

**PERAN BEBERAPA BIOAKTIVATOR SEBAGAI PEMACU VIABILITAS DAN
VIGORITAS BENIH PADI SERTA KETAHANANNYA TERHADAP
PATOGEN BENIH**

CECE KIRANI

G011191387



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

CECE KIRANI

Skripsi,

disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Pertanian

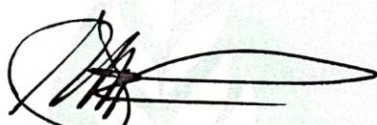
pada

Program Studi Agroteknologi
Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
NIP. 19601224 198601 1 001



Prof. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19601231 198601 1 011

Diketahui oleh:

Ketua Departemen,
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Ketua Program Studi,
Agroteknologi



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.
NIP. 19650316 198903 2 002



Dr. Ir. Abd. Haris B., M.Si.
NIP. 19670811 199403 1 003

DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Peran Beberapa Bioaktivator Sebagai Pemacu Viabilitas dan Vigoritas Benih Padi serta Ketahanannya Terhadap Patogen Benih” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 16 Agustus 2023



Cece Kirani
G011191387

ABSTRAK

CECE KIRANI (G011191387). Peran Beberapa Bioaktivator Sebagai Pemacu Viabilitas dan Vigoritas Benih Padi serta Ketahanannya Terhadap Patogen Benih. Dibimbing oleh BAHARUDDIN dan ANDI NASRUDDIN.

Padi sangat penting karena beras merupakan makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Namun, produksinya seringkali menurun disebabkan oleh kemunduran mutu benih dan serangan patogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi Mikrobat terhadap viabilitas dan vigoritas beberapa varietas benih padi serta ketahanannya terhadap patogen benih yang dibandingkan dengan penggunaan *Effective Microorganism 4* (EM4) dan *Photosynthetic Bacteria* (PSB). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial yang terdiri atas tiga faktor, yaitu: varietas padi (V): Ciherang, Inpari 30, Cakrabuana dan lima faktor perendaman (P), yaitu: kontrol, Mikrobat 0,5%, Mikrobat 0,75%, Mikrobat 1%, EM4 1%, dan PSB 1%. Parameter pengamatan meliputi daya kecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, dan presentase infeksi patogen. Perendaman benih dengan menggunakan konsentrasi Mikrobat 1% lebih efektif di dalam meningkatkan viabilitas dan vigoritas benih, serta menghambat pertumbuhan patogen dibanding dengan perlakuan perendaman menggunakan EM4 dan PSB, adapun patogen yang ditemukan pada benih yaitu: *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., dan *Rhizoctonia solani*. Berdasarkan hasil penelitian ini perendaman benih menggunakan Mikrobat konsentrasi 1% memberikan hasil terbaik terhadap viabilitas, vigoritas benih dan terhadap penghambatan infeksi patogen.

Kata kunci: Mikrobat, *Effective Microorganism 4*, *Photosyntetic Bacteria*, Cakrabuana, *Aspergillus* sp.

ABSTRACT

CECE KIRANI (G011191387). The Role of Several Bioactivators in Promoting Rice Seed Viability and Vigor and Resistance to Seed Pathogens. Supervised by BAHARUDDIN and ANDI NASRUDDIN.

Rice production is very important because rice is the main staple food for most Indonesia people. However, production often declines due to deterioration of seed quality and pathogen attack. This study aims to determine the effect of several concentrations of Mikrobat on the viability and vigor of several varieties of rice seeds and their resistance to seed pathogens in comparison *Effective Microorganism 4* (EM4) and *Photosyntetic Bacteria* (PSB). This study used a randomized complete factorial design consisting of three factors, namely: rice varieties (V): Ciherang, Inpari 30, Cakrabuana and five soaking factors (P) namely control, Mikrobat 0.5%, Mikrobat 0.75%, Mikrobat 1%, EM4 1%, and PSB 1%. Observation parameters include seed germination, growth rate, vigor index, and percentage of pathogen infection. Soaking seeds using a 1% Mikrobat concentration was more effective in boosting seed viability and vigor, and inhibit pathogen growth in comparison to the treatments of EM4 and PSB, the pathogens found on the seeds are: *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., and *Rhizoctonia solani*. Based on the results of this study, soaking seeds using a 1% concentration of Mikrobat gives the best results on viability, seed vigor and inhibition of pathogen infection.

Keywords: Mikrobat, *Effective Microorganism 4*, *Photosyntetic Bacteria*, Cakrabuana, *Aspergillus* sp.

PERSANTUNAN

Bismillahirrahmanirrahim, alhamdulillah tiada kata yang pantas penulis ucapkan melainkan rasa syukur atas segala limpahan rahmat, nikmat, dan karunia yang Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* telah berikan kepada Penulis hingga detik ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan proses perkuliahan mulai dari awal hingga akhir dengan sangat baik. Shalawat serta salam tak lupa penulis curahkan kepada *qudwah* terbaik bagi manusia, Rasulullah Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam*.

