

PENINGKATAN PERTUMBUHAN DAN HASIL PADI DENGAN PEMANFAATAN *Bacillus* spp.

ENHANCING RICE GROWTH AND YIELD THROUGH THE UTILIZATION OF *Bacillus* spp.

Ilham Wibowo, Yulmira Yanti*, dan Hasmiandy Hamid

Department Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: yy.anthie79@gmail.com, mira23@agr.unand.ac.id

ARTICLE HISTORY:

Received: 07 March 2024

Peer Review: 27 March 2024

Accepted: 05 July 2025

KATA KUNCI:

Bacillus spp, introduksi, padi, *Scotinophara coarctata*

KEYWORDS:

Bacillus spp, introductio, rice, *Scotinophara coarctata*

ABSTRAK

Padi merupakan tanaman pangan penting di Indonesia dan menjadi sumber karbohidrat utama bagi sebagian besar penduduk. Namun, produktivitas nasional saat ini belum mampu memenuhi permintaan, sehingga Indonesia masih bergantung pada impor beras. Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas padi adalah melalui pemanfaatan *Bacillus* spp. yang diketahui mampu merangsang pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat *Bacillus* spp. terbaik yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan delapan perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan terdiri atas satu kontrol dan tujuh isolat *Bacillus* spp., yaitu: (1) *B. waihenstephanensis* strain RBTLL 3.2, (2) *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3, (3) *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1, (4) *B. thuringiensis* strain MRSNRZ 3.1s, (5) *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, (6) *B. mycoides* strain MRBPBT 2.1, (7) *B. mycoides* strain MRSNUMBE 2.2, dan (8) kontrol. Isolat *Bacillus* spp. diaplikasikan dalam dua tahap, yaitu pada benih padi dan pada bibit padi berumur 21 hari setelah semai (hss). Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 merupakan isolat terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan pada fase bibit, vegetatif, generatif, serta hasil produksi tanaman padi. Temuan ini memungkinkan produksi biostimulan untuk meningkat pertumbuhan dan hasil tanaman.

ABSTRACT

Rice is a staple crop and the primary source of carbohydrates for most of the population in Indonesia. However, national rice production has not yet met domestic demand, leading to continued reliance on rice imports. One potential strategy to increase productivity is the application of *Bacillus* spp., which are known to promote plant growth. This study aimed to identify the most effective *Bacillus* isolate for enhancing the growth and yield of rice plants. The experiment was in a Completely Randomized Design (CRD) with eight treatments and five replications. The treatments included one control and seven *Bacillus* spp. isolates: (1) *B. waihenstephanensis* strain RBTLL 3.2, (2) *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3, (3) *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1, (4) *B. thuringiensis* strain MRSNRZ 3.1s, (5) *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, (6) *B. mycoides* strain MRBPBT 2.1, and (7) *B. mycoides* strain MRSNUMBE 2.2. *Bacillus* spp. were applied in two stages: to rice seeds and to seedlings at 21 days after sowing. The results indicated that *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 was the most effective in promoting growth during the seedling, vegetative, and generative phases, as well as in increasing rice yield. This finding enables the production of biostimulants to increase plant growth and yield.

1. PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman penghasil beras utama dan menjadi makanan pokok bagi mayoritas penduduk Indonesia. Pada tahun 2022, produktivitas padi di Indonesia mencapai 5,24 ton per hektar, mengalami peningkatan sebesar 0,02 ton per hektar dibandingkan tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik, 2022). Di Provinsi Sumatera Barat, produktivitas padi juga meningkat menjadi 4,93 ton per hektar, naik 0,09 ton per hektar dibandingkan tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik Sumatera Barat, 2022). Meskipun terjadi peningkatan, produktivitas tersebut masih belum mampu memenuhi kebutuhan beras nasional yang terus meningkat, sehingga Indonesia masih melakukan impor beras. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2022), produktivitas padi yang optimal seharusnya mencapai 8 ton per hektar.

Peningkatan produktivitas padi sebagai sumber beras untuk memenuhi kebutuhan nasional menghadapi tantangan, salah satunya adalah serangan organisme pengganggu tanaman seperti hama dan penyakit (Irawan *et al.*, 2019). Salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan menggunakan agen hayati rizobakteri. Rizobakteri, bakteri tanah yang hidup di sekitar akar tanaman, dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui produksi zat kimia di sekitar akar (Ahmad & Kibret, 2014).

