

# Potensi Bakteri Pencernaan Ulat Tentara sebagai Agens Bioteknologi pada Jagung: Studi Screening Antagonis sebagai Pengendalian Hayati Berkelanjutan

*Potential of Fall Armyworm Digestive Bacteria as Biotechnology Agents in Corn: Antagonist Screening Study as Sustainable Biological Control*

Indriyanti Azzahra<sup>1</sup>, Vernanda Hani Pradana Sakti<sup>2</sup>, Ilham Widi Asmoro<sup>2</sup>, Anisa Rahmatul Azka<sup>2</sup>, Gallyndra Fatkhu Dinata<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Produksi Tanaman Hortikultura, Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember  
<sup>2</sup>Teknologi Produksi Tanaman Pangan, Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

\*Email Koresponden: [gallyndra.fatkhu@polije.ac.id](mailto:gallyndra.fatkhu@polije.ac.id)

Received : 5 September 2025 | Accepted : 26 September 2025 | Published : 8 November 2025

Kata Kunci	ABSTRAK
Bioteknologi, Fusarium, Jagung, Ulat Tentara	Jagung merupakan komoditas penting kedua bagi ketahanan pangan nasional, namun produksinya masih rendah dan belum mampu memenuhi kebutuhan domestik 12 juta ton per tahun. Penyebab utama adalah serangan penyakit busuk batang ( <i>Fusarium verticillioides</i> ) yang dapat menurunkan hasil panen hingga 50%. Di sisi lain, tanaman juga menghadapi ancaman hama ulat tentara ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ). Menariknya, saluran pencernaan serangga ini berpotensi menjadi sumber bakteri antagonis untuk pengendalian hayati yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi bakteri pencernaan ulat grayak sebagai agen pengendali hayati penyakit busuk batang secara <i>in vitro</i> . Tahapan penelitian meliputi isolasi bakteri dari pencernaan ulat, uji antagonis terhadap <i>F. verticillioides</i> , dan uji hipersensitivitas pada daun tembakau untuk menguji patogenitas. Hasil penelitian memperoleh 16 isolat bakteri yang mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen lebih dari 50% dan terbukti non-patogenik terhadap tanaman. Isolat-isolat tersebut berpotensi besar sebagai agen pengendali hayati yang efektif dan aman bagi tanaman.
Keywords	ABSTRACT
<i>Armyworms, Biotechnology, Corn, Fusarium</i>	<i>Corn is the second most important commodity for national food security, but its production is still low and has not been able to meet the domestic needs of 12 million tons per year. The main cause is the attack of stem rot (<i>Fusarium verticillioides</i>) which can reduce yields by up to 50%. On the other hand, plants also face the threat of armyworm pests (<i>Spodoptera frugiperda</i>). Interestingly, the digestive tract of these insects has the potential</i>

---

*to be a source of antagonistic bacteria for environmentally friendly biological control. This study aims to evaluate the potential of armyworm digestive bacteria as a biological control agent for rod rot disease in vitro. The research stages include bacterial isolation from caterpillar digestion, antagonist tests against *F. verticillioides*, and hypersensitivity tests on tobacco leaves to test for pathogenicity. The results of the study obtained 16 bacterial isolates that were able to inhibit the growth of pathogenic fungi by more than 50% and were proven to be non-pathogenic to plants. These isolates have great potential as effective and safe biological control agents for plants.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas penyokong ketahanan pangan nasional dengan tingkat konsumsi yang sangat tinggi yaitu mencapai 12 juta ton/tahun (Kartika, 2019). Namun, Badan Pusat Statistik (2025) mencatat produktivitas jagung pada 2024 hanya 5,94 ton/ha, sementara potensi hasilnya dapat mencapai optimal 12 ton/ha (Aulia & Makmur, 2020). Rendahnya produktivitas jagung di Indonesia salah satunya disebabkan penyakit busuk batang oleh patogen *Fusarium verticillioides* (Sebayang et al., 2021). Penyakit ini menyebabkan penurunan produksi hingga 50%, sehingga berpotensi menyebabkan kerugian ekonomi yang masif (Oktaviani et al., 2023). Selain mengancam dari segi budidaya, patogen ini juga mengancam kualitas bahan pangan terutama produk turunan jagung. Selain menginfeksi batang jagung, patogen ini juga dapat mengkontaminasi hasil panen berupa biji jagung. Patogen *F. verticillioides* menghasilkan senyawa Fumonisin B1 (FB1) yang merupakan mikotoksin berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia (Chen et al., 2021).