Banyak pihak yang telah memberikan kontribusi dan jasa dalam penyelesaian studi, penelitian dan penyusunan skripsi ini. Dengan rasa cinta yang tulus, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua penulis atas cinta, kasih sayang, do'a dan berbagai bentuk dukungan yang diberikan sampai saat ini. Tak lupa rasa terima kasih penulis berikan kepada saudara-saudari penulis yang telah memberi dukungan penuh selama perkuliahan.

Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada dosen pembimbing I, Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin atas segala bentuk bantuan, waktu, kesabaran, dan bimbingan yang telah diberikan serta kesempatan kepada penulis untuk mempelajari banyak hal baik itu ilmu dan pelajaran hidup selama penulis berada di Lab. Bioteknologi Pertanian. Tak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing II, Prof. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc., Ph.D. yang telah sangat sabar membimbing dan memberikan masukan kepada penulis. Dosen pembimbing penulis dengan penuh antusias dan kesabaran telah membimbing penulis dalam perencanaan, pelaksanaan penelitian, penulisan skripsi, hingga penulis bisa menyelesaikan studi.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen penguji, Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA., Muhammad Junaid, S.P., M.P., Ph.D., dan Dr. Ir. Melina, M.P. yang telah bersedia menjadi dosen penguji, memberikan respon positif, dan masukan konstruktif bagi kesempurnaan penelitian dan skripsi penulis.

Tak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pak Ahmad Yani selaku Laboran di Lab. Bioteknologi Pertanian dan Pak Ardan selaku Laboran di Lab. Penyakit Tumbuhan yang senantiasa dengan sabar membantu penulis dalam proses penelitian baik itu berupa pikiran dan tenaga. Serta kepada Kak Nurmujahidin yang telah banyak membantu dan senantiasa memberikan saran terbaik bagi penelitian penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan penulis, yakni kepada teman kamar kos penulis yaitu Dini yang telah membantu, mendukung, membersamai susah maupun senang dan selalu mengantar penulis kemanapun mulai dari awal perkuliahan. Kepada Isti yang selalu mendukung, menerima penulis dalam segala kondisi, selalu mendengarkan cerita dan menasehati penulis, juga menjadi rumah bagi penulis selama di Makassar, serta Ina teman kamar isti atas segala kebaikannya. Rizka, Nur, Aini, Gheby, dan Salsa yang telah menjadi teman baik penulis dari dulu. Serta rekan di Lab. Bioteknologi, saudari Aminul, Dani, Sartika, Saskiah, Widya, dan Dhilah yang bersedia membantu penulis dan menjadi orang-orang yang telah membersamai dalam susah dan senang selama berada di Lab. Tak lupa, kepada kakak-kakak Lab. Bioteknologi 2018 atas masukan dan *sharing* terkait pengalaman penelitian kepada penulis. Terima Kasih juga kepada Salma Salsabil yang telah menjadi mood booster penulis dikala penulis merasa jenuh pada masa penyusunan skripsi.

RIWAYAT HIDUP



CECE KIRANI, lahir di Luwu Timur pada tanggal 17 Juni 2001 dari pasangan Kaso Wakka dan Nurmi. Penulis merupakan anak bungsu dari empat bersaudara. Penulis memulai studinya secara formal di Taman Kanak-Kanak (TK) Nusantara 1 tahun 2006–2007, kemudian melanjutkan ke SD Negeri 115 Lanosi pada tahun 2007–2013, SMP Negeri 1 Bone Pute pada tahun 2013–2016, dan SMA Negeri 2 Luwu Timur pada tahun 2016–2019. Pada tahun yang sama dengan kelulusan SMA, penulis diterima di Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNPTN), penulis diterima di program studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, dan setelah menempuh perkuliahan hingga disemester lima, penulis memutuskan untuk mengambil departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, konsentrasi Penyakit Tumbuhan, Bakteriologi. Selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin, penulis pernah berperan menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Hama dan Penyakit Pasca Panen. Penulis juga pernah magang pada program Kedaireka *Mathcing Fund* “*Scale-Up* Produksi Agrodyke-Mikrobat sebagai Pemacu Produktivitas dan Kesehatan Tanaman Padi”. Selain itu, pada 2019-2020 penulis juga pernah aktif pada beberapa kepanitiaan lembaga dakwah kampus.

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
DEKLARASI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PERSANTUNAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.3 Hipotesis.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Padi	4
2.2 Viabilitas dan Vigoritas Benih.....	5
2.3 Invigorasi	6
2.4 Pupuk Hayati Mikrobat.....	7
2.5 <i>Effective Microorgaisme 4 (EM4)</i>	8
2.6 <i>Photosynthetic Bacteria (PSB)</i>	9
3. METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Tempat dan Waktu.....	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Metode Penelitian	10
3.3.1 Rancangan Penelitian	10
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	11
3.3.2.1 Pembuatan Beberapa Konsentrasi Mikrobat, EM4, dan PSB	11
3.3.2.2 Persiapan Benih.....	11
3.3.2.3 Perkecambahan Benih	11
3.3.3 Pengamatan	11
3.3.3.1 Daya Kecambah	11

