

PENGARUH EMPAT ISOLAT *Bacillus* spp. UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN PADI DAN PENINGKATAN KETAHANAN TERHADAP SERANGAN KEPINDING TANAH (*Scotinophara coarctata* Fabricius.)

THE EFFECT OF FOUR *Bacillus* spp. ISOLATES FOR THE GROWTH OF RICE PLANTS AND INCREASING RESISTANCE AGAINST RICE BLACK BUG (*Scotinophara coarctata* Fabricius.) ATTACKS

Ilham Wibowo, Yulmira Yanti*, Hasmiandy Hamid, Yaherwandi

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang, Indonesia, kode pos 25163.

*Korespondensi: mira23@agr.unand.ac.id

Diterima: 16 Maret 2024/Direvisi: 24 April/Disetujui: 27 Juni 2024

ABSTRAK

Kepinding Tanah (*Scotinophara coarctata* Fabricius) merupakan hama penting tanaman padi. Alternatif pengendalian yang dapat dilakukan dengan pemanfaatan agens hayati dari genus *Bacillus*. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi isolat *Bacillus* spp. yang efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman padi terhadap serangan kepinding tanah. Penelitian secara eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yaitu : (1) *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3, (2) *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1, (3) *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, (4) *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2, dan (5) Kontrol dengan masing masing 5 ulangan. Hasil penelitian yang diperoleh *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 meningkatkan pertumbuhan tanaman 135,27 cm, jumlah anakan 23,85 anakan, serta berat segar dan kering masing-masing sebesar 0,8 gram dan 0,09 gram. Selanjutnya, *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2, dapat menurunkan jumlah telur $30,60 \pm 2,70$ telur, presentase telur yang menetas 74,46%, dengan intensitas serangan sebesar 11,18%.

Kata kunci: Agens Hayati, Alternatif pengendalian, Introduksi, Isolat

ABSTRACT

Rice black bug (*Scotinophara coarctata* Fabricius) is an important pest of rice plants. An alternative control method involves utilizing biological agents from the genus *Bacillus*. The research aims to identify the effective *Bacillus* spp. isolates in enhancing the growth and resistance of rice plants against rice bug infestations. The experimental study employed a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments: (1) *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3, (2) *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1, (3) *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, (4) *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2, and (5) Control, each with five replications. The results showed that *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 increased plant height by 135.27 cm, and the number of tillers by 23.85, with fresh and dry weights of 0.8 grams and 0.09 grams, respectively. Furthermore, *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2 reduced the number of eggs by 30.60 ± 2.70 eggs, with a hatching percentage of 74.46%, and an infestation intensity of 11.18%.

ISSN : [2407-7933](https://doi.org/10.15575/34106)

43

Cite this as: Wibowo, I., Yanti, Y., Hamid, H. & Yaherwandi. (2024). Pengaruh empat isolat *Bacillus* spp. untuk pertumbuhan tanaman padi dan peningkatan ketahanan terhadap serangan kepinding tanah (*Scotinophara coarctata* Fabricius.). *Jurnal Agro*, 11(1), 43-58. <https://doi.org/10.15575/34106>

Keywords: Biological Agents, Alternative Control, Introduction, Isolates

PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman pangan utama penghasil beras yang menjadi makanan pokok mayoritas penduduk Indonesia. Produktivitas padi di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun 2021-2023 yaitu 5,22, 5,23 dan 5,28 t ha⁻¹ (Badan Pusat Statistik, 2023). Namun, produktivitas tersebut masih rendah dibandingkan produktivitas optimum yang mencapai 8 t ha⁻¹ (Aditya *et al.*, 2021) sehingga masih diperlukan impor beras untuk memenuhi kebutuhan nasional.

Salah satu faktor penyebab rendahnya produktivitas padi adalah serangan kepinding tanah, yang menyerang pada fase vegetatif dan generatif. Serangan kepinding tanah pada fase vegetatif dapat mengurangi jumlah anakan dan pertumbuhan tanaman, sementara pada fase generatif dapat menyebabkan produksi malai yang tidak sempurna, menghasilkan gabah kosong atau berisi sedikit bulir dengan presentase kerusakan serangan 15-30% (Wangko *et al.*, 2019). Ambang ekonomi kepinding tanah sebesar 5 ekor nimfa atau kepinding dewasa per rumpun (Gazali, 2022).

Di Indonesia telah dilaporkan serangan kepinding tanah pada pertanaman padi sawah di Sulawesi, Sumatera, Kalimantan dan Jawa (Moonik. *et al.*, 2013). Kepadatan Kepinding tanah di Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara, Indonesia mencapai 10,11 ekor dan persentase tanaman terserang mencapai 66,66% (Kila *et al.*, 2016). Serangan kepinding tanah di Sumatera Barat telah menyebabkan kegagalan panen di beberapa daerah, termasuk di Nagari Kudu Gantiang Barat, Kabupaten Padang

Pariaman (Dinas Pertanian Kabupaten Padang Pariaman, 2021). Kepadatan populasi kepinding tanah di beberapa wilayah di Sumatera Barat telah melampaui ambang batas ekonomi, sehingga perlu dilakukan pengendalian lebih lanjut (Haviz *et al.*, 2011).

Berbagai metode telah diterapkan untuk mengendalikan kepinding tanah adalah menggunakan lampu petromak yang digantung di atas bejana berisi minyak dan menggenangi sawah hingga pangkal padi (Sumayanti *et al.*, 2021). Petani juga mengendalikan kepinding tanah dengan insektisida tetapi tidak memperhatikan prinsip 6 tepat yaitu: tepat sasaran, tepat mutu, tepat jenis, tepat waktu, tepat dosis dan tepat cara penggunaan (Moonik *et al.*, 2015). Penggunaan insektisida secara berlebihan ini dapat menyebabkan resistensi hama dan meninggalkan residu tinggi di lingkungan pertanian (Dharmadewi & Kadek, 2022). Salah satu alternatif pengendalian ramah lingkungan dan berkelanjutan yang dapat dilakukan yaitu pemanfaatan *Bacillus* yang terbukti dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit.

Bacillus spp. termasuk dalam kelompok rizobakteri yang memiliki dua mekanisme dalam pengendalian serangga yaitu secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung sebagai agens entomopatogen dan secara tidak langsung memicu respons pertahanan tanaman melalui Ketahanan Tanaman Terinduksi atau ISR (*Induced Systemic Resistance*) yang meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan patogen (Seenivasagan & Babalola, 2021; Vajri *et al.*, 2021).