Sejauh ini, pengendalian patogen *F. verticillioides* masih bergantung pada metode kimiawi khususnya penggunaan fungisida berbahan aktif propineb. Namun, aplikasi fungisida dalam jangka panjang menyebabkan kerugian pada kelestarian lingkungan dan kesehatan manusia (Dinata et al., 2023; Akrom et al., 2024). Sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dapat menerapkan metode pengendalian hayati, seperti penggunaan bakteri antagonis. Salah satu sumber inokulan yang berpotensi mengandung bakteri antagonis adalah pencernaan serangga, termasuk ulat tentara.

Ulat tentara atau *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) adalah hama invasif utama pada tanaman jagung yang berasal Amerika dan menyebar di wilayah Afrika (De Groote et al., 2020). Pada tahun 2019 hama ini pertama kali terdeteksi di Indonesia dan menjadi ancaman serius saat produksi jagung (Trisyono et al., 2019). Kemampuan adaptasi dan perkembangannya yang pesat didukung oleh keberagaman mikrobiota di dalam saluran pencernaannya (Almeida et al., 2017). Penelitian oleh Hidanah et al (2022) mengungkap bahwa di dalam saluran pencernaan *Spodoptera litura* yang masih satu famili dengan ulat tentara (*S. frugiperda*) memiliki sejumlah bakteri yang berasal dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Lebih lanjut Omotayo & Babalola (2023) mengungkap bahwa bakteri seperti *Pseudomonas* dan *Bacillus* memiliki kemampuan dalam menekan *F. verticillioides*. Mekanisme penghambatannya diduga melalui produksi senyawa antijamur dan enzim kitinase. Enzim kitinase berperan untuk mendegradasi kitin yang merupakan komponen penyusun dinding sel jamur. Dengan demikian jamur yang bersifat patogen seperti *F. verticillioides* berpotensi dapat dikendalikan dengan memanfaatkan sifat antagonisme dari bakteri tersebut.

Melalui pendekatan dari penelitian sebelumnya diduga di dalam saluran pencernaan *S. frugiperda* memiliki mikrobiota yang bersifat antagonis. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi potensi bakteri pencernaan ulat tentara melalui studi screening antagonis sebagai agen pengendali hayati patogen *F. verticillioides* secara *in vitro*. Dengan demikian,

melalui penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam menghadirkan solusi bagi permasalahan pertanian di Indonesia secara berkelanjutan.

## 2. METODE

### 2.1 Waktu dan Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan ini dilaksanakan selama bulan Agustus 2025 dan bertempat di Laboratorium Perlindungan Tanaman Politeknik Negeri Jember.

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC) LCB-1101VE, *autoclave System SA-300VF*, mikroskop binokuler, *hot plate*, *beaker glass* (Merch), *erlenmeyer* 150 ml (Iwaki), cawan Petri (Iwaki), *loop*, bunsen, mikropipet (JoanLab), tabung reaksi 10 ml (Pyrex), botol media (Schoot), pinset, jangka sorong, *syringe* 3 ml, dan *hand sprayer*.

Bahan yang digunakan antara lain sampel ulat tentara, isolat patogen *Fusarium verticillioides*, media instan *Nutrient Agar* (NA) Himedia, *Potato Dextrose Agar* (PDA) Himedia, tanaman tembakau, akuades steril, kertas saring, *plastic wrap*, dan *aluminium foil*.