Rizobakteri juga memiliki peran sebagai stimulator pertumbuhan (Mahanty *et al.*, 2017). Hal ini didukung dengan beberapa hasil penelitian yang melaporkan bahwa rizobakteri telah terbukti efektif sebagai stimulator pertumbuhan atau *biostimulan* (du Jardin, 2015). Rizobakteri dapat merangsang pertumbuhan akar kecambah padi, meningkatkan berat kering dan berat basah akar, serta tajuk kecambah padi (Hamdayanty *et al.*, 2022). Melalui inokulasi tanaman padi dengan PGPR, efek negatif dari stres abiotik dapat dikurangi, dan pertumbuhan serta produktivitas padi dapat ditingkatkan dalam kondisi kekeringan (Abd El-Mageed *et al.*, 2022).

Bacillus spp. merupakan salah satu kelompok rizobakteri yang memiliki dampak positif pada pertumbuhan dan hasil panen berbagai tanaman, termasuk tomat, kentang, mentimun, jagung, kacang tanah, kedelai, bunga matahari, gandum, dan cabe (Aloo *et al.*, 2019). Kemampuan *Bacillus* spp. dalam menghasilkan berbagai jenis metabolit memengaruhi perkembangan tanaman dan hasil pertanian dengan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Penggunaan biofertilizer yang mengandung *Bacillus* spp. dapat membantu melarutkan fosfor dan memfiksasi nitrogen, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, dan tetap menjaga keamanan pangan (Bhattacharyya *et al.*, 2016). Studi menunjukkan bahwa *B. pumilus* efektif dalam fiksasi nitrogen atmosfer, meningkatkan kandungan nitrogen, dan biomassa kering pada tanaman jagung. *Bacillus* spp., termasuk *B. megaterium*, *B. cereus*, dan *B. subtilis*, memiliki kemampuan solubilisasi fosfor yang dapat meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman melalui eksudat yang mengandung asam organik seperti asetat, glukonat, suksinat, laktat, dan propionat (Saeid *et al.*, 2018).

Pemilihan isolat *Bacillus* spp. yang efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi diperlukan untuk mendukung keberhasilan pemanfaatannya dalam optimalisasi pertumbuhan padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas beberapa isolat *Bacillus* spp. terhadap pertumbuhan tanaman padi.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai November 2023 di Laboratorium Mikrobiologi, Pengendalian Hayati dan Pengelolaan Habitat, Departemen Proteksi Tanaman serta Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang.

2.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu pot, cawan petri, gelas ukur, gelas piala, tabung reaksi, pipet tetes, labu erlenmeyer, spatula, pinset, alat injeksi 1 mL, autoklaf, *laminar air flow*, *vortex*, *rotary shaker* horizontal, jarum ose, bunsen, pisau, timbangan, oven, penggaris, botol kultur, aspirator, *cover glass*, kaca pembesar, alat dokumentasi, ember, *tray* semai, kaca preparat, dan alat tulis. Bahan-bahan yang dipakai yaitu padi varietas Putih Papanai, 7 isolat *Bacillus* spp., kertas stensil, air kelapa, medium *Tryptic Soy Agar* (TSA), *Tryptic Soy Broth* (TSB), KOH 3%, *aluminium foil*, akuades, kertas label, tanah steril, pupuk kandang, urea dan phonska.

2.3 Pelaksanaan Penelitian

2.3.1 Perbanyakkan Isolat Rizobakteri

Isolat rizobakteri yang digunakan dalam penelitian berasal dari koleksi Dr. Yulmira Yanti, S. Si., M.P. dan disimpan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Untuk memperbanyak rizobakteri, dilakukan pada medium TSB dengan mengambil 1 koloni tunggal dari biakan murni rizobakteri yang berumur 2 x 24 jam dan ditransfer ke dalam 24 mL medium TSB dalam botol kultur berukuran 50 mL. Kemudian, botol kultur diinkubasi pada *rotary shaker* selama 24 jam dengan kecepatan putaran 150 rpm. Selanjutnya, 1 mL dari hasil preculture dipindahkan ke dalam 149 mL air kelapa steril dalam botol kultur berukuran 250 mL untuk melakukan *mainculture*. *Mainculture* 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 menunjukkan kepadatan populasi sekitar 10^8 sel/mL (Yanti et al., 2013).