Ketahanan tanaman terinduksi dapat berperan di berbagai bagian tanaman, termasuk akar dan daun sehingga akan menghambat pertumbuhan patogen dan mengurangi serangan serangga (Chung, 2017).

Beberapa isolat bakteri *Bacillus* yang bertindak sebagai PGPR mampu menekan perkembangan dari *Bemisia tabaci* pada tanaman tomat (Hamid *et al.*, 2020). Isolat *Bacillus* EAB 2.1 menunjukkan peningkatan signifikan dalam enzim Peroxidase (POD) sebesar $0,072 \mu\text{g mL}^{-1}$, Polyphenol Oxidase (PPO) sebesar $0,0009 \mu\text{g mL}^{-1}$, dan Phenylalanine Ammonia Lyase (PAL) sebesar $14,15 \mu\text{g mL}^{-1}$ pada daun tomat yang diintroduksi. Selain itu Isolat EAB 2.1 diidentifikasi sebagai isolat terbaik dalam meningkatkan aktivitas enzim PO, PPO, dan PAL dalam menekan perkembangan *Bemisia tabaci* pada tanaman tomat (Joni *et al.*, 2020). Tanaman kapas yang diintroduksi dengan *Bacillus* spp. menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam tingkat gossypol, transkrip gen, dan produksi gossypol, serta tingkat asam jasmonat dibandingkan dengan tanaman yang tidak diintroduksi. Hal ini mengakibatkan penurunan makan dan perkembangan larva *Spodoptera exigua* pada tanaman yang diintroduksi dengan *Bacillus* (Zebelo *et al.*, 2016).

Guna mendukung keberhasilan pemanfaatan *Bacillus* spp. untuk pengoptimalan pertumbuhan padi dan pengendalian kepinding tanah, salah satu hal yang diperlukan adalah pemilihan isolat yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dan pengendalian kepinding tanah. Adapun tujuan pada penelitian ini untuk mengidentifikasi isolat *Bacillus* spp. yang efektif dalam meningkatkan

pertumbuhan dan ketahanan tanaman padi terhadap serangan kepinding tanah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada periode Desember 2023 hingga April 2024 di Laboratorium Mikrobiologi, Biekologi Serangga, dan Pengelolaan Habitat serta Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang.

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pengujian dilakukan pada 4 isolat *Bacillus* spp + 1 kontrol dengan masing-masing 5 ulangan. Adapun isolat *Bacillus* spp. yang digunakan yaitu yaitu *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2, *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.,1 *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3 dan Kontrol. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Least Significance Different (LSD) pada taraf 5%.

Kepinding tanah dikumpulkan dari pertanaman padi di Kabupaten Agam, Sumatera Barat, menggunakan jaring serangga, aspirator dan mekanik. Kemudian, kepinding tanah diperbanyak di Laboratorium Bioekologi Serangga Departemen Proteksi Tanaman. Perbanyak kepinding tanah dilakukan di dalam kotak perbanyak berukuran $35 \times 45 \times 60 \text{ cm}^3$ yang terbuat dari kain kasa dengan kerangka bambu. Kurungan pembiakan diberi nampan yang ditanami padi varietas Putih Papanai umur 4 - 6 minggu setelah tanam. Untuk menjaga kelembapan, pada alas kurungan pembiakan diberi karung dan disiram air setiap dua hari sekali.

Isolat *Bacillus* spp. yang digunakan merupakan koleksi Dr. Yulmira Yanti, S.Si,

MP. Isolat *Bacillus* spp. diremajakan dalam media *Tryptic Soy Agar* (TSA), untuk memastikan keaslian kultur diuji dengan uji gram dan reaksi hipersensitif. Uji gram dilakukan dengan KOH 3% diteteskan pada kaca preparat steril dan bakteri yang telah tumbuh diambil dengan jarum ose dan digosokkan pada larutan KOH 3%, kemudian diamati. *Bacillus* spp. termasuk bakteri gram positif. Kemudian, reaksi hipersensitif dilakukan dengan Isolat *Bacillus* spp. diencerkan hingga 10^8 sel ml^{-1} , lalu diinjeksikan ke daun *Mirabilis jalapa*. Daun dilindungi dengan plastik dan diinkubasi. *Bacillus* spp. dianggap tidak patogen jika tidak ada gejala pada tanaman dalam 2 x 24 jam (Yanti *et al.*, 2022).

Selanjutnya, isolat *Bacillus* spp. yang murni diperbanyak dalam medium cair dengan memindahkan koloni tunggal ke dalam botol kultur berukuran 50 ml berisi NB (*Nutrient Broth*). Kemudian, botol kultur diinkubasi pada *rotary shaker* selama 24 jam dengan kecepatan putaran 150 rpm. Setelah itu, sebanyak 1 ml dari hasil *pre culture* dipindahkan ke dalam 149 ml air kelapa steril dalam botol kultur berukuran 250 ml untuk dilanjutkan ke tahap *main culture*. *Main culture* diinkubasi pada *rotary shaker* selama 2 x 24 jam dengan kecepatan putaran 150 rpm. Kepadatan populasi rizobakteri ditentukan dengan membandingkan kekeruhan suspensi bakteri dengan larutan McFarland skala 8, yang mengindikasikan kepadatan populasi sekitar 10^8 sel ml^{-1} (Yanti *et al.*, 2013).

Persiapan media tanam dilakukan dengan mencampur tanah dan pupuk kandang steril dengan perbandingan 3:1 yang telah *dityndalisasi* dan dimasukkan ke dalam ember 4/5 bagian. *Bacillus* spp. diintroduksi pada dua tahap, yaitu pada

benih dan bibit padi umur 21 hari setelah semai (HSS). Pada tahap pertama, benih direndam dalam suspensi bakteri selama 15 menit. Pada tahap kedua, akar bibit padi umur 21 hss direndam dalam suspensi bakteri selama 15 menit. Proses perendaman dilakukan dengan cara mencelupkan benih dan akar bibit ke dalam suspensi bakteri yang telah disiapkan dalam botol schott steril, memastikan semua bagian benih atau akar terendam secara merata. Setelah perendaman, benih atau bibit langsung ditanam ke media tanam yang telah dipersiapkan sebelumnya (Yanti *et al.*, 2017). Selanjutnya, instar 4, 5, dan imago kepinding tanah diinfestasikan pada tanaman padi yang berumur 28 hari setelah tanam, dengan masing-masing ulangan sebanyak 5 individu (Verawati & Yuliani, 2018; Hidayat, 2015). Tanaman padi dipelihara dan diperhatikan pengaturan tingkat air, pengendalian gulma, dan pemupukan yang rutin hingga panen.