### 2.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

#### 2.3.1 Isolasi bakteri asal pencernaan ulat tentara dan purifikasi

Isolasi diawali dengan mengambil sampel larva dari lahan jagung. Sampel ulat disterilisasi dengan alkohol 70% dan akuades. Pengisolasian dengan membedah dan mengambil saluran pencernaan larva lalu dihaluskan menggunakan mortar *pestle* dengan akuades 5 mL kemudian dihomogenisasi (Trianti et al., 2023). Suspensi 1 mL diencerkan pada pengenceran bertingkat ( $10^{-1}$  hingga  $10^{-5}$ ). Hasil pengenceran diinokulasikan 100  $\mu$ L pada cawan petri berisi media NA, diratakan dengan stik *glass L*, diinkubasi selama 24 - 48 jam pada suhu ruang. Koloni mikroba diidentifikasi dengan melihat morfologi setiap mikroba pada masing-masing media yang berbeda. Isolat yang di temukan kemudian di purifikasi hingga didapati biakan murni mikroba (Widura et al., 2024).

#### 2.3.2 Uji screening antagonis

Uji screening antagonis dilakukan dalam cawan petri yang berisi media NA. Isolat patogen diinokulasikan pada titik tengah perpotongan cawan petri, suspensi bakteri dilarutkan pada kertas saring berukuran 0,5 cm kemudian dikeringkan lalu diinokulasikan pada 4 kuadran, dengan jarak 3 cm di sekitar jamur patogen (Dinata et al., 2021).

#### 2.3.3 Uji hipersensitif

Pengujian ini ditujukan untuk mengidentifikasi bakteri patogen tanaman. tanaman tembakau mempunyai sensitivitas tinggi terhadap penyakit. Suspensi bakteri diinfiltrasikan pada daun permukaan, jika setelah pengujian terlihat nekrosis pada permukaan daun maka isolat tersebut merupakan patogen sehingga tidak digunakan pada tahap selanjutnya (Sakti et al., 2024).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Isolasi Bakteri Pencernaan Ulat Tentara

**Tabel 1.** Data hasil isolasi ulat tentara

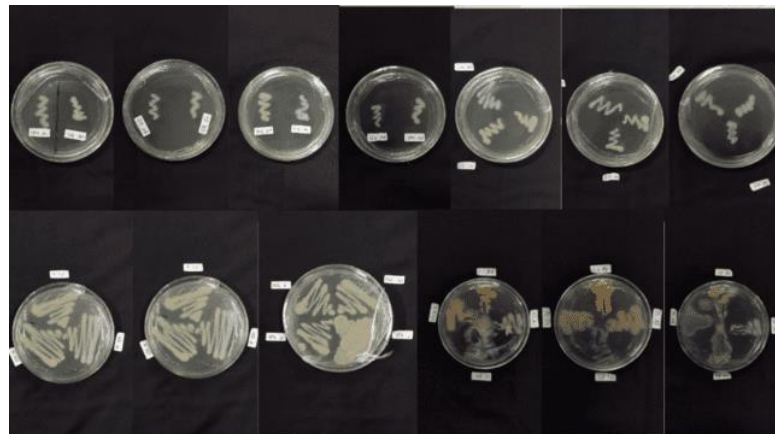
No	Kode Isolat	Titik Pengambilan	Asal Bakteri
1.	IS1A1	Titik 1 Lahan Depan Lab. Lapang Politeknik Negeri Jember (Isolasi 1)	Instar Larva ke-4
2.	IS1A2		
3.	IS1A3		
4.	IS1A4		
5.	IS1A5		
6.	IS1A6		
7.	IS1A7		
8.	IS1A8		
9.	IS2A1	Titik 2 Lahan Depan Lab. Lapang Politeknik Negeri Jember (Isolasi 2)	Instar Larva ke-5
10.	IS2A2		
11.	IS2A3		
12.	IS2A4		
13.	IS2A5		
14.	IS2A6		
15.	IS2A7		
16.	IS2A8		
17.	IS2A9	Titik 1 Lahan Belakang Kebun Inovasi Politeknik Negeri Jember (Isolasi 3)	Instar Larva ke-3
18.	IS3A1		
19.	IS3A2		
20.	IS3A3		
21.	IS3A4		
22.	IS3A5		
23.	IS3A6		
24.	IS3A7		
25.	IS3A8		
26.	IS3A9		
27.	IS3A10	Titik 1 Lahan Samping Gedung Jurusan Produksi Pertanian Politeknik Negeri Jember (Isolasi 4)	Instar Larva ke-4
28.	IS3A11		
29.	IS4A1		
30.	IS4A2		
31.	IS4A3		
32.	IS4A4		
33.	IS4A5	Titik 2 Lahan Samping Gedung Jurusan Produksi Pertanian Politeknik Negeri Jember (Isolasi 5)	Instar Larva ke-5
34.	IS4A6		
35.	IS5A1		
36.	IS5A2		
37.	IS5A3		
38.	IS5A4		
39.	IS5A5		