3.3.3.2 Indeks Vigor	12
3.3.3.3 Kecepatan Tumbuh	12
3.3.3.4 Presentase Infeksi Patogen	12
3.3.3.5 Identifikasi Patogen	12
3.3.4 Analisis Data	12
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Pengaruh Bioaktivator Terhadap Daya Berkecambah	13
4.2 Pengaruh Bioaktivator Terhadap Kecepatan Tumbuh dan Indeks Vigor	14
4.3 Pengaruh Bioaktivator Terhadap Presentase Infeksi Patogen	16
4.4 Identifikasi Patogen Pada Benih Padi	17
5. KESIMPULAN	20
Daftar Pustaka	21
Lampiran	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pengenceran Mikrobat, EM4, PSB Sesuai Konsentrasi.....	11
Tabel 2. Daya Berkecambah Benih Akibat Perendaman dengan Bioaktivator.....	13
Tabel 3. Kecepatan Tumbuh dan Indeks Vigor Benih Akibat Perendaman dengan Bioaktivator	14
Tabel 4. Persentase Infeksi Patogen Pada Benih Akibat Perendaman dengan Bioaktivator ..	16
Tabel 5. Identifikasi Patogen Yang Terdapat Pada Benih Padi	17

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel Lampiran A. Analisis Ragam Daya Berkecambah (DB) Benih.....	26
Tabel Lampiran B. Analisis Ragam Kecepatan Tumbuh (KCT) Benih.	26
Tabel Lampiran C. Analisis Ragam Indeks Vigor (IV) Benih.	26
Tabel Lampiran D. Analisis Ragam Infeksi Patogen (IP) Pada Benih.	26
Gambar Lampiran A. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	27
Gambar Lampiran B. Hasil Pertumbuhan Benih Padi.	27

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi atau dikenal secara ilmiah sebagai (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman sumber pangan utama di Indonesia dan juga memiliki peran ekonomi yang signifikan bagi negara. Selain Indonesia, padi juga dikonsumsi sebagai makanan pokok oleh separuh penuk dunia (Hariningsih, 2016). Namun, seiring dengan meningkatnya pertumbuhan populasi, meningkat pula permintaan beras setiap tahunnya. Dengan kebutuhan per kapita sebesar 134 kg dan tingkat pertumbuhan penduduk rata-rata tahunan sebesar 1,7%, Indonesia harus mampu memproduksi 78 juta ton beras untuk memenuhi kebutuhan Negara (Difika *et al.*, 2022).

Data BPS (Badan Pusat Statistik) (2021), dalam periode tahun 2020 sampai 2022 tertera bahwa produksi padi pada 2021 yaitu sebesar 54,42 juta ton Gabah Kering Giling (GKG), mengalami penurunan sebanyak 233,91 ribu ton atau 0,43 persen dibandingkan produksi padi di 2020 yang sebesar 54,65 juta ton Gabah Kering Giling (GKG). Produksi beras pada 2021 untuk konsumsi pangan penduduk mencapai 31,3 juta ton, mengalami penurunan sebanyak 140,73 ribu ton atau 0,45 persen dibandingkan produksi beras di 2020 yang sebesar 31,50 juta ton. Beberapa faktor yang menyebabkan penurunan produksi adalah masalah pemilihan benih, mutu benih yang menurun, dan adanya serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang menyebabkan penurunan produksi pada tanaman Padi (Asmuliani *et al.*, 2021).

Salah satu faktor penting yang berpengaruh pada produktivitas padi adalah benih yang bermutu. Untuk meningkatkan mutu benih beberapa upaya yang dilakukan yaitu dengan pemberian perlakuan pada benih sebelum benih disemai (Invigorasi). Invigorasi benih dapat memberikan peningkatan pada tanaman saat beradaptasi, tumbuh dan berkembang dalam proses produksi padi. Perlakuan benih yang berhasil akan memperpendek masa dormansi benih dan mendorong pertumbuhan dan perkembangan benih lebih cepat. Langkah-langkah dalam invigorasi benih meliputi pemilihan benih, perendaman, dan aplikasi fungisida dan zat pengatur tumbuh (ZPT) (Achdiyat *et al.*, 2021). Salah satu pupuk hayati yang dapat digunakan sebagai larutan perlakuan benih adalah pupuk hayati Mikrobat.

Mikrobat adalah pupuk hayati yang formulasi untuk kebutuhan pertanian organik. Mikrobat merupakan hasil dari campuran pupuk hayati dan fungisida hayati yang diproduksi dengan menggunakan bioteknologi dalam berbentuk cair. Mengandung berbagai macam mikroorganisme, dan bakteri yang saling bekerja sama dengan baik seperti bakteri dengan kemampuan memperbaiki kesuburan tanah, merangsang pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan produksi yaitu *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Lactobacillus* sp. serta diperkaya dengan bakteri *Paenibacillus polymyxa* dan *Streptomyces* sp. yang mampu menekan serangan pathogen, dan menekan penyakit tular tanah sehingga menjaga tanaman padi tetap sehat (Baharuddin *et al.*, 2019). Kelima bakteri yang terkandung didalam pupuk hayati mikrobat merupakan bakteri kelompok PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Bakteri tersebut aktif, menguntungkan, dan dapat mengkolonisasi rizosfer.