Pengaruh *Bacillus* spp. terhadap pertumbuhan bibit tanaman padi dievaluasi melalui beberapa parameter. Pertama, uji daya berkecambah dilakukan dengan mengamati persentase biji yang berhasil berkecambah. Selanjutnya, tinggi bibit diukur dari permukaan tanah hingga ujung daun terpanjang dengan menggunakan penggaris. Jumlah daun bibit dihitung secara manual dari setiap bibit. Panjang akar bibit diukur dari batang tanaman hingga ujung akar terpanjang dengan menggunakan penggaris. Untuk berat segar bibit, bibit dipanen kemudian langsung ditimbang menggunakan timbangan analitik tanpa pengeringan sebelumnya. Sedangkan berat kering bibit didapat setelah bibit tersebut dikeringkan

di oven pada suhu tertentu hingga mencapai berat konstan. Metode ini menggunakan sampel destruktif untuk pengamatan.

Pengaruh *Bacillus* spp. terhadap pertumbuhan tanaman padi, meliputi beberapa parameter yang diamati. Pertama, tinggi tanaman diukur dari dasar tanaman hingga ujung daun teratas menggunakan pita ukur. Selanjutnya, jumlah daun dihitung secara manual dengan teliti, menghitung setiap daun yang muncul pada setiap tanaman yang diamati.

Selain itu, jumlah anakan juga dicatat dengan menghitung jumlah tunas atau cabang yang tumbuh dari batang utama atau anakan utama pada setiap tanaman. Waktu munculnya bunga pertama juga dicatat sejak tanaman ditanam hingga munculnya bunga pertama pada setiap tanaman yang diamati. Terakhir, produksi tanaman padi diukur dengan menimbang bobot gabah kering dan segar dari setiap tanaman yang dipanen, kemudian hasilnya dirata-ratakan.

Tabel 1. Skala kerusakan kepinging tanah pada tanaman padi

Nilai Gejala	Gejala
1	Sebagian daun pertama menguning, belum terjadi kelayuan tanaman; telah ditemukan populasi; ada sedikit embun jelaga.
3	Sebagian daun pertama dan kedua menguning; daun agak layu; banyak ditemukan embun jelaga
5	Sebagian besar daun menguning; daun bagian bawah layu; tanaman agak kerdil; embun jelaga sangat banyak.
7	Daun mengeriting dan hampir semua layu; tanaman sangat kerdil
9	Layu sempurna, tanaman mati.

Sumber : (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, 2018).

Pengaruh *Bacillus* spp. terhadap pertumbuhan tanaman padi meliputi beberapa parameter. Pertama, jumlah telur yang diletakkan dan persentase telur menetas. Jumlah telur kepinging tanah yang diletakkan pada tanaman padi dihitung secara manual menggunakan kaca pembesar. Persentase penetasan telur dihitung dengan membagi jumlah telur yang menetas dengan jumlah total telur (telur yang menetas ditambah telur yang rusak) dan dikalikan 100%, Rumusnya:

$$\frac{\text{jumlah telur menetas}}{\text{jumlah telur menetas} + \text{jumlah telur yang rusak}} \times 100\%$$

Selanjutnya, lama stadia perkembangan kepinging tanah dihitung dari saat imago pertama kali dimasukkan

ke dalam wadah uji hingga munculnya nimfa instar ke-5. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan diamati pergantian instar kepinging tanah yang ditandai oleh perubahan warna dan ukuran tubuh nimfa (Verawati & Yuliani, 2018; Hidayat, 2015). Selanjutnya, Intensitas serangan diukur dengan menggunakan skala kerusakan yang telah ditetapkan, yang menggambarkan tingkat kerusakan pada tanaman akibat serangan kepinging tanah. InIntensitas serangan diukur menggunakan Rumus, yaitu:

$$I = \frac{\sum_{i=0}^Z (nivi)}{Z.N} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Rumus 3}$$

Keterangan :

I: Intensitas serangan kerusakan tanaman dalam hamparan (%)

ni: Banyaknya bagian tanaman dengan contoh skala kerusakan ke -i

vi: Nilai skala kerusakan contoh ke-i

N: Jumlah bagian tanaman yang diamati

Z: Nilai skala kerusakan tertinggi

Skala kerusakan akibat serangan kepinding tanah diukur berdasarkan skala kerusakan yang telah ditetapkan (Tabel 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas *Bacillus* spp. terhadap Pertumbuhan Padi

Pertumbuhan bibit padi

Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara perlakuan dan kontrol pada semua parameter yang

diamati. *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1 memiliki uji daya berkecambah tertinggi 99,87%. Sementara itu, *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 memberikan hasil terbaik untuk tinggi bibit 35,8 cm, jumlah daun 6,83 helai daun, panjang akar bibit 9,22 cm, berat segar 0,87 g dan 0,09 g berat kering (Tabel 2 dan Gambar 1).



Gambar 1. Bibit tanaman padi pada berumur 21 hari setelah semai (hss) pada masing-masing perlakuan (a) Kontrol, (b) *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1, (c) *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2, (d) *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3, (e) *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 (Dokumentasi Pribadi).

Bakteri *Bacillus* memiliki potensi sebagai stimulan pertumbuhan tanaman dengan interaksi langsung yang meningkatkan ketersediaan nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan besi. *Bacillus* spp. berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dengan fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, produksi fitohormon, dan senyawa organik volatil (Meena *et al.*, 2017; Setiawati *et al.*, 2023). Hal ini sejalan dengan penelitian Yanti *et al.* (2022) dan Ferrusquía-Jiménez *et al.* (2022) bahwa *Bacillus cereus*-Amazcala (B.c-A) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai melalui aktivitas enzimatik

antioksidan, kapasitas pelarutan fosfat, dan produksi giberelin, yang berdampak pada peningkatan persentase perkecambahan biji, tinggi tanaman, jumlah daun, dan hasil buah.