Tabel 1 merupakan data isolat bakteri yang diperoleh dari hasil pembedahan saluran pencernaan ulat tentara. Berdasarkan hasil isolasi diperoleh 39 isolat dari lima titik pengambilan

sampel yang berbeda. Setiap sampel yang diambil diperoleh dari tanaman inang yang memiliki perbedaan usia tanam dan fase instar yang berbeda. Larva dengan instar akhir (4-5) ditemukan pada lahan dengan usia tanaman 35 – 40 HST. Sementara, isolat dari larva instar awal (instar 3) ditemukan pada tanaman usia 21 HST. Adanya perbedaan tersebut diduga dipengaruhi oleh tingkat kemampuan makan ulat tentara di masing-masing instar. Pada instar akhir karena memiliki tingkat makan yang tinggi maka banyak ditemukan pada tanaman pada usia yang lebih tua. Sebaliknya, pada instar awal ditemukan pada tanaman dengan usia yang lebih muda karena memiliki jaringan yang lebih lunak.

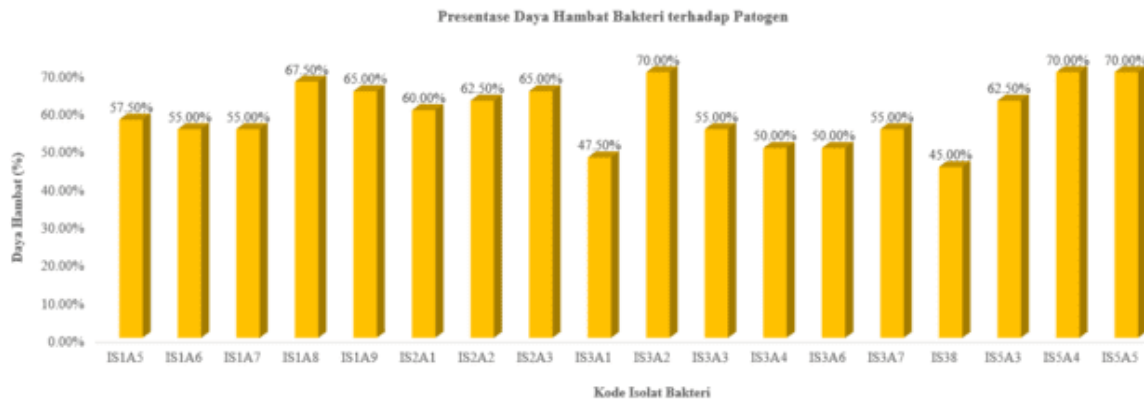
Berdasarkan Tabel 1, diperoleh sejumlah isolat bakteri dari setiap sampel isolasi dengan jumlah yang bervariasi, yaitu 8 isolat (IS1A1-IS1A8) dari sampel pertama, 9 isolat (IS2A1-IS2A9) dari sampel kedua, 11 isolat (IS3A1-IS3A11) dari sampel ketiga, 6 isolat (IS4A1-IS4A6) dari sampel keempat, dan 5 isolat (IS5A1-IS5A5) dari sampel kelima. Variasi jumlah isolat ini diduga berkaitan dengan perbedaan aktivitas enzimatik yang dimiliki oleh mikrobiota dalam saluran pencernaan ulat tentara, khususnya enzim yang terlibat dalam degradasi senyawa kompleks seperti selulase, kitinase, dan ligninase. Aktivitas enzimatik tersebut dapat menjadi indikator potensi antagonis bakteri terhadap jamur patogen seperti *Fusarium verticillioides*, yang dinding selnya tersusun atas kitin. Kemampuan bakteri dalam menghasilkan enzim, khususnya kitinase berperan penting dalam mendegradasi dinding sel jamur patogen sehingga menghambat pertumbuhannya (Yusuf et al., 2024).