2.3.2 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan terdiri atas campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 3:1. Campuran ini dimasukkan ke dalam kantong plastik, kemudian disterilisasi dengan dipanaskan dalam dandang aluminium berukuran 32 cm selama satu jam pada suhu 100 °C. Pada tahap persemaian, media tanam ditempatkan dalam *pot tray* dan diberi air untuk melembabkannya. Saat penanaman, media tanam dimasukkan ke dalam 40 ember dan diisi hingga mencapai 4/5 bagian menggunakan cangkul. Setelah itu, tanah dan pupuk kandang dicampur secara merata dan dibiarkan selama satu minggu, sambil disiram setiap hari agar campuran tanah dan pupuk kandang dapat menyatu dan membentuk lumpur.

2.3.3 Introduksi Rizobakteri *Bacillus* spp.

Rizobakteri *Bacillus* spp. diintroduksi 2 tahap yaitu introduksi benih dan introduksi bibit. Pada introduksi benih, benih padi disiapkan dengan sterilisasi melalui beberapa langkah. Pertama, direndam dalam air steril, kemudian dalam larutan NaOCl 1%, dan dibilas dengan air steril. Benih dikeringkan, lalu direndam dengan *Bacillus* spp. pada kepadatan 10^8 sel/mL, sementara benih kontrol direndam dalam air steril. Kemudian, benih ditanam dalam *pot tray* semai berisi campuran tanah dan pupuk kandang steril, dengan dua benih per lubang, dan dipelihara di persemaian selama 21 hari. Pada introduksi bibit, bibit padi yang berumur 21 hari setelah semai diangkat dari *pot tray* semai, dan akar-akarnya dibersihkan dan dicuci dengan air mengalir. Selanjutnya, akar-akar direndam dalam suspensi *Bacillus* spp. pada kepadatan populasi 10^8 sel/mL selama 15 menit. Pada kelompok kontrol, bibit direndam dalam air steril. Bibit-bibit kemudian dipindahkan ke dalam ember plastik ukuran 5 liter.

2.3.4 Pemeliharaan Tanaman Padi

Pemeliharaan tanaman padi melibatkan pengaturan tingkat air dalam ember, pengendalian gulma secara mekanik, dan pemupukan rutin. Tanaman disiram setiap 2 hari sekali untuk menjaga tingkat genangan air yang tepat. Gulma dicabut secara manual untuk menghindari kompetisi nutrisi dengan tanaman padi. Pemupukan menggunakan Urea dan NPK Phonska pada 7-10 dan 21 hari setelah tanam dengan dosis Urea 10 g/ember dan NPK 12 g/ember, ditebarkan di sekitar tepi ember.

2.3.5 Panen

Pemanenan dilakukan saat tanaman padi berusia 120 hari setelah semai (HSS) dan menunjukkan tanda-tanda kematangan, seperti malai padi menunduk dan bulir gabah keras saat ditekan.

2.4 Pengaruh *Rizobakteri Bacillus spp.* terhadap Pertumbuhan Bibit Padi

2.4.1 Uji Daya Berkecambah

Daya kecambah diuji dengan mengamati bibit yang muncul di permukaan tanah dari saat penanaman hingga tidak ada lagi bibit yang muncul.

2.4.2 Tinggi Bibit

Tinggi bibit diukur pada saat bibit muncul ke permukaan tanah dan berumur 7 HSS, dari pangkal batang hingga titik tumbuh teratas. Pengukuran dilakukan setiap minggu selama 3 minggu hingga bibit mencapai usia 21 HSS.

2.4.3 Jumlah Daun Bibit

Jumlah daun bibit diamati dan dihitung sejak munculnya daun pertama. Pengamatan jumlah daun dilakukan setiap minggu selama 3 minggu hingga bibit mencapai usia 21 HSS.

2.4.4 Panjang Akar Bibit

Setelah bibit berumur 20 HSS, dikeluarkan dari tempat tumbuh asal dan dibersihkan dari media tanam. Total 5 bibit diamati untuk setiap perlakuan, dengan pengukuran dimulai dari pangkal akar hingga ujung akar terpanjang.