Pada fase vegetatif pertumbuhan tanaman padi, unsur hara nitrogen dan hormon pertumbuhan memiliki peran penting dalam merangsang pertumbuhan optimal. Introduksi *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 pada tanaman padi memiliki dampak yang signifikan pada fase vegetatif. Studi menunjukkan bahwa tanaman yang diinokulasi dengan strain tersebut mengalami peningkatan yang

signifikan dalam tinggi dan jumlah daun bibit, berat segar dan kering, serta tinggi dan jumlah daun dan anakan. *Bacillus* dapat memberikan alternatif biologis untuk memfiksasi nitrogen atmosfer dan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman dengan meningkatkan aktivitas nitrogenase (Kuan *et al.*, 2016). Produksi

berlebihan asam indolasetat (IAA) oleh rizobakteri juga meningkatkan fiksasi nitrogen dalam tanaman, yang menghasilkan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia nitrogen (Defez *et al.*, 2017).

Tabel 2. Daya muncul lapang, tinggi bibit, jumlah daun, panjang akar, berat segar dan berat kering bibit padi yang diintroduksi *Bacillus* spp. (21 hari setelah semai)

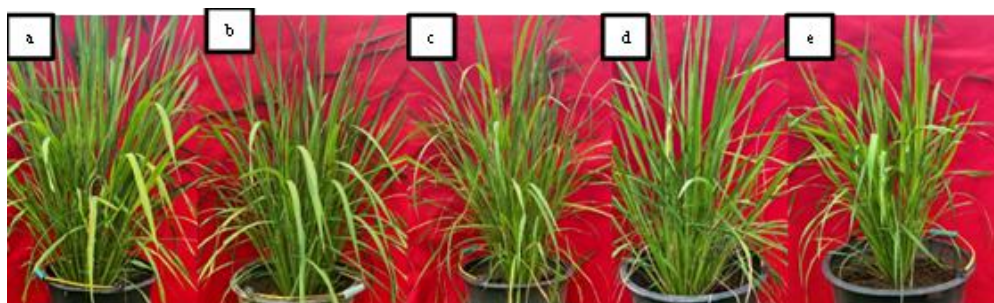
Perlakuan	Uji Muncul Daya Lapang (%)	Tinggi bibit (cm)	Jumlah daun (helai daun)	Panjang Akar Bibit (cm)	Berat Segar (gram)	Berat Kering (gram)
<i>B. subtilis</i> strain MRTDUMBE 3.2.1	99,87a	29,3b	6,25ab	7,83cd	0,74c	0,08b
<i>B. mycooides</i> strain MRSNUMBE 2.2	97,49ab	27,9b	4,87b	8,57d	0,71c	0,08b
<i>B. cereus</i> strain MRDKBTE 1.3	96,41ab	31,5a	5,45a	7,92b	0,80b	0,07c
<i>B. cereus</i> strain MRPLUMBE 1.3	94,63b	35,8a	6,83a	9,22a	0,87a	0,09a
Kontrol	88,89c	22,7c	2,61c	5,93e	0,51d	0,07d

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji LSD pada taraf 5%.

Pertumbuhan tanaman padi

Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara perlakuan terhadap variabel jumlah daun, tinggi tanaman, dan jumlah anakan pada tanaman padi pada usia 7 minggu setelah tanam. Isolat *Bacillus cereus* strain

MRPLUMBE 1.3 menunjukkan hasil tertinggi untuk ketiga variabel tersebut, dengan jumlah daun mencapai 99,83 helai, tinggi tanaman 135,27 cm, dan jumlah anakan sebanyak 23,85 (Gambar 2 dan Tabel 3).



Gambar 2. Tanaman padi umur 7 minggu setelah tanam (a) *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, (b) *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1, (c) *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2, (d) *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3, (e) kontrol (Dokumentasi Pribadi).

Isolat *Bacillus* spp. yang diterapkan pada tanaman padi memberikan dampak positif terhadap hasil produksi tanaman. Khususnya, *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 menunjukkan hasil terbaik dalam meningkatkan produksi tanaman padi pada fase generatif. Penggunaan isolat ini mempercepat waktu kemunculan bunga pertama menjadi 71,81 hari, hasil berat

gabah segar sebesar 79,27 g, dan berat gabah kering sebesar 69,31 g. Pada fase generatif, *Bacillus* spp. dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara seperti fosfat dan kalium, serta menghasilkan metabolit sekunder seperti asam organik dan hormon indole asetat, yang mendukung kematangan generatif tanaman (Setiawati *et al.*, 2022).

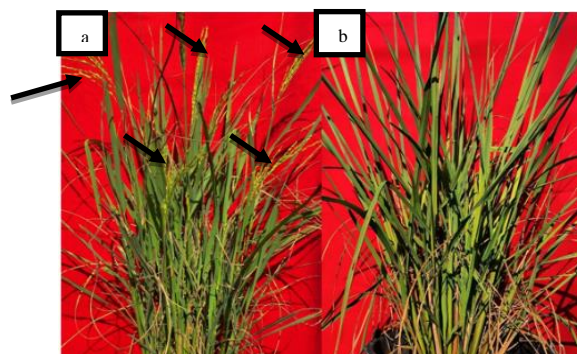
Tabel 3. Pertumbuhan tanaman padi umur 7 minggu setelah tanam yang diintroduksi bakteri *Bacillus* spp. dan diinfestasikan kepingind tanah.

Perlakuan	Jumlah daun (helai daun)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah anakan (anakan)
<i>B. cereus</i> strain MRPLUMBE 1.3	99,83a	135,27a	23,85a
<i>B. subtilis</i> strain MRTDUMBE 3.2.1	99,21ab	125,57b	21,47b
<i>B. mycooides</i> strain MRSNUMBE 2.2	94,87c	123,45d	20,21c
<i>B. cereus</i> strain MRDKBTE 1.3	93,63c	122,63cd	21,43c
Kontrol	79,85d	106,15e	17,23d

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji LSD pada taraf 5%.

Perlakuan menggunakan bakteri *Bacillus* spp. menunjukkan dampak yang signifikan terhadap waktu kemunculan bunga pertama berat gabah segar dan kering dibandingkan dengan kontrol. Isolat *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 yang dintrodiuksi pada tanaman padi

menunjukkan kemunculan bunga pertama yang lebih cepat, yaitu pada 71,81 hari setelah tanam dan berat gabah segar dan kering tertinggi dibanding perlakuan lain sebesar 79,27 g dan 69,31 g (Gambar 3 dan Tabel 4).



