada walang sangit. (a) mortalitas hari ke 0, (b) mortalitas hari ke 3, (c) mortalitas hari ke 4, (d) mortalitas hari ke 7.

Analisis secara biologis, interval 2–3 hari setelah kematian menunjukkan fase kolonisasi awal di tubuh serangga (Gaambar 2). Periode ini sesuai dengan mekanisme infeksi jamur entomopatogen, yaitu perkecambahan konidium, pembentukan apesorium, penetrasi kutikula

menggunakan enzim kitinase dan protease, kemudian proliferasi di dalam hemocoel (Fitria Lizmah et al., 2022). Perkembangan infeksi *B. bassiana* telah menyebar luas pada tubuh walang sangit pada hari ke 7 (Gambar 2). Hal ini mengindikasikan *B. bassiana* dapat menjadi entomopatogen pada sserangga walang sangit.

Mortalitas maksimum sebesar 45,45% menunjukkan bahwa formulasi dan metode aplikasi memiliki efektivitas sedang dalam kondisi screen house. Nilai ini mengindikasikan adanya potensi pengendalian, namun belum mencapai tingkat mortalitas tinggi (>70%) yang biasanya diharapkan untuk pengendalian lapangan yang optimal (Puji Handayani & Kurniawati, 2023). Faktor yang mungkin memengaruhi antara lain: tidak adanya ulangan percobaan, variabilitas fisiologis serangga uji, kelembaban mikro lingkungan, distribusi semprotan yang tidak homogen (Erawati et al., 2021).

Isolasi ulang pada media agar menghasilkan koloni berwarna putih dengan konidium berbentuk oval hingga globose, sesuai karakter morfologi *B. bassiana* (I Wayan et al., 2022). Hal ini mengonfirmasi bahwa kematian walang sangit disebabkan oleh infeksi jamur dan bukan faktor lain (Gambar 3).



Gambar 3. Isolasi *B. bassiana* dari walang sangit yang telah terinfeksi. (a) morfologi *B. bassiana* pada media PDA, (b) pengamatan mikroskopis spora *B. bassiana* pada perbesaran 10x40.

Efektivitas *B. bassiana* dalam penelitian ini berkaitan dengan beberapa faktor biologis seperti Kerapatan spora tinggi ($1,35 \times 10^{14}$ spora/ml) meningkatkan peluang infeksi (Islam et al., 2023). Mekanisme infeksi langsung melalui kutikula memungkinkan jamur menginfeksi tanpa harus tertelan (Novitasari et al., 2025). Produksi toksin seperti beauvericin mempercepat gangguan metabolisme dan paralisis serangga (Siahaan et al., 2024). Namun

demikian, mortalitas yang belum mencapai 50% menunjukkan bahwa efektivitasnya masih dapat ditingkatkan. Dalam kondisi lapangan, faktor kelembaban >90% RH sangat menentukan keberhasilan infeksi (Bich et al., 2021). Kondisi screen house yang tidak sepenuhnya terkendali dapat membatasi sporulasi dan penetrasi optimal (Sepe et al., 2025). Secara ekologis, meskipun tingkat mortalitas belum tinggi, penggunaan *B. bassiana* tetap relevan dalam sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT). *Beauveria bassiana* bersifat spesifik terhadap serangga, Tidak mencemari lingkungan, Tidak menimbulkan resistensi secepat insektisida kimia, Dapat dikombinasikan dengan musuh alami lain.

Kesimpulan

Perbanyak *Beauveria bassiana* pada media beras menghasilkan kerapatan spora sebesar $1,35 \times 10^{14}$ spora/ml yang menunjukkan kemampuan sporulasi tinggi dan viabilitas isolat yang baik. Aplikasi suspensi *B. bassiana* pada tanaman padi (*Oryza sativa*) yang diinfestasi walang sangit (*Leptocorisa acuta*) menyebabkan mortalitas bertahap mulai hari ke-3 setelah aplikasi dan mencapai 45,45% pada hari ke-6 pengamatan. Serangga yang terinfeksi menunjukkan gejala khas berupa penurunan aktivitas, perubahan warna tubuh, kekakuan, serta pertumbuhan miselium putih pada permukaan tubuh. Isolasi ulang pada media agar mengonfirmasi bahwa kematian serangga disebabkan oleh infeksi *B. bassiana*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit Tanaman DPKP D.I. Yogyakarta yang telah menyediakan tempat dan fasilitas sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