2.4.5 Berat Segar dan Berat Kering Bibit (g)

Bibit yang dicabut dan dibersihkan dari media tanam kemudian ditimbang untuk mendapatkan bobot segar. Bobot segar ini diukur untuk setiap kelompok bibit yang terdiri dari 5 bibit. Untuk mengukur bobot kering, bibit-bibit tersebut dibungkus dengan kertas stensil dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 5 jam, lalu ditimbang hingga mencapai berat yang stabil.

2.5 Pengaruh *Rizobakteri Bacillus spp.* terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi

2.5.1 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman padi diukur dari pangkal batang hingga titik pertumbuhan tertinggi. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap minggu setelah tanaman berumur 7 hari setelah tanam (HST) hingga mencapai pertumbuhan stabil pada fase reproduktif.

2.5.2 Jumlah Daun

Jumlah daun tanaman padi diamati setiap minggu setelah tanaman berumur 7 HST hingga memasuki fase reproduksi.

2.5.3 Jumlah Anakan

Jumlah anakan pada tanaman padi dihitung setiap minggu sejak munculnya anakan pertama hingga tidak ada penambahan anakan lagi.

2.5.4 Hari Muncul Bunga Pertama (hari)

Waktu munculnya bunga pertama pada tanaman padi diamati dengan mencatat jumlah hari sejak penanaman hingga munculnya bunga pertama pada setiap ember.

2.5.5 Produksi Tanaman Padi

Produksi tanaman padi diukur dari berat gabah segar (g) dan berat gabah kering (g). Setelah panen, gabah yang dihasilkan dari tanaman padi dibersihkan dan ditimbang untuk mengetahui bobotnya dalam gram (g). Gabah harus ditimbang dengan teliti menggunakan timbangan analitik kapasitas 500 g. Gabah ditimbang dalam keadaan segar tanpa dikeringkan terlebih dahulu, lalu diletakkan di atas terpal di tempat yang terkena sinar matahari langsung selama sekitar 3 hari. Setelah proses pengeringan, gabah ditimbang kembali untuk mendapatkan beratnya yang kering. Berat ini kemudian dikurangi dari berat segar sebelum pengeringan untuk mendapatkan berat gabah kering.

2.6 Analisis Data

Data dianalisis secara statistik dengan sidik ragam atau ANOVA (*Analysis of Variance*). Data yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji *Least Significance Difference* (LSD) pada taraf 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Rizobakteri *Bacillus* spp. terhadap Pertumbuhan Padi

Hasil analisis menunjukkan perbedaan signifikan antara perlakuan dan kontrol pada semua parameter yang diamati. *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1 memiliki uji daya berkecambah tertinggi, sementara *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3 memberikan hasil terbaik untuk tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar bibit, serta berat segar dan berat kering. Secara keseluruhan, isolat *Bacillus* spp. berpengaruh positif secara signifikan terhadap pertumbuhan bibit padi dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 1. Daya Muncul Lapang, Tinggi Bibit, Jumlah Daun, Panjang Akar, Berat Segar dan Berat Kering Bibit Padi yang Diintroduksi Isolat Bakteri *Bacillus* spp (21 HSS).