Gambar 3. Muncul bunga pertama pada tanaman padi berumur 72 hari setelah tanam. a) sudah muncul bunga pertama pada perlakuan *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, b) belum muncul bunga pertama pada perlakuan kontrol (Dokumentasi Pribadi).

Efektivitas *Bacillus* spp. terhadap Pengendalian Kepinding tanah

Jumlah telur yang diletakkan, jumlah telur menetas dan persentase telur menetas

Dari empat isolat *Bacillus* spp. yang diuji, terbukti mampu menurunkan jumlah telur yang diletakkan, jumlah telur yang menetas, dan persentase telur yang

menetas dari kepinding tanah dibandingkan dengan kontrol (Tabel 5). Isolat *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2 menunjukkan penurunan signifikan dalam jumlah telur yang menetas, yakni sekitar $22,80 \pm 2,39$ telur, dan persentase telur yang menetas sebesar 74,46% (Tabel 5 dan Gambar 4).

Tabel 4. Pertumbuhan generatif dan produksi tanaman padi yang diintroduksi dengan *Bacillus* spp. dan diinfestasikan kepinding tanah

Perlakuan	Muncul bunga pertama (hari)	Berat gabah segar (g)	Berat gabah kering (g)
<i>B. cereus</i> strain MRPLUMBE 1.3	71,81a	79,27a	69,31a
<i>B. subtilis</i> strain MRTDUMBE 3.2.1	72,67ab	75,16b	67,31a
<i>B. mycooides</i> strain MRSNUMBE 2.2	74,55bc	69,03c	56,43c
<i>B. cereus</i> strain MRDKBTE 1.3	76,23c	74,81c	59,99b
Kontrol	85,00d	62,83d	51,67d

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji LSD pada taraf 5%.

Introduksi empat bakteri *Bacillus* spp. pada tanaman padi terbukti meningkatkan ketahanan terhadap kepinding tanah. Hal ini menunjukkan bahwa isolat *Bacillus* spp. mampu mengurangi jumlah telur kepinding tanah, jumlah telur yang menetas, dan persentase telur. Isolat *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2 menunjukkan efek paling

signifikan dengan menghasilkan jumlah telur dan persentase penetasan yang paling rendah. *Bacillus* spp., yang dapat menginduksi pertahanan tanaman secara tidak langsung dengan menghambat oviposisi serangga herbivora (Sánchez-Sánchez & Morquecho-Contreras, 2017).

Tabel 5. Jumlah telur yang diletakkan dan persentase telur yang menetas pada tanaman padi yang diberi perlakuan isolat *Bacillus* spp.

Perlakuan	Jumlah telur yang diletakkan (butir) \pm SD	Jumlah telur menetas (butir) \pm SD	Persentase telur yang menetas (%)
Kontrol	40,60 \pm 3,71a	36,20 \pm 2,68a	89,32a
<i>B. cereus</i> strain MRDKBTE 1.3	35,60 \pm 3,21b	27,20 \pm 2,59b	76,53bc
<i>B. subtilis</i> strain MRTDUMBE 3.2.1	34,60 \pm 3,21bc	28,40 \pm 2,50b	82,17b
<i>B. cereus</i> stain MRPLUMBE 1.3	33,60 \pm 4,72bc	27,40 \pm 3,78b	81,61b
<i>B. mycooides</i> strain MRSNUMBE 2.2	30,60 \pm 2,70c	22,80 \pm 2,39c	74,46c

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji LSD pada taraf 5

Bacillus spp. merangsang ketahanan tanaman secara tidak langsung melalui produksi senyawa yang dapat meningkatkan respons pertahanan tanaman. Proses ini termasuk dalam induksi ketahanan tanaman yang

melibatkan pembentukan metabolit pertahanan. Metabolit pertahanan ini bisa hadir secara konstitutif, disimpan dalam bentuk tidak aktif, atau diinduksi sebagai respons terhadap serangan serangga atau mikroba (War et al., 2012).



Gambar 4. Telur kepinding tanah (a) kelompok telur kepinding tanah sehat (b) telur yang rusak kisut, tidak berisi dan berbentuk kerdil (Dokumentasi pribadi).

Lama stadia perkembangan kepinding tanah

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa empat isolat *Bacillus* spp. yang diuji mampu mempengaruhi lama stadia perkembangan kepinding tanah. Tanaman padi yang diberi perlakuan *Bacillus* spp. menunjukkan lama stadia yang lebih panjang dari stadia telur hingga dewasa, serta total lama hidup kepinding tanah yang lebih panjang. Isolat *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2 menunjukkan lama stadia telur tertinggi, sementara *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1 memiliki lama hidup imago jantan kepinding tanah tertinggi. Secara keseluruhan, penggunaan *Bacillus* spp. menghasilkan perubahan yang signifikan dalam lama stadia perkembangan dan total lama hidup kepinding tanah dibandingkan dengan kontrol (Tabel 6 dan Gambar 5).

Introduksi bakteri *Bacillus* spp. melalui perendaman benih padi dapat memperpanjang stadia perkembangan kepinding tanah, dari telur hingga menjadi imago, dibandingkan dengan kelompok

kontrol. Observasi menunjukkan total lama hidup semua instar kepinding tanah mencapai lebih dari 50 hari dengan perlakuan *Bacillus* spp., sementara pada kelompok kontrol hanya 44 hari. *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1 terbukti paling efektif dalam menghambat perkembangan semua stadia kepinding tanah. Hal ini sejalan dengan penelitian Hutasoit & Sitanggang, (2018) bahwa aplikasi PGPR memberikan pengaruh terhadap lama stadia nimfa instar-1, nimfa instar-2, prapupa, dan imago yang mempengaruhi lama stadia nimfa instar-1, nimfa instar-2, prapupa, dan imago *Thrips parvispinus* yang lebih panjang dibandingkan dengan tanpa aplikasi PGPR. Menurut Jones (2012), pengaruh tidak langsung aplikasi PGPR terhadap aphid menyebabkan lama stadia menjadi panjang. Ini terjadi karena senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman dapat memengaruhi perkembangan serangga secara tidak