Aany, M., Sreeja, P., & Karthikeyan, K. (2025). Bio-efficacy of *Beauveria bassiana* RB PTB against rice bug (*Leptocorisa acuta*, Thunberg) and brown plant hopper (*Nilaparvata lugens*, Stål) and its safety to

natural enemies. *Plant Science Today*. <https://doi.org/10.14719/pst.9707>

Abdullah, T., Kuswinanti, T., Aminah, S. N., & Asman, A. (2021). The potential of *Beauveria bassiana* vuill to control rice leaf roller *cnaphalocrocis medinalis* guenee. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 681(1), Article 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/681/1/012037>

Alaida Yahya, F., Oktarina, & Suroso, B. (2025). Efektivitas pemberian *Beauveria Bassiana* Dan Ekstrak lengkuas (*Alpinia galanga* L.) Terhadap Pengendalian OPT Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Callus: Journal of Agrotechnology Science*, 3(3), 126–137.

<https://doi.org/10.47134/callus.v3i3.3854>

Ayudya, D. R., Herlinda, S., & Suwandi, S. (2019). Insecticidal activity of culture filtrates from liquid medium of *Beauveria bassiana* isolates from South Sumatra (Indonesia) wetland soil against larvae of *Spodoptera litura*. *Biodiversitas*, 20(8), 2101-2109. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200802>

Bagariang, W., Kurniati, A., Lestrari, T. M. P., Mahmudah, D., Suyanto, H., & Cahyana, N. A. (2023). Uji Efektivitas *Beauveria bassiana* Terhadap Mortalitas, Pembentukan Pupa Dan Kemunculan Imago *Spodoptera litura* Fabr. *Jurnal Agro Wiralodra*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v6i1.86>

Bich GA, Castrillo ML, Kramer FL, Villalba LL, Zapata PD (2021) Morphological and molecular identification of entomopathogenic fungi from agricultural and forestry crops. *Floresta E Ambiente* 28(2):20180086. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2018-0086>

Bugti GA, Wang B, Lin HF, Na C, Feng LH (2018) Pathogenicity of *Beauveria Bassiana* strain 202 against sap-sucking insect pests. *Plant Prot Sci* 54(2):111. <https://doi.org/10.17221/45/2017-PPS>

Diana Daud, I., Kuswinanti, T., Melina, Azrai, M., Busthanul, N., Tuwo, M., & Azurah, N. (2024). Potensi Cendawan *Beauveria*