Seluruh isolat yang diperoleh kemudian dimurnikan dengan menumbuhkannya pada media *Nutrient Agar* (NA) untuk mendapatkan biakan murni, seperti yang ditampilkan pada Gambar 1. Proses purifikasi ini merupakan tahapan yang dilakukan untuk memastikan bahwa setiap isolat bebas dari kontaminan dan siap untuk dilakukan uji lebih lanjut, termasuk uji screening antagonis terhadap *F. verticillioides*.



**Gambar 1.** Hasil purifikasi isolat bakteri

### 3.2 Hasil Uji Screening Antagonis



**Gambar 2.** Presentase penghambatan 18 isolat bakteri pencernaan ulat tentara terhadap patogen *F. verticillioides*

Hasil uji screening antagonis menunjukkan bahwa dari 39 isolat bakteri pencernaan ulat tentara berhasil ditemukan 18 isolat bakteri yang mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium verticillioides*. Hal ini mengindikasikan bahwa mikrobiota pencernaan ulat tentara memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati. Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa di antara 18 isolat tersebut, sebanyak 16 isolat menunjukkan presentase penghambatan lebih dari 50% yang menurut (Rachmawati, 2021) menunjukkan sifat aktivitas antagonis yang kuat. Sementara itu, 2 isolat lainnya yaitu IS3A2 dan IS3A8 masing-masing menunjukkan presentase penghambatan yang lebih rendah, yaitu sebesar 47,50% dan 45%.

Variasi dalam presentase daya hambat merupakan hal yang wajar. Hal tersebut diduga disebabkan oleh perbedaan mekanisme antagonis yang dimiliki setiap isolat bakteri. Mekanisme tersebut dapat berupa perbedaan produksi antibiotik, sekresi enzim kitinase yang dapat mendegradasi sel jamur, atau kompetisi dalam memperebutkan ruang dan nutrisi. Isolat-isolat dengan nilai penghambatan lebih dari 50% diduga menghasilkan suatu metabolit antijamur dalam jumlah yang lebih banyak atau memiliki mekanisme yang lebih efektif, sehingga menunjukkan kemampuan lebih unggul dibandingkan dengan isolat IS3A2 dan IS3A8.

Berdasarkan Gambar 3, dapat diamati bahwa terbentuk zona bening (*zone of inhibition*) yang terbentuk di sekitar koloni bakteri pada media NA. Hal ini menunjukkan adanya senyawa penghambat yang dikeluarkan oleh isolat bakteri untuk mencegah pertumbuhan miselia *F. verticillioides*. Perbedaan lebar zona bening pada masing-masing isolat menunjukkan variasi dalam tingkat efektivitas penghambatan. Semakin lebar zona yang terbentuk maka semakin kuat aktivitas antagonis yang dimiliki oleh suatu isolat.