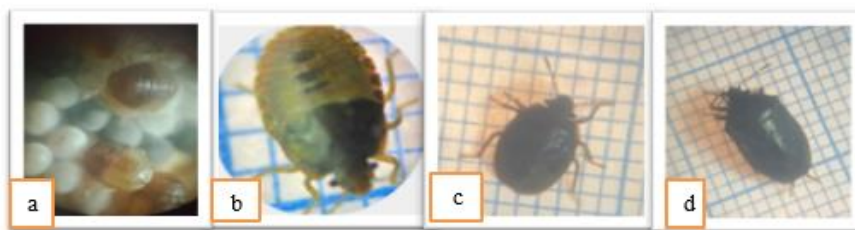
Tabel 6. Lama stadia perkembangan kepinding Tanah

Perlakuan	Lama stadia ± SD										Total lama hidup
	Telur	Instar 1	Instar 2	Instar 3	Instar 4	Instar 5	Imago jantan	Imago betina			
<i>B. mycooides</i> galur MRSNUMBE 2.2	15,6 ± 1,14 a	5,0 ± 0,71 ab	2,9 ± 0,45 b	6,2 ± 0,84 ab	6,2 ± 0,84 a	4,4 ± 0,55 a	6,8 ± 0,84 ab	10,0 ± 1,41 a			57,0 ± 1,41 ab
<i>B. cereus</i> galur MRPLUMBE 1.3	15,4 ± 1,14 a	4,4 ± 0,55 bc	3,6 ± 0,55 a	6,0 ± 0,71 ab	6,2 ± 0,45 a	4,6 ± 0,55 a	6,2 ± 1,30 ab	10,2 ± 0,84 a			56,6 ± 2,07 ab
<i>B. subtilis</i> galur MRTDUMBE 3.2.1	14,8 ± 1,79 a	6,0 ± 0,71 a	3,4 ± 0,55 ab	6,6 ± 0,55 a	6,2 ± 0,45 a	4,6 ± 0,55 a	7,0 ± 1,00 a	8,8 ± 1,30 ab			57,4 ± 1,82 ab
<i>B. cereus</i> galur MRDKBTE 1.3	14,8 ± 1,30 a	5,4 ± 1,14 ab	3,0 ± 0,71 ab	5,4 ± 0,55 b	5,8 ± 0,84 a	4,6 ± 0,84 a	6,0 ± 0,71 abc	9,6 ± 1,52 a			54,8 ± 2,59 ab
Kontrol	13,0 ± 0,71 b	3,6 ± 0,89 c	2,8 ± 0,45 b	4,4 ± 0,55 c	5,2 ± 0,84 b	2,8 ± 0,84 b	4,8 ± 0,84 c	7,8 ± 0,84 b			44,40 ± 1,95 c

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji LSD pada taraf 5%

Empat bakteri *Bacillus* spp. yang diuji secara signifikan mempengaruhi pembentukan imago kepinding tanah. Perlakuan dengan isolat *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2 pada tanaman padi menunjukkan persentase pembentukan imago jantan dan betina yang paling rendah. Rizobakteri dapat mengurangi populasi kutu daun dengan meningkatkan akumulasi senyawa fenolik dan fitoaleksin, serta aktivitas enzim/gen pertahanan tanaman (Naeem *et al.*, 2018). Selain itu,

aplikasi isolat *B. thuringiensis* KJKB7.3 juga mampu menekan pembentukan pupa dan imago pada *Crocidolomia pavonana* (Vajri *et al.*, 2021). Proporsi rasio antara imago jantan dan betina juga berpengaruh pada pembentukan imago kepinding tanah, karena beberapa perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda. Senyawa metabolit sek under yang dihasilkan dapat mengganggu kerja sel dan fisiologi serangga, mempengaruhi kelahiran, dan jenis kelamin individu (Chowański *et al.*, 2016).



Gambar 5. Ciri-ciri morfologi nimfa instar 1-5 kepinding tanah a) nimfa instar 1-2, b) nimfa instar 3, c) nimfa Instar 4-5, d) Imago (Dokumentasi pribadi)

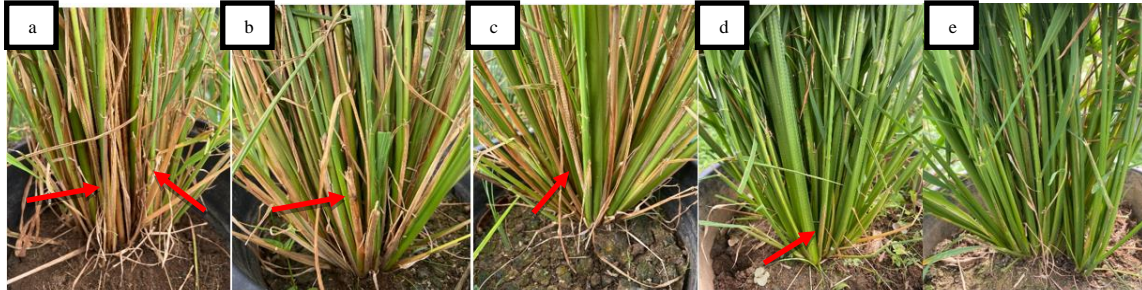
Intensitas Serangan

Empat isolat *Bacillus* spp. yang diuji mempengaruhi intensitas serangan dari kepinding tanah karena memperlihatkan

perbedaan yang nyata dengan kontrol. Perlakuan dengan intensitas serangan

terendah didapatkan pada isolat *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 dengan intensitas serangan sebesar 11,18%. Intensitas serangan kepinging tanah tertinggi

terdapat pada perlakuan kontrol dengan kerusakan mencapai 28,07% (Tabel 7 dan Gambar 6).



Gambar 6. Intensitas serangan kepinging tanah pada beberapa perlakuan di tanaman padi: a) kontrol; b) *B. mycoides* strain MRSNUMBE 2.2; c) *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3; d) *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1; e) *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3

Empat isolat *Bacillus* spp. yang diuji telah signifikan mempengaruhi intensitas serangan kepinging tanah pada tanaman padi. Isolat terbaik dalam menekan intensitas serangan tersebut adalah *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, yang berhasil mengurangi intensitas serangan sebesar 11,18%, perbedaannya signifikan dibandingkan dengan semua perlakuan lainnya. Ini menunjukkan efek *antifeedant*,

di mana tanaman menghasilkan metabolit pertahanan untuk mengurangi kelezatan jaringan di mana metabolit tersebut dihasilkan. Introduksi rizobakteri pada tanaman kapas meningkatkan produksi gossypol dan tingkat asam jasmonat, yang berkontribusi pada pertahanan tanaman. Akibatnya, *Spodoptera exigua* mengalami penurunan konsumsi makanan dan perkembangan larva (Zebelo *et al.*, 2016).