Azotobacter sp., merupakan bakteri yang dapat menghasilkan giberelin, sitokinin, dan asam indol asetat, sehingga bakteri ini dapat meningkatkan pertumbuhan akar. Selain itu, bakteri ini juga memiliki peran dalam perkecambahan biji dengan menghasilkan senyawa

pidoksin, thiamin, riblovaflavin, sianokobalamin, nikotin, asam pentotenat, asam indol asetat, dan giberelin. *Azotobacter* sp., juga menghasilkan senyawa anti antibiotik dan antifungi yang bermanfaat bagi perkecambahan benih (Rahmi, 2014).

Pseudomonas sp., merupakan bakteri yang dapat melarutkan P (fosfat). *Pseudomonas* sp., dapat menjadi perangsang pertumbuhan dan sebagai biokontrol terhadap pathogen (Sumarni *et al.*, 2015). *Lactobacillus* sp., sebagai penghasil asam laktat dan dapat memproduksi bakteriosin yang berperan menekan pertumbuhan pathogen dan dapat berfungsi dalam mencerna nutrisi (Jannah *et al.*, 2018). *Paenibacillus polymyxa*, lebih sering dikenal sebagai bakteri antagonis yang mampu menghasilkan antibiotik polimiksin yang berperan dalam menghambat pertumbuhan pathogen (Kantikowati *et al.*, 2018). Adapun *Streptomyces* sp., juga menghasilkan antibiotik yang juga dapat berperan dalam menghambat suatu pathogen, selain itu bakteri ini juga mampu memfikasi nitrogen sehingga pertumbuhan tanaman meningkat (Raharini *et al.*, 2012).

Sedangkan *Effective Microorganism 4* (EM4) adalah kombinasi dari beberapa mikroorganisme yang bermanfaat dan terdapat secara alami. Sekitar 80 jenis mikroorganisme yang berbeda ditemukan dalam EM4 yang dapat melakukan fermentasi bahan organik agar tanaman dapat menyerap unsure hara. Namun hanya ada lima kelompok utama dalam EM4 yaitu bakteri pelarut fosfat, dan 90% *lactobacillus* sp. dan *streptomices* sp. serta ragi dan *actinomyces* (Meriatna *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian (Wahdah *et al.*, 2018) menyatakan bahwa bakteri kelompok PGPR yang terkandung dalam Mikrobat dan EM4 berpengaruh nyata terhadap perkecambahan benih padi. Hasil penelitian (De Somnath *et al.*, 2018) juga menyatakan bahwa bakteri *lactobacillus* sp., yang terkandung dalam Mikrobat maupun EM4 berhasil memacu perkecambahan atau vigoritas benih padi maupun leguminosa. Adapun kandungan *actinomyces* dalam EM4 dapat menghasilkan senyawa antibakteri yang dapat mencengah pertumbuhan pathogen (Abdullah *et al.*, 2020).

Photosynthetic Bacteria (PSB) atau yang dikenal sebagai bakteri fotosintesis merupakan bakteri autotrof dengan kemampuan berfotosintesis. *Photosynthetic Bacteria* (PSB) mengandung pigmen bakteriofil a atau b yang dapat menghasilkan pigmen warna merah, hijau hingga ungu untuk menyerap energi matahari sebagai bahan bakar fotosintesis. Salah satu bakteri yang terkandung dalam *Photosynthetic Bacteria* (PSB) adalah dari filum *cyanobacteria*. Berdasarkan hasil penelitian (Sujatmo *et al.*, 2019) menyatakan bahwa pemberian *Cyanobacteria* pada benih berpengaruh nyata terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih padi. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai “Pengaruh Konsentrasi Larutan Mikrobat terhadap Perkecambahan Benih Padi (*Oryza sativa* L.)”. Dengan perbandingan penggunaan EM4 dan PSB.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi Mikrobat terhadap viabilitas dan vigoritas beberapa varietas benih padi (*Oryza sativa* L.) serta ketahanannya terhadap patogen benih yang dibandingkan dengan penggunaan *Effective Microorganisme 4* (EM4) dan *Photosynthetic Bacteria* (PSB).

Manfaat dari penelitian ini adalah Mikrobat yang diteliti dapat digunakan sebagai perlakuan benih yang dapat memacu viabilitas dan vigoritas benih padi sehingga

meningkatkan produktivitas tanaman padi dan juga sebagai bahan informasi mengenai efektifitasnya dalam perkecambahan tanaman padi.

1.3 Hipotesis

Diduga pupuk hayati Mikrobat dapat memacu viabilitas dan vigoritas benih padi, serta dapat menghambat pertumbuhan patogen.