**Gambar 3.** Hasil uji screening antagonis isolat bakteri pencernaan ulat tentara terhadap patogen *F. verticillioides*

### 3.3 Uji Hipersensitif



**Gambar 4.** Hasil uji hipersensitif isolat bakteri

Berdasarkan hasil uji hipersensitif telah diinkubasi selama 48 jam, hanya dua isolat yaitu IS1A9 dan IS1A5 yang menimbulkan gejala nekrosis pada daun tembakau (*Nicotina tabacum*) dari total 16 isolat yang diuji. Gejala nekrosis yang diamati ditandai dengan terbentuknya bercak berwarna kuning pada permukaan daun. Suatu isolat (mikroorganisme) dapat menyebabkan nekrosis jika bersifat virulen (patogen) terhadap tanaman inang, sehingga memicu respons imun tanaman yang mengakibatkan kematian jaringan secara lokal. Munculnya gejala nekrosis pada permukaan daun tembakau dari kedua isolat tersebut dapat disebabkan oleh adanya gen hrp (*hypersensitive response and pathogenicity*) yang umum ditemukan pada bakteri patogen tanaman (Kvitko & Collmer, 2023). Hasil ini mengindikasikan bahwa kedua isolat tersebut berpotensi bersifat patogen bagi tanaman. Sebaliknya, 14 isolat lainnya tidak menunjukkan gejala nekrosis sehingga isolat-isolat tersebut tidak bersifat patogen. Dengan demikian, isolat yang bersifat non-patogen berpotensi aman jika digunakan lebih lanjut sebagai agen pengendali hayati dan tidak menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inang. Penggunaan daun tembakau dalam pengujian ini didasarkan pada sensitivitasnya yang tinggi terhadap berbagai macam patogen tanaman, sehingga dapat berfungsi sebagai indikator untuk mendeteksi sifat patogen suatu isolat bakteri (Marsaoli et al., 2019).

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji screening antagonis, sebanyak 18 isolat bakteri pencernaan ulat tentara berpotensi sebagai agen pengendali hayati dengan 16 isolat yang memiliki presentase penghamabatan di atas 50%. Isolat-isolat tersebut antara lain IS1A5, IS1A6, IS1A7, IS1A8, IS1A9, IS2A1, IS2A2, IS2A3, IS3A1, IS3A2, IS3A3, IS3A4, IS3A6, IS3A7, IS3A8, IS5A3, IS5A4, dan IS5A5. Selain itu, melalui uji hipersensitif menunjukkan bahwa dari 16 isolat yang bersifat patogen. Dengan karakteristik tersebut, 14 isolat lainnya layak untuk dikaji lebih lanjut sebagai agen pengendali hayati yang aman bagi tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akrom, A. A., Purnawati, A., & Prasetyowati, E. T. (2024). Potensi Bioenkapsulasi Bakteri Endofit *Bacillus* sp. sebagai Biokontrol Busuk Batang *Fusarium* pada Tanaman Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi*, 16(2), 1–18.
- Almeida, L. G. de, Moraes, L. A. B. de, Trigo, J. R., Omoto, C., & Consoli, F. L. (2017). The gut microbiota of insecticide-resistant insects houses insecticide-degrading bacteria: A potential source for biotechnological exploitation. *PloS One*, 12(3), e0174754. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174754>