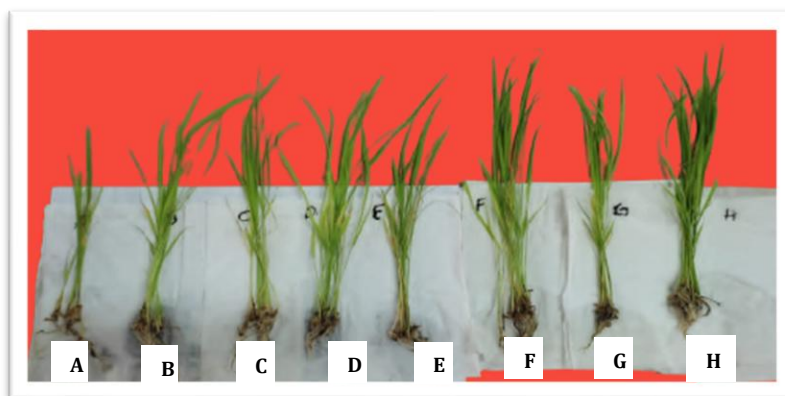
Perlakuan	Uji muncul daya lapang (%)	Tinggi bibit (cm)	Jumlah daun (helai)	Panjang akar bibit (cm)	Berat segar (g)	Berat kering (g)
<i>B. subtilis</i> galur MRTDUMBE 3.2.1	99,37 a	26,0 b	4,24 ab	6,83 de	0,64 c	0,08 b
<i>B. mycoides</i> galur MRSNUMBE 2.2	98,29 ab	25,9 b	3,82 b	6,56 e	0,61 c	0,08 b
<i>B. cereus</i> galur MRDKBTE 1.3	98,11 ab	29,5 a	4,46 a	7,92 c	0,70 b	0,07 c
<i>B. waihenstephanensis</i> galur RBTLL 3.2	98,02 ab	27,1 b	4,15 ab	10,73 a	0,62 c	0,07 c
<i>B. mycoides</i> galur MRBPBT 2.1	97,39 ab	30,4 a	4,62 a	8,81 b	0,73 ab	0,09 a
<i>B. thuringiensis</i> galur MRSNRZ 3.1s	97,32 ab	27,3 b	4,24 ab	7,54 cd	0,63 c	0,08 b
<i>B. cereus</i> galur MRPLUMBE 1.3	94,63 b	30,8 a	4,83 a	9,22 b	0,77 a	0,09 a
Kontrol	86,76 c	21,5 c	2,61 c	5,93 f	0,51 d	0,07 d

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

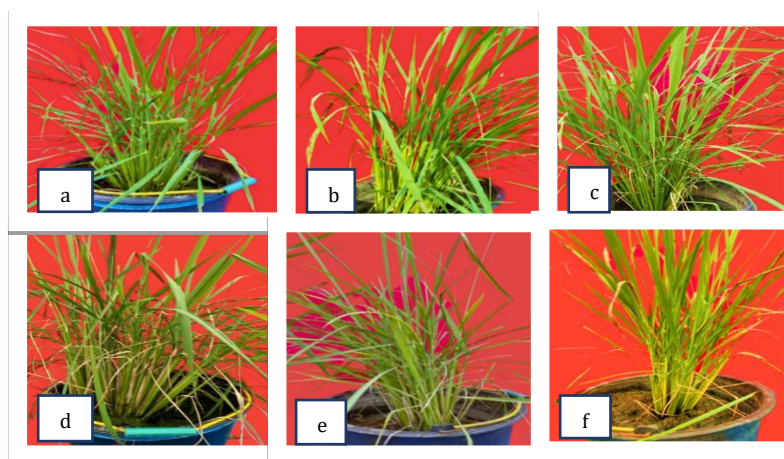
Tabel 2. Pertumbuhan Tanaman Padi Umur 7 Minggu Setelah Tanam yang Diintroduksi Bakteri *Bacillus* Spp.

Perlakuan	Jumlah daun (helai daun)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah anakan (anakan)
<i>B. cereus</i> galur MRPLUMBE 1.3	89,80 a	115,28 a	21,80 a
<i>B. subtilis</i> galur MRTDUMBE 3.2.1	89,20 ab	109,58 b	20,40 b
<i>B. mycoides</i> galur MRBPBT 2.1	89,20 ab	106,88 bc	19,20 c
<i>B. thuringiensis</i> galur MRSNRZ 3.1s	86,20 bc	103,26 cd	18,60 c
<i>B. mycoides</i> galur MRSNUMBE 2.2	84,80 c	101,42 d	19,20 c
<i>B. waihenstephanensis</i> galur RBTLL 3.2	84,60 c	102,06 d	18,20 c
<i>B. cereus</i> galur MRDKBTE 1.3	83,60 c	103,62 cd	18,40 c
Kontrol	69,80 d	89,16 e	15,20 d

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



Gambar 1. Bibit padi berumur 21 HSS pada masing-masing perlakuan ; (A) Kontrol, (B) Isolat *Bacillus waihenstephanensis* strain RBTLL 3.2 (C) *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3, (D) Isolat *B. thuringiensis* strain MRSNRZ 3.1 (E) Isolat *B. mycoides* strain MRSNUMBE 2.2 (F) Isolat *B. mycoides* strain MRBPBT 2.1 (G) Isolat *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1 (H) Isolat *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.