2. TINJAUAN PUSKTAKA

2.1 Tanaman Padi

Lebih dari 90% orang di Indonesia mengonsumsi padi (*Oryza sativa* L.) yang merupakan makanan pokok, sumber energi dan nutrisi utama mereka. Ini menunjukkan bahwa padi adalah komoditas strategis yang sangat penting untuk perekonomian dan ketahanan pangan nasional, dan akan berfungsi sebagai dasar untuk revitalisasi pertanian di masa depan. Untuk memenuhi kebutuhan beras masyarakat, perlu adanya peningkatan produksi beras yang signifikan karena tingkat kebutuhan beras nasional yang tinggi dan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat setiap tahun (Abbas *et al.*, 2015).

Padi merupakan salah satu bahan pangan yang diprioritaskan oleh pemerintah. Oleh karena itu, berbagai usaha telah dilakukan untuk menciptakan peningkatan produksi padi, namun seringkali menemui beberapa kendala yang pada akhirnya berujung pada rendahnya produktivitas padi. Salah satu kendala yang dihadapi adalah belum tersedianya benih padi yang berkualitas, baik dari segi kualitas genetik maupun fisiologis, fisik dan higienis benih. Untuk meningkatkan produktivitas, kualitas benih menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan dalam menanam padi (Herawati *et al.*, 2021).

Dengan tersedianya benih yang berkualitas, maka tanaman yang dihasilkan pun berkualitas dan berproduksi tinggi. Benih adalah bahan awal yang ditanam dan sebagai penentu dari sebuah proses produksi yang berhasil. Sebelum benih dapat menjadi tanaman, benih terlebih dahulu berada pada fase perkecambahan. Untuk meningkatkan kualitas benih, terdapat beberapa perlakuan sebelum benih disemaikan, salah satunya adalah metode perendaman. Cara tersebut mampu memberi laju peningkatan tinggi pada viabilitas dan vigor benih (Tefa, 2017).

Selain perlakuan awal benih yakni penyemaian, pemilihan varietas juga merupakan salah satu penentu kualitas benih dan sebagai faktor kunci keberhasilan budidaya. Benih unggul adalah benih yang telah berhasil melalui pengujian pada Laboratorium, juga telah disertifikasi sesuai dengan beberapa persyaratan yang ditentukan oleh para ahli, dan hasil akhirnya menunjukkan keunggulan-keunggulan yang unik dibandingkan dengan varietas lainnya (Wibowo, 2020).

Varietas Ciherang menjadi varietas padi yang unggul dari hasil sawah irigasi dan lokal yang dilepas pada tahun 2000 dengan nomor silsilah S3383-id-Pn-4-31. Varietas Ciherang telah banyak digunakan di kalangan petani karena bobot gabahnya yang lebih berat, nasinya bersih, pulen, dan tidak mengeluarkan bau, serta gabahnya lebih mudah didapat di pasaran pada awal musim tanam padi. Meskipun ketahanan terhadap hama dan penyakit rendah (Akbar *et al.*, 2022).

Salah satu VUB (Varietas Unggul Baru) Inpari 30 termasuk varietas padi yang diperkenalkan pada tahun 2012. Varietas ini adalah hasil persilangan antara varietas IR64Sub 1/Ciherang dan Ciherang. Dengan kualitas nasi yang pulen, dan umur 111 hst. Rata-rata panen yaitu sekitaran 7,2 ton per/ha, dengan hasil tertinggi pada 9,6 ton/per ha. Benih tidak tahan pada serangan wereng batang coklat biotipe 1 dan 2, serta biotipe 3. Selain itu tidak tahan hawar daun bakteri patotipe III; juga pada patotipe IV dan VIII. Padi varietas unggul baru ini tahan terhadap rendaman atau cekaman air. Secara umum, kebanyakan orang akan lebih menyukai varietas ini karena tekstur nasinya yang pulen (Firdaus *et al.*, 2021).

Cakrabuana termasuk dalam padi genjah varietas unggul baru (VUB) yang dikeluarkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian menciptakan sebagai hasil inovasi teknologi yang unggul. Keunggulannya varietas ini yang paling utama adalah umurnya yang sangat genjah. Pada umur 104 hari setelah proses penyemaian, atau 85 hingga 80 hari setelah tanam, varietas yang keluar tahun 2018 ini sudah bisa dipanen. Ciri dari varietas Cakrabuana yaitu tinggi tanamannya mencapai sekitar 105 cm, gabahnya panjang, ramping, dan berwarna kuning bersih, serta bentuk daunnya tegak. Hasil panen rata-rata 7,5 ton per ha, dengan hasil maksimal hingga 10,2 ton per ha (Waluyo *et al.*, 2023).

2.2 Viabilitas dan Vigoritas benih

Viabilitas dan vigor benih sangat mempengaruhi tingginya kualitas mutu benih, dan menjadi langkah awal dalam meningkatnya proses produksi. Benih berkecambah terlebih dahulu sebelum tumbuh menjadi tanaman. Adapun permasalahan utama yang mengakibatkan terhambatnya perkecambahan benih adalah tekanan lingkungan abiotik seperti suhu, salinitas, juga terjadinya kekeringan. Untuk mengurangi banyaknya kemunduran produksi yang terjadi karena benih yang tidak berkualitas pada permulaan penanaman, maka menjaga kualitas benih merupakan langkah yang bertujuan agar petani terjamin dengan adanya kualitas benih yang sama dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) (Fatikhasari *et al.*, 2022).