- Aulia, M. R., & M, M. (2020). Efektivitas Pupuk Organik Cair Fermentasi Ekstrak Daun LamtoroGung Terhadap Pertumbuhan Produksi Jagung Lokal Mandar. *AGROVITAL : J. Ilmu Pertanian*, 5(2), 55. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v5i2.1739>
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi, 2023-2024*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjIwNCMy/luas-panen--produksi--dan-produktivitas-jagung-menurut-provinsi.html>
- Chen, J., Wen, J., Tang, Y., Shi, J., Mu, G., Yan, R., Cai, J., & Long, M. (2021). Research progress on fumonisin B1 contamination and toxicity: A review. *Molecules*, 26(17), 5238.
- De Groot, H., Kimenju, S. C., Munyua, B., Palmas, S., Kassie, M., & Bruce, A. (2020). Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) in maize production areas of Kenya. *Agric. Ecosyst. Environment*, 292, 106804. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106804>
- Dinata, G. F., Aini, L. Q., & Abadi, A. L. (2023). In vitro evaluation of the effect of combined indigenous antagonistic bacteria against *Fusarium oxysporum*. *International Journal of Agriculture System*, 11(1), 55–64.
- Dinata, G. F., Ariani, N., Purnomo, A., & Aini, L. Q. (2021). Pemanfaatan Biodiversitas Bakteri Serasah Kopi Sebagai Solusi Pengendali Penyakit Moler pada Bawang Merah. *J. Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 9(1), 28–34. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2021.009.1.5>
- Hidanah, S., Setyono, H., & Nazar, D. S. (2022). *Pengembangan Bioproduk Probiotik Asal Saluran Pencernaan Hama Ulat Grayak (Spodoptera Litura) Untuk Pengolahan Limbah Kulit Ari Kedelai Sebagai Formula "Complete Feed" Untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan*.
- Kartika, D. A. (2019). *Analisis Permintaan Jagung di Indonesia*. Doctoral Dissertation. Universitas Islam Riau.
- Kvitko, B. H., & Collmer, A. (2023). Discovery of the Hrp type III secretion system in phytopathogenic bacteria: how investigation of hypersensitive cell death in plants led to a novel protein injector system and a world of inter-organismal molecular interactions within plant cells. *Phytopathology*, 113(4), 626–636.
- Marsaoli, F., Matinahoru, J. M., & Leiwakabessy, C. (2019). Isolasi, Seleksi, dan Uji Antagonis Bakteri Endofit diisolasi dari Salawaku (*Falcataria mollucana*) dalam Menekan Pertumbuhan Cendawan Patogen *Cercospora* spp. *Agrologia*, 8(2), 360679.
- Oktaviani, W. R., Salamiah, S., & Fitriyanti, D. (2023). Pemetaan Serangan Penyebab Penyakit Busuk Batang Jagung di Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. *J. Proteksi Tanaman Tropika*, 6(2), 654–665. <https://doi.org/10.20527/jptt.v6i2.1847>
- Omotayo, O. P., & Babalola, O. O. (2023). *Fusarium verticillioides* of maize plant: Potentials of propitious phytomicrobiome as biocontrol agents. *Frontiers in Fungal Biology*, 4, 1095765.
- Rachmawati, Y. (2021). *Rachmawati, Y. (2021). Isolasi dan uji antagonis kapang endofit dari tanaman pala (myristica fragrans houtt.) terhadap aspergillus flavus penghasil aflatoksin pada biji pala*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah .
- Sakti, V. H. P., Widura, A. D., Maulana, A. D., Wiya, Z. A., Rofiqoh, R. A., Alif, T., & Dinata, G. F. (2024). Potensi Bakteri Symbion Rayap sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Rebah Semai (*Sclerotium rolfsii*) pada Tanaman Kedelai secara In Vitro. *Gontor Agrotech Sci. J.*, 10(2), 157–164. <https://doi.org/10.21111/agrotech.v10i2.13110>
- Sebayang, A., Mirsam, H., Pakki, S., Azrai, M., & Muis, A. (2021). Control of *Fusarium verticillioides* on corn with a combination of *Bacillus subtilis* TM3 formulation and botanical pesticides. *Saudi J. Biol. Sci.*, 28(12), 7000–7005. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.07.083>
- Trisyono, Y. A., Suputa, S., Aryuwandari, V. E. F., Hartaman, M., & Jumari, J. (2019). Occurrence of Heavy Infestation by the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda*, a New Alien Invasive Pest, in Corn Lampung Indonesia. *J. Perlindungan Tanam. Indo.*, 23(1), 156. <https://doi.org/10.22146/jpti.46455>
- Widura, A. D., Sakti, V. H. P., Wiya, Z. A., Rofiqoh, R. A., & Dinata, G. F. (2024). Eksplorasi bakteri simbiosis rayap dari sarang berbeda menggunakan media nutrient agar dan yeast peptone agar. *J. AGRILAND*, 12(1), 52–58.
- Yusuf, A. I., Aini, F., Maritsa, H. U., & Riany, H. (2024). Aktivitas Kitinase Dari Aktinobakteri Sebagai Biokontrol *Ganoderma boninense*. *Berita Biologi*, 23(2), 227–234.