Gambar 2. Tanaman padi umur 70 HSS a) *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1; b) *B. mycoides* strain MRSNUMBE 2.2; c) *B. thuringiensis* strain MRSNRZ 3.1; d) *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3; e) *B. cereus* strain MRDKBTE 1.3; f) Kontrol.

3.1.1 Pertumbuhan Tanaman Padi Fase Vegetatif

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

MRPLUMBE 1.3 menunjukkan nilai tertinggi untuk ketiga variabel tersebut, dengan jumlah daun 89,80 helai, tinggi tanaman 115,28 cm, dan jumlah anakan 21,8. Isolat ini berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya, termasuk kontrol, yang menunjukkan nilai terendah untuk ketiga variabel tersebut.

3.1.2 Pertumbuhan Fase Generatif dan Produksi Tanaman Padi

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 menunjukkan kemunculan bunga pertama yang lebih cepat, yaitu pada 72,8 hari setelah tanam. Isolat bakteri *B. subtilis* strain MRTDUMBE 3.2.1 menunjukkan berat gabah segar tertinggi dibanding perlakuan lain sebesar 79,16 g.

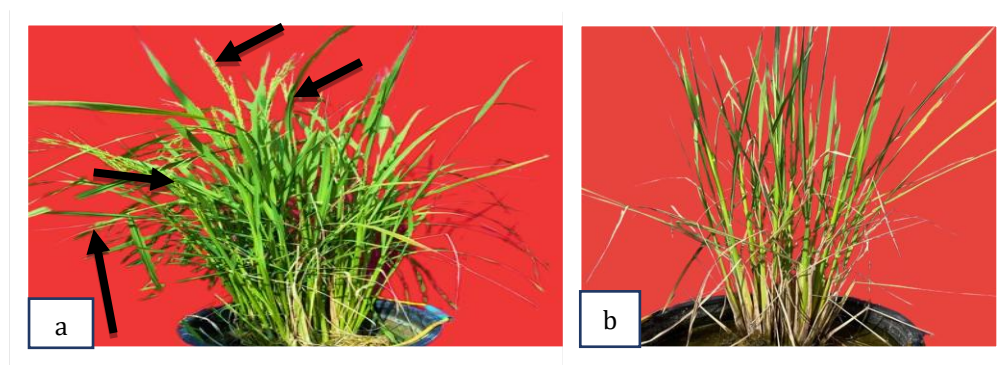
Bakteri *Bacillus* spp. memiliki potensi sebagai stimulan pertumbuhan tanaman dengan interaksi langsung yang meningkatkan ketersediaan nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan besi. Penelitian menunjukkan bahwa rizobakteri *Bacillus* spp. yang diperkenalkan pada tanaman padi memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan kontrol. Isolat terbaik, *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, secara signifikan meningkatkan pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif, generatif, dan produksi. Rizobakteri berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dengan fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, produksi fitohormon, dan senyawa organik volatil (Meena et al., 2017). Selain itu, bakteri PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) membantu tanaman mengatasi stres baik dari faktor biotik maupun abiotik dengan meningkatkan penyerapan nutrisi, akumulasi osmolit, produksi enzim antioksidan, dan metabolit (Ha-tran et al., 2021). Temuan ini sejalan dengan penelitian Ferrusquía-Jiménez et al., (2022) yang menunjukkan bahwa *Bacillus cereus*-Amazcala (B.c-A) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai melalui aktivitas enzimatis 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. Pengenalan *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. PGPR 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 3. Pertumbuhan Generatif dan Produksi Tanaman Padi yang Diintroduksi dengan *Bacillus* Spp.

Perlakuan	Muncul bunga pertama (hari)	Berat gabah segar (g)	Berat gabah kering (g)
<i>B. cereus</i> galur MRPLUMBE 1.3	72,80 a	77,78 ab	66,34 a
<i>B. subtilis</i> galur MRTDUMBE 3.2.1	73,60 ab	79,16 a	67,34 a
<i>B. mycoides</i> galur MRSNUMBE 2.2	74,50 bc	69,02 e	56,40 e
<i>B. mycoides</i> galur MRBPBT 2.1	74,40 bc	77,32 b	67,36 a
<i>B. thuringiensis</i> galur MRSNRZ 3.1s	75,20 c	76,90 b	63,28 b
<i>B. cereus</i> galur MRDKBTE 1.3	77,20 d	74,80 c	59,94 c
<i>B. waihenstephanensis</i> galur RBTLL 3.2	77,40 d	72,08 d	58,22 d
Kontrol	85,00 e	62,80 f	50,66 f

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



Gambar 3. Bunga muncul pertama pada tanaman padi berumur 72 HST. a) sudah muncul bunga pertama pada perlakuan *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3, b) belum muncul bunga pertama pada perlakuan kontrol.