Viabilitas benih yaitu kemampuan benih hidup dan terlihat dari gejala pertumbuhan dan gejala metabolismenya. Viabilitas menggambarkan benih yang mampu mengalami pertumbuhan dan produksinya tetap normal pada kondisi lahan yang optimal ataupun lahan yang tidak optimal. Indeks viabilitas benih yaitu jumlah benih yang dapat berkecambah, sehingga viabilitas benih menjadi faktor yang berpengaruh pada meningkatnya perkecambahan benih. Yang menjadi tolak ukur viabilitas benih yaitu salah satunya dengan pengukuran daya berkecambah. Selama penyimpanan, faktor internal dan faktor eksternal berpengaruh pada viabilitas benih. Internal seperti kadar air, sifat genetik, viabilitas awal benih, sementara eksternal meliputi temperature, kemasan benih, kelembaban ruang simpan, adanya mikroorganisme, maupun manusia (*germination capacity*). Viabilitas benih yang tinggi akan mempengaruhi peningkatan vigor benih sehingga produksi tanaman juga semakin tinggi (Sopian *et al.*, 2021).

Daya berkecambah benih yaitu indikator atau tolak ukur viabilitas benih yang mengindikasikan mutu suatu benih. Daya berkecambah dapat berpengaruh dalam proses perkecambahan benih agar benih mengalami perkecambahan pertumbuhan yang normal yang terlihat dari gejala dan metabolisme pertumbuhannya. Daya berkecambah dimulai dari tumbuh dan berkembangnya embrio dari dalam benih yang akan menentukan kemampuan benih selanjutnya, yang berarti benih tersebut mampu untuk berproses hingga menjadi tanaman normal saat lingkungan mendukung. Adanya perlakuan invigorasi dan mutu awal benih maupun interaksi antara keduanya, sangat menentukan kualitas daya berkecambah pada benih (Elfani, 2015).

Selain daya berkecambah, kecepatan tumbuh juga mengindikasikan viabilitas benih. Persentase daya berkecambah benih dapat dipengaruhi oleh kecepatan tumbuh benih. Serangkaian perubahan morfologi, fisiologis, dan biokimia terjadi selama proses perkecambahan benih. Pengguna benih dapat mengetahui bahwa benih tersebut mampu untuk

berproses hingga menjadi tanaman yang tumbuh normal saat kondisi lingkungan yang optimum melalui daya perkecambahan benih (Nurhafidah *et al.*, 2021).

Vigor benih adalah benih yang memiliki kemampuan untuk berproduksi dan tumbuh secara normal, cepat, dan seragam dalam keadaan lingkungan yang kurang optimal atau dalam berbagai kondisi lapang. Benih yang bervigor tinggi dapat tumbuh serentak dan cepat pada kondisi lingkungan normal dan dapat berproduksi secara normal pada kondisi kurang optimal. Kecepatan tumbuh benih termasuk dari indikator vigor benih, karena meningkatnya vigor benih sejalan dengan nilai kecepatan tumbuh benih yang tinggi pula. Benih yang mampu untuk hidup pada kondisi lapang yang kurang optimal dapat ditentukan dari cepatnya benih tersebut tumbuh (Yuniarti *et al.*, 2014).

Beberapa ciri dari tingginya vigor suatu benih yaitu meliputi penyimpanan yang tahan lama, tahan dari serangan organism pengganggu, pertumbuhannya cepat dan serempak, adanya kemampuan tanaman dewasa yang dapat tumbuh, menghasilkan produksi dan tahan terhadap kondisi lapang yang kurang tidak optimal untuk pertumbuhan. Meskipun dalam lingkungan yang tidak mendukung, benih yang ber Vigor (Vg) tinggi tetap dapat tumbuh dan menghasilkan tanaman normal. Dan jika dibudidayakan dalam kondisi yang mendukung, benih ber Vigor tinggi akan menghasilkan produksi lebih tinggi dari biasanya. Selain memiliki vigor yang tinggi, benih tersebut juga memiliki vigor daya tumbuh (VKT) yang tinggi. Hal tersebut dapat menjadi indicator bahwa benih tersebut mampu tumbuh sekalipun pada keadaan lahan yang tidak optimum (Sopian *et al.*, 2021).

Selain kecepatan tumbuh, indeks vigor juga merupakan indicator vigor Indeks vigor diperoleh dari perbandingan antara jumlah total benih yang ditanam dengan jumlah kecambah normal pada hitungan pertama. Berbeda dengan uji daya berkecambah, uji indeks vigor dianggap lebih sensitif dan dapat memprediksi potensi pertumbuhan secara akurat di lahan atau lapangan (Fatikhasari *et al.*, 2022).