Tabel 7. Intensitas serangan kepinging tanah pada tanaman padi yang diberikan berbagai perlakuan

Perlakuan	Intensitas Serangan %
Kontrol	28,07a
<i>B. mycoides</i> strain MRSNUMBE 2.2	17,63bc
<i>B. cereus</i> strain MRDKBTE 1.3	17,35bc
<i>B. subtilis</i> strain MRTDUMBE 3.2.1	14,49d
<i>B. cereus</i> strain MRPLUMBE 1.3	11,18e

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji LSD pada taraf 5%.

SIMPULAN

Isolat *Bacillus* spp. terbukti memiliki potensi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dan ketahanan terhadap

serangan kepinging tanah dengan induksi ketahanan yang merupakan pengendalian secara tidak langsung. Hasil penelitian yang diperoleh *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 meningkatkan pertumbuhan tanaman

135,27 cm, jumlah anakan 23,85 anakan, serta berat segar dan kering masing-masing sebesar 0,8 g dan 0,09 g. Selanjutnya, *B. mycooides* strain MRSNUMBE 2.2, dapat menurunkan jumlah telur $30,60 \pm 2,70$ telur, presentase telur yang menetas 74,46%, dengan intensitas serangan sebesar 11,18%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, sesuai dengan Nomor Surat Keputusan 561/UN16.R/XII/KPT/2023 yang membantu dalam pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, F., Gusmayanti, E., & Sudrajat, J. (2021). Pengaruh Perubahan Curah Hujan terhadap Produktivitas Padi Sawah di Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 237–246. <https://doi.org/10.14710/jil.19.2.237-246>
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Produksi Pangan*. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2022/10/17/1910/pada-2022-luas-panen-padi-diperkirakan-sebesar-10-61-juta-hektare-dengan-produksi-sekitar-55-67-juta-ton-gkg.html>
- Chowański, S., Adamski, Z., Marciniak, P., Rosiński, G., Büyükgüzel, E., Büyükgüzel, K., Falabella, P., Scrano, L., Ventrella, E., Lelario, F., & Bufo, S. A. (2016). A Review Of Bioinsecticidal Activity Of Solanaceae Alkaloids. In *Toxins* (Vol. 8, Issue 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/toxins8030060>
- Chung, Md. H.-O.-R. Y. R. (2017). Induction Of Systemic Resistance Against Insect Herbivores In Plants By Beneficial Soil Microbes. *Front. Plant Sci.*, 8, 1–8.
- Defez, R., Andreozzi, A., & Bianco, C. (2017). The Overproduction Of Indole-3-Acetic Acid (IAA) In Endophytes Upregulates Nitrogen Fixation In Both Bacterial Cultures And Inoculated Rice Plants. *Microbial Ecology*, 74(2), 441–452. <https://doi.org/10.1007/s00248-017-0948-4>
- Dharmadewi, & Kadek, Y. S. (2022). Potensi Biopestisida Dalam Pengendalian Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Pangan: Suatu Kajian Pustaka. *SEMBIO*, 1(1), 46–52. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7112675>
- Dinas Pertanian Kabupaten Padang Pariaman. (2021). *Diserang Hama dan Kelangkaan Pupuk, Pertanian di Kudu Ganting Barat Terancam Gagal Panen*. <https://www.hantaran.co/diserang-hama-dan-kelangkaan-pupuk-pertanian-di-kudu-ganting-barat-terancam-gagal-panen/>
- Ding, Y., Huffaker, A., Köllner, T. G., Weckwerth, P., Robert, C. A. M., Spencer, J. L., Lipka, A. E., & Schmelz, E. A. (2017). Selenene Volatiles Are Essential Precursors For Maize Defense Promoting Fungal Pathogen Resistance. *Plant Physiology*, 175(3), 1455–1468. <https://doi.org/10.1104/pp.17.00879>
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. (2018). Petunjuk Teknis Pengamatan dan Pelaporan Organisme Pengganggu Tumbuhan dan Dampak Perubahan Iklim (Opt-Dpi).

- Ferrusquía-Jiménez, N. I., González-Arias, B., Rosales, A., Esquivel, K., Escamilla-Silva, E. M., Ortega-Torres, A. E., & Guevara-González, R. G. (2022). Elicitation Of *Bacillus Cereus*-Amazcala (B.C-A) With SiO₂ Nanoparticles Improves Its Role As A Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPB) In Chili Pepper Plants. *Plants*, *11*(24).<https://doi.org/10.3390/plants11243445>
- Gazali, A. (2022). *Hama Penteng*. Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjary.
- Hamid, H., Yanti, Y., Joni, F. R., & Nurbailis. (2020). Tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.) Resilience Enhancement With Indigenous Endophytic Bacteria Against Bemisia Tabaci (hemiptera: Aleyrodidae). *Journal of Animal and Plant Sciences*, *30*(1), 126–132. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2020.1.0015>
- Haviz Muhammad; Nurhadi Nurhadi ; Ayu Srisasmita. (2011). Kepadatan Populasi Kepinding Tanah (*Scotinophara coarctata*) Di Areal Persawahan. *Sainteks: Jurnal Sains Dan Teknologi*, *3*(2), 171–175.
- Hidayat, T. (2015). Studi Preferensi Kepinding Tanah *Scotinophara Coarctata Fabricius* (Hemiptera: Pentatomidae) Terhadap Beberapa Varietas Dan Umur Tanaman Padi. [TESIS]. Universitas Sumatera Utara.
- Hutasoit, R. T & Sitanggang. (2018). Pengaruh plant growth promoting rhizobacteria terhadap biologi dan statistik demografi *Thrips parvispinus* (Thysanoptera: Thripidae) pada Cabai. *Jurnal Agroplasma*, *5*(2), 27-35. <https://doi.org/10.36987/agr.v5i2.167>
- Joni, F. R., Hamid, H., & Yanti, Y. (2020). Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Increasing the Activity of Defense Enzymes in Tomato Plants. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, *5*(6), 1474–1479. <https://doi.org/10.22161/ijeab.56.9>
- Jones C, Kertesz MA, Preziosi RF. (2012). Identification of Plant Quantitative Trait Loci Modulating a Rhizobacteria-Aphid Indirect Effect. *PLOS ONE* *7*(7): e41524. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041524>
- Kila Alex Hendra Salaki, C. L., Meray, E. R. M., D., Sulut, P., (2016). Serangan Dan Populasi *Scotinophara* Sp. Pada Tanaman Padi Sawah Di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Eugenia*, *22*(3), 109–114. <https://doi.org/10.35791/eug.22.3.2016.14105>
- Kuan, K. B., Othman, R., Rahim, K. A., & Shamsuddin, Z. H. (2016). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Inoculation To Enhance Vegetative Growth, Nitrogen Fixation And Nitrogen Remobilisation Of Maize Under Greenhouse Conditions. *Plos One*, *11*(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152478>
- Meena, M., Swapnil, P., Zehra, A., Aamir, M., Dubey, M. K., Goutam, J., & Upadhyay, R. S. (2017). Beneficial Microbes For Disease Suppression And Plant Growth Promotion. In *Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives* (Vol. 2, pp. 395–432). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6593-4_16
- Moonik., Pelealu, J., Makal, H. V. G., & Rimbing, J. (2013). Populasi Hama