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 72,80 hari, dengan hasil berat gabah segar sebesar 77,78 gram, dan berat gabah kering sebesar 66,34 gram. 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 buah (Setiawati *et al.*, 2022).

Hormon pertumbuhan lain yang dihasilkan oleh rizobakteri seperti fitohormon, siderofor, dan produksi hidrogen sianida. Fitohormon meliputi auksin, sitokinin, etilen, giberelin, dan asam abscisic (ABA) (Singh *et al.*, 2019). Fitohormon mengatur berbagai aspek promosi pertumbuhan melalui berbagai mekanisme fisiologis dan biokimia untuk memastikan siklus hidup tanaman yang sukses (Wani *et al.*, 2016). Tanaman yang diaplikasikan dengan rizobakteri *Bacillus* spp. mampu tumbuh dengan baik. Siderofor adalah senyawa yang diproduksi oleh bakteri, fungi, dan tanaman untuk memfasilitasi penyerapan zat besi (Goswami *et al.*, 2016). Siderofor yang diproduksi rizobakteri membantu zat besi larut sehingga mudah diserap tanaman diperlukan oleh tanaman untuk perkembangan dan fungsi normal tanaman serta mikroorganisme (Arora *et al.*, 2013).

Tanaman padi dapat menghasilkan warna daun yang hijau dan jumlah daun yang banyak dengan unsur mikro zat besi yang tercukupi. Produksi hidrogen sianida (HCN) adalah aktivitas rizobakteri dalam memacu pertumbuhan tanaman. HCN umumnya sebagai pupuk biologis atau pengendalian hayati untuk meningkatkan produksi tanaman (Agbodjato *et al.*, 2015) secara tidak langsung terlibat dalam penyediaan fosfat (Rijavec & Lapanje, 2016). Tanaman padi yang diaplikasikan *Bacillus* spp. dapat tumbuh dengan baik hingga fase generatif dengan produksi tanaman padi tergolong baik dengan tersedianya unsur makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman.

4. KESIMPULAN

Isolat *Bacillus* spp. memiliki potensi sebagai biostimulan tanaman padi. Isolat *Bacillus* spp. yang terbukti mampu memacu dan meningkatkan pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif, generatif dan meningkatkan produksi tanaman padi yaitu isolat *B. cereus* strain MRPLUMBE 1.3.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Allah SWT, karena kehendaknya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Dr. Yulmira Yanti, S. Si., M.P. dan bapak Dr. Hasmiandy Hamid S.P., M. Si. sebagai pembimbing karya tulis ilmiah ini dan terima kasih telah banyak memberikan masukan dan saran selama jalannya penelitian. Melalui kesempatan ini penulis juga menyampaikan penghargaan dan 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 dan Nomor Kontrak T/2/UN.16.17/PP.Pangan-PTU KRP2GB- Unand/LPPM/2023 yang telah membantu pendanaan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Mageed, T. A., Abd El-Mageed, S. A., El-Saadony, M. T., Abdelaziz, S., & Abdou, N. M. (2022). Plant growth-promoting rhizobacteria improve growth, morph-physiological responses, water productivity, and yield of rice plants under full and deficit drip irrigation. *Rice*, 15(1), Article 16. <https://doi.org/10.1186/s12284-022-00564-6>
- Agbodjato, N. A., Noumavo, P. A., Baba-Moussa, F., Salami, H. A., Sina, H., Sèzan, A., Bankolé, H., Adjanohoun, A., & Baba-Moussa, L. (2015). Characterization of potential plant growth promoting rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in central and northern Benin (West Africa). *Applied and Environmental Soil Science*, 2015, Article 901656. <https://doi.org/10.1155/2015/901656>
- Ahemad, M., & Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *Journal of King Saud University – Science*, 26(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.05.001>
- Aloo, B. N., Makumba, B. A., & Mbega, E. R. (2019). The potential of Bacilli rhizobacteria for sustainable crop production and environmental sustainability. *Microbiological Research*, 219, 26–39. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.10.011>
- Arora, N. K., Tewari, S., & Singh, R. (2013). Multifaceted plant-associated microbes and their mechanisms diminish the concept of direct and indirect PGPRs. In N. K. Arora (Ed.), *Plant microbe symbiosis: Fundamentals and advances* (pp. 411–449). Springer India. https://doi.org/10.1007/978-81-322-1287-4_16
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Pada 2022, luas panen padi diperkirakan sebesar 10,61 juta hektare dengan produksi sekitar 55,67 juta ton GKG*. <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>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat. (2022). *Luas panen padi di Sumatera Barat tahun 2022 diperkirakan sebesar 288,51 ribu hektar dengan produksi sebesar 1,42 juta ton GKG*. <https://sumbar.bps.go.id/pressrelease/2022/11/01/1103/luas-panen-padi-di-sumatera-barat-tahun-2022-diperkirakan-sebesar-288-51-ribu-hektar-dengan-produksi-sebesar-1-42-juta-ton-gkg.html>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2022. *Inovasi Teknologi Pertanian untuk Peningkatan Produktivitas Tanaman Pangan*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Bhattacharyya, P. N., Goswami, M. P., & Bhattacharyya, L. H. (2016). Perspective of beneficial microbes in agriculture under changing climatic scenario: A review. *Journal of Phytology*, 8, 26–41. <https://doi.org/10.19071/jp.2016.v8.3022>