2.3 Invigorasi

Benih akan memasuki kondisi dormansi pada saat penyimpanan. Kondisi dormansi tersebut yaitu kondisi benih yang tidak dapat mengalami perkecambahan sampai saat pengamatan akhir, walaupun kondisi lingkungan dapat menunjang benih untuk berkecambah. Kondisi dormansi benih akan terpatahkan jika dilakukan pematangan dormansi. Perlakuan mematahkan dormansi yaitu faktor atau proses yang diberikan bertujuan untuk mempercepat benih mengalami perkecambahan (Melasari *et al.*, 2018).

Seiring berjalannya waktu, mutu benih akan semakin menurun hingga akhirnya mati. Kondisi tersebut dikenal dengan deteriorasi. Deteriorasi yaitu tahap yang menyebabkan kualitas benih menurun. Benih yang mengalami deteriorasi adalah benih yang kualitasnya telah menurun, yang mengakibatkan perubahan fisik dan fisiologis pada benih secara menyeluruh. Dengan memberikan perlakuan invigorasi pada benih yang mengalami deteriorasi, kualitas benih tersebut dapat diperbaiki. *osmoconditioning*, *moisturizing*, dan *matricconditioning* adalah tiga teknik invigorasi benih yang dapat dilakukan pada benih sebelum penanaman agar kualitas fisiologis benih, terutama vigor benih dapat meningkat (Herawati *et al.*, 2021).

Invigorasi benih yaitu perlakuan yang diberi pada tahap awal benih sebelum disemai yang dapat memberikan perbaikan pada kondisi fisiologis dan biokimiawi guna meningkatkan

viabilitas benih seperti kecepatan tumbuh, keserempakan kecambah, dan perbaikan perkecambahan benih. Hal tersebut dapat direalisasikan dengan media potensial matrik rendah atau media *matriconditioning*. Perlakuan mengintegrasikan invigorasi dengan media lain seperti hormon tumbuh, pestisida nabati atau sistesis, biopestisida, mikroba dengan hormon yang dapat merangsang pertumbuhan ataupun mikroba sebagai agen hayati, dapat menjadi kombinasi perlakuan yang mampu memberikan lebih banyak keuntungan pada benih tanaman (Sutariati *et al.*, 2014).

Secara umum telah banyak diketahui bahwa mikroba tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Berbagai mikroba fungsional dapat meningkatkan kualitas fisiologis benih, menjaga kualitas benih selama penyimpanan, dan meningkatkan hasil panen. Berbagai mikroba dapat diintegrasikan dengan perlakuan invigorasi untuk memberikan keuntungan bagi perbaikan kualitas benih secara fisiologis serta menunjang peningkatan viabilitas dan vigoritas benih (Sucahyono *et al.*, 2014). Beberapa mikroba tersebut seperti *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Lactobacillus* sp., *Paenibacillus polymyxa*, dan *Streptomyces* sp. *actinomycetes* dan beberapa isolat lainnya. Perlakuan invigorasi yaitu dengan perendaman benih sebelum semai dengan beberapa lautan pupuk hayati yang mengandung beberapa mikroba bermanfaat yaitu pupuk hayati Mikrobat, selain itu dilakukan juga perendaman dengan larutan *Effective Microorganism 4* (EM4) dan *Photosynthetic Bacteria* (PSB).

2.4 Pupuk Hayati Mikrobat

Mikrobat adalah pupuk hayati yang formulasi untuk kebutuhan pertanian organik. Mikrobat merupakan hasil dari campuran pupuk hayati dan fungisida hayati yang diproduksi dengan menggunakan bioteknologi dalam berbentuk cair. Mengandung berbagai macam mikroorganisme, dan bakteri yang saling bekerja sama dengan baik seperti bakteri dengan kemampuan meningkatkan produksi tanaman yaitu *Azotobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Lactobacillus* sp. serta mempunyai bakteri *Paenibacillus polymyxa* dan *Streptomyces* sp. yang mampu menekan serangan patogen sehingga menjaga tanaman padi tetap sehat. Selain itu, mikrobat diperkaya dengan beberapa bakteri lainnya seperti bakteri pelarut P 2×10^7 cfu/ ml, bakteri pengendali hayati 3.25×10^9 cfu/ ml, bakteri penambat N 1.8×10^9 cfu/ ml, bakteri bakteri pendegradasi selulosa 2.5×10^4 cfu/ ml, serta bakteri penghasil ZPT 4.67×10^9 cfu/ ml (Baharuddin *et al.*, 2020).

Jenis pupuk seperti pupuk hayati Mikrobat ini, tidak diperkaya unsur hara seperti N, P, dan K. Mikroorganisme yang terdapat pada pupuk hayati mikrobat memegang peran yang bermanfaat bagi tanaman dengan membantu menyadangkan unsur hara yang berguna bagi tanaman. Beberapa kelompok mikroba yang terkandung pada pupuk hayati Mikrobat yaitu mikroba yang mampu mengikat hara Nitrogen (N), juga yang mampu membuat hara Fosfor (P) serta Kalium (K) terlarut hingga dapat diserap tanaman. Bakteri yang termasuk kedalam kelompok tersebut antara lain bakteri penambat N, bakteri pelarut P, bakteri penghasil ZPT, bakteri pengendali hayati, dan bakteri pengurai selulosa (Karim *et al.*, 2019).