- Kepinding Tanah (*Scotinophara Coartata* F.) Pada Tanaman Padi Sawah Di Kecamatan Dumoga Utara Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Cocos*, 1–10.
- Naeem, M., Aslam, Z., Khaliq, A., Ahmed, J. N., Nawaz, A., & Hussain, M. (2018). Plant Growth Promoting Rhizobacteria Reduce Aphid Population and Enhance the Productivity Of Bread Wheat. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.10.005>
- Sánchez-Sánchez, H., & Morquecho-Contreras, A. (2017). Chemical Plant Defense Against Herbivores. In *Herbivores*. InTech.
- Seenivasagan, R., & Babalola, O. O. (2021). Utilization of microbial consortia as biofertilizers and biopesticides for the production of feasible agricultural product. *Biology*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/biology10111111>
- Setiawati, T. C., Erwin, D., Mandala, M., & Hidayatulah, A. (2022). Use of *Bacillus* as a Plant Growth-Promoting Rhizobacteria to Improve Phosphate and Potassium Availability in Acidic and Saline Soils. *KnE Life Sciences*. <https://doi.org/10.18502/cls.v7i3.11160>
- Setiawati, T. C., Widinda, S. A., & Hartatik, W. (2023). Aplikasi bakteri pemacu tumbuh dan ameliorant terhadap ketersediaan hara P dan K di tanah masam serta serapannya pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agro*. Vol 10(1); 98-109. <https://doi.org/10.15575/22633>
- Sumayanti, Herni., Salaki, C. L., Meray, E. R. M., (2021). Serangan Dan Populasi *Scotinophara* Sp. pada Tanaman Padi Sawah Di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*, 3(1), 229–241. <https://doi.org/10.33512/jipt.v3i1.11799>
- Triwidodo, H., & Listihani. (2020). High impact of pgpr on biostatistic of aphid craccivora (Hemiptera: Aphididae) on yardlong bean. *Biodiversitas*, 21(9), 4016–4021. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210912>
- Vajri, Trizelia, & Rahma, H. (2021). Potensi Rizobakteri dalam Mengendalikan Hama Crocidolomia pavonana F. (Lepidoptera: Crambidae) Pada Tanaman Kubis. *Agrium*, 24(1), 298–309. <https://doi.org/10.30596/agrium.v23i2.6911>
- Verawati, N., & Yuliani. (2018). Uji Efektivitas Biji Picung (*Pangium edule*) dan Biji Mahkota Dewa (*Phaleria Macrocarpa*) Terhadap Mortalitas Kepinding Tanah (*Scotinophara coarctata*) Pada Padi Pandanwangi. *Agroscience*, 8(2), 180–188. <https://doi.org/10.35194/agsci.v8i2.523>
- Wangko, A., Tarore, D., & Manueke, J. (2019). Populasi Dan Persentase Serangan Hama Kepinding Tanah (*Scotinophara Coarctata* Fabricus.) Pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza Sativa* L.) Di Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. *Ejournal Unsrat*, 1–9.
- War, A. R., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ignacimuthu, S., & Sharma, H. C. (2012). Mechanisms of plant defense against insect herbivores. In *Plant Signaling and Behavior* (Vol. 7, Issue

- 10). Landes Bioscience. <https://doi.org/10.4161/psb.21663>
- Yanti, Y., Habazar, T., Resti, Z., & Suhalita, D. (2013). Penapisan Isolat Rizobakteri Dari Perakaran Tanaman Kedelai Yang Sehat Untuk Pengendalian Penyakit Pustul Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 13(1),24–34. <https://doi.org/10.23960/j.hppt.11324-34>
- Yanti, Y., Warnita, Reflin, & Busniah, M. (2017). Identification and Characterizations of Potential Indigenous Endophytic Bacteria Which Had Ability to Promote Growth Rate of Tomato and Biocontrol Agents of *Ralstonia Solanacearum* And *Fusarium Oxysporum* Fsp. *solani*. *Microbiology Indonesia*, 11(4), 117–122. <https://doi.org/10.5454/mi.11.4.2>
- Yanti, Y., Hamid, H., Nurbailis, & Suriani, N. L. (2022). Biological Activity of Indigenous Selected Plant Growth Promoting Rhizobacteria Isolates and their Ability to Improve the Growth Traits of Shallot (*Allium ascalonicum* L.). *Philippine Journal of Science*, 151(6), 2327–2340. <https://doi.org/10.56899/151.6B.03>
- Yanti, Y., Hamid, H., Yaherwandi, Y., & Nurbailis. (2022). Konsorsium *Bacillus* spp. Untuk pengendalian penyakit rebah kecambah dan busuk batang (*Sclerotium rolfsii*) pada tanaman Cabai. *Jurnal Agro*. Vol 9(2);1-15. <https://doi.org/10.15575/17954>
- Zebelo, S., Song, Y., Kloepper, J. W., & Fadamiro, H. (2016). Rhizobacteria activates (+)- δ -cadinene synthase genes and induces systemic resistance in cotton against beet armyworm (*Spodoptera exigua*). *Plant Cell and Environment*, 39(4), 935–943. <https://doi.org/10.1111/pce.12704>