- 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>
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- 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), Article 3445. <https://doi.org/10.3390/plants11243445>
- Goswami, D., Thakker, J. N., & Dhandhukia, P. C. (2016). Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), Article 1127500. <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1127500>
- Hamdayanty, H., Asman, A., Sari, K. W., & Attahira, S. S. (2022). Pengaruh pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) asal akar tanaman bambu terhadap pertumbuhan kecambah padi. *Jurnal Ecosolum*, 11(1), 29–37. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v11i1.21144>
- Ha-Tran, D. M., Nguyen, T. T. M., Hung, S. H., Huang, E., & Huang, C. C. (2021). Roles of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in stimulating salinity stress defense in plants: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6), Article 3154. <https://doi.org/10.3390/ijms22063154>
- Irawan, P., Qayyimah, D., Ahmad, M., Amir, R. A., & Alghifari, R. M. (2019). Efektivitas ekstrak batang bratawali (*Tinospora crispa* L.) dan daun sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap mortalitas hama penggerek batang padi (*Scirphopaga innotata*). *Indonesian Journal of Fundamental Science*, 5(1), 47–58. <https://doi.org/10.26858/ijfs.v5i1.9375>
- 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), Article e0152478. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152478>
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., & Tribedi, P. (2017). Biofertilizers: A potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(4), 3315–3335. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8104-0>
- 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 D. P. Singh, H. B. Singh, & R. Prabha (Eds.), *Plant-microbe interactions in agro-ecological perspectives* (pp. 395–432). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6593-4_16
- Rijavec, T., & Lapanje, A. (2016). Hydrogen cyanide in the rhizosphere: Not suppressing plant pathogens, but rather regulating availability of phosphate. *Frontiers in Microbiology*, 7, Article 1785. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01785>
- Saeid, A., Prochownik, E., & Dobrowolska-Iwanek, J. (2018). Phosphorus solubilization by *Bacillus* species. *Molecules*, 23(11), Article 2897. <https://doi.org/10.3390/molecules23112897>
- 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*, 541–558. <https://doi.org/10.18502/kls.v7i3.11160>
- Singh, M., Singh, D., Gupta, A., Pandey, K. D., Singh, P. K., & Kumar, A. (2019). Plant growth-promoting rhizobacteria: Application in biofertilizers and biocontrol of phytopathogens. In A. K. Singh, A. Kumar, & P. K. Singh (Eds.), *PGPR amelioration in sustainable agriculture* (pp. 41–66). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815879-1.00003-3>

- Wani, S. H., Kumar, V., Shriram, V., & Sah, S. K. (2016). Phytohormones and their metabolic engineering for abiotic stress tolerance in crop plants. *The Crop Journal*, 4(3), 162–176. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.01.010>
- 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.hptt.11324-34>