- Bassiana pada Benih dan Pengaruhnya Terhadap Spodoptera Frugiperda pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrisistem*, 20(1), 44–46. <https://doi.org/10.52625/j-agr.v20i1.306>
- Duan Y, Wu H, Ma Z, Yang L, Deying Ma (2017) Scanning electron microscopy and histopathological observations of *Beauveria Bassiana* infection of Colorado potato beetle larvae. *Microb Pathog* 111:435–439. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.09.025>
- Erawati, D. N., Wardati, I., Suharto, S., Aji, J. M. M., Ida, N. C., & Suprpti, Y. (2021). Jalur Infeksi *Beauveria Bassiana* dan *Metarhizium Anisopliae* Sebagai Pengendali Hayati Coleoptera: *Oryctes rhinoceros* L. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(3), 220–226. <https://doi.org/10.25181/jppt.v21i3.2139>
- Fitria Lizmah, S., Lestari, R., & Maulidia, V. (2022). Efektivitas *Beauveria bassiana* sebagai Pengendali Hama Walang Sangit (*Leptocorisa acuta*) Pada Stadia Nimfa dan Imago di Laboratorium The Effectiveness of *Beauveria bassiana* as Biological Control against Stink Rice Bugs (*Leptocorisa acuta*) at Nymph and Imago Stage in the Laboratory. *Jurnal Agrotek Lestari*, 8(2). <https://doi.org/10.35308/jal.v8i2.6172>
- I Wayan Juliartawan, Ida Bagus Komang Mahardika, & Anak Agung Sg Putri Risa Andriani. (2022). Uji Efektivitas Jamur *Beuveria bassiana* dalam Mengendalikan Hama Walang Sangit (*Leptocorisa acuta*) pada Tanaman Padi. *Gema Agro*, 27(1), 1–6. <https://doi.org/10.22225/ga.27.1.5007.1-6>
- Islam SMN, Chowdhury MZH, Mim MF et al (2023) Biocontrol potential of native isolates of *Beauveria Bassiana* against cotton leafworm *Spodoptera Litura* (Fabricius). *Sci Rep* 13:8331. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35415-x>
- Magfira, A. A., Himawan, A., & Tarmadja, S. (2022). Aplikasi Jamur *Beauveria Bassiana* Dan *Metarhizium Anisopliae* Untuk Pengendalian Hama Kumbang Tanduk (*Oryctes Rhinoceros*). *AGROISTA : Jurnal Agroteknologi*, 6(1), 61–69. <https://doi.org/10.55180/agi.v6i1.228>
- Mulyani, R. B., Melhanah, M., Advianto, P., & Djaya, A. A. (2022). Pathogenicity of Indigenous Entomopathogen Liquid Formulation to Paddy Bugs Nymphs (*Leptocorisa acuta* Thunberg). *Akta Agrosia*, 25(1), 5–10. <https://doi.org/10.31186/aa.25.1.5-10>
- Novitasari, D., Rokhim, S., Tyastirin, E., & Faizah, H. (2025). Produksi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* pada Limbah Pertanian dan Patogenisitasnya terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 9(1), 7–17. <https://doi.org/10.30595/jrst.v9i1.20678>
- Ponijan, P.; Handayani, E. P.; Kurniawati, N. ; Rakhmiati, R.; Zulkarnaen, Z. (2023) Joint Application of *B. Bassiana* and *M. Anisopliae* Bioinsecticides for Controlling Rice Bugs and Improving Rice Yields. *J Trop Plant Pests*, 23, 58–64. <https://doi.org/10.23960/jhptt.22358-64>
- Puji Handayani, E., & Kurniawati, N. (2023). Plant Pests Dis. *J. Trop. Plant Pests Dis*, 23(2), 58–64. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.22358-64>
- Rosfiansyah, R., Sopiialena, S., Suryadi, A., & Ariadi, R. (2025). *Characterization of an Indigenous Beauveria bassiana from Samarinda and its In-Vitro Effectiveness on The Rice Bug (Leptocorisa acuta Thunberg.)* (pp. 253–265). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-825-7_20
- Sari, D. E., & Kumalasari, A. S. (2022). Pathogenicity of Entomopathogenic Fungus *Beauveria Bassiana* Against *Leptocorisa Acuta*. *CROPSAVER - Journal of Plant Protection*, 5(2), 84. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v5i2.39391>
- Sepe, M., Rosa, H. O., & Suhardi, S. (2025). Efficacy of *Beauveria bassiana* as a Biological Control Agent Against the Brown Planthopper *Nilaparvata lugens* in Rice Cultivation. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(3), 2788–2794. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i3.9094>

- Siahaan, P., Saroyo, S., Tangapo, A. M., & Mambu, S. M. (2024). Diversity of Pests and Natural Enemies in Rice Fields in Kiniar Village, East Tondano District, North Sulawesi-Indonesia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 8(2), 200–210. <https://doi.org/10.55043/jaast.v8i2.226>
- Wahjono, T. E., Yuliani, Y., Hadiyanto. (2024). *Beauveria bassiana*; Insect Pathogen and Biopesticide Producer as an Effective and Environmentally Friendly Alternative for Biological Control. *Jurnal ilmiah agrineca* • vol, 24, 97. <https://doi.org/10.36728/afp.v22i2.2885>
- Wang D, Mou Y, Tong S, Ying S, Feng M.2020.Photoprotective Role of Photolyase-Interacting RAD23 and Its Pleiotropic Effect on the Insect-Pathogenic Fungus *Beauveria bassiana*. *Appl Environ Microbiol*86:e00287-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.00287-20>
- Yunus, M., Salmirna, S., & Edy, N. (2022). Exploration of *Beauveria bassiana* Entomopathogen on *Leptocorisa acuta* in Ricefield. *AGROLAND The Agricultural Sciences Journal (e-Journal)*, 9(2), 107–116. <https://doi.org/10.22487/agroland.v9i2.1475>