Bakteri yang terdapat pada pupuk hayati Mikrobat termasuk dalam kelompok bakteri pemacu pertumbuhan tanaman atau *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). Kelompok PGPR adalah bakteri pada perakaran tanaman yang dapat memproduksi fitohormon seperti IAA, sitokinin, dan giberelin serta bertindak sebagai agen biokontrol terhadap organisme patogen. Nitrogen dapat difiksasi oleh bakteri tersebut, selain itu dapat

memproduksi hormon pertumbuhan dan mempertahankan tanaman dari serangan patogen penyebab penyakit. Beberapa kelompok bakteri PGPR yang termasuk dalam pupuk Mikrobat adalah *Azotobacter* sp. *pseudomonas* sp. *Lactobacillus* sp. serta kelompok *Paenibacillus polymyxa* dan *Streptomyces* sp. yang terbukti dapat mempercepat produksi dan dapat memacu pertumbuhan padi (Jamil *et al.*, 2020).

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) termasuk dalam mikroba-mikroba akar tanaman atau biasa disebut rizobakteria yang dapat membantu pertumbuhan tanaman. kelompok bakteri PGPR memiliki beberapa fungsi dalam peningkatan laju tanaman: (1) pemacu/stimulator pertumbuhan dengan cara mensintesis dan mengontrol konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon), seperti asam indol asetat (IAA), giberelin, sitokinin, dan etilen di lingkungan perakaran; (2) penyedia hara (pupuk hayati) dengan cara mengikat N₂ dari udara dan membantu hara P menjadi larut didalam tanah, (3) menjadi pengendali patogen tanah (*bioprotectant*) melalui produksi metabolit anti patogen seperti siderofor, β -1,3- glukanas, kitinase, antibiotik, dan sianida (Kalay *et al.*, 2020).

Salah satu strategi untuk membatasi pemakaian pupuk hayati yang ketersediaannya semakin menipis sepanjang waktu, dapat dilakukan dengan meningkatkan penggunaan efektivitas pupuk hayati pada tanaman, salah satunya dengan menggunakan pupuk hayati Mikrobat. Melalui penyediaan nutrisi, produksi hormon pertumbuhan, perolehan air, dan pertahanan terhadap hama dan penyakit, berbagai mikroba dapat mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman. Mikroba tersebut antara lain *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Mikoriza*, *Azotobacter*, dan lain-lain (Asman *et al.*, 2022).

2.5 Effective Microorganism 4 (EM4)

Effective Microorganism 4 (EM4) yaitu kombinasi beberapa mikroorganisme menguntungkan dan terdapat secara alami yang dapat digunakan sebagai inokulum untuk meningkatkan keanekaragaman tanah dan tanaman. Sekitar 80 jenis mikroorganisme yang berbeda ditemukan dalam EM4, tetapi hanya ada 5 kelompok utama yaitu bakteri pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, dan 90% *lactobacillus* sp. dan *streptomices* sp. serta ragi dan *actinomyces*. Unsur-unsur hara seperti Ca, Mg, Fe, Al, Zn, Cu, Mn, dan Na juga terdapat dalam EM4. EM4 juga dapat meningkatkan mikroba tanah serta dapat meningkatkan kualitas dan kesehatan tanah (Astutik *et al.*, 2020).

EM4 adalah inokulan mikroba yang sebagian besar terdiri dari bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik, ragi (*yeast*), dan *actinomyces* yang banyak ditemukan didalam tanah. Aplikasi EM4 yang beragam dapat membantu memperbaiki atau meningkatkan kondisi tanah dalam proses membantu pertumbuhan tanaman yang lebih baik, mengendalikan hama dan penyakit, membantu proses pengomposan dan memperpanjang umur tanaman yang dipanen. EM4 telah digunakan untuk membantu meningkatkan perkecambahan benih berbagai tanaman (Mohammed *et al.*, 2013). Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Mohammed *et al.*, 2013) juga menyatakan bahwa pemberian EM4 mempengaruhi peningkatan perkecambahan benih dan meningkatkan presentase vigor benih.

Kelompok bakteri yang terkandung didalam EM4 dan Mikrobat berpengaruh sangat nyata terhadap daya berkecambah benih. Peningkatan daya kecambah disebabkan oleh adanya bakteri-bakteri seperti *Azotobacter* sp., yang berperan sebagai biostimulan yang menghasilkan ZPT, dan juga sebagai biopektan. EM4 dan Mikrobat mengandung beberapa bakteri yang

berperan dalam peningkatan perkecambahan dan perkembangan akar serta menekan serangan patogen tular benih (*seed borne*) yang dapat disebabkan oleh bakteri, cendawan, dan nematode. Benih yang diberi rizobakteria mampu mengalami peningkatan pertumbuhan tanaman jika penggunaan rizobakteria tersebut dipadukan dengan konsentrasi auksin, giberilin, sitokinin, dan etilen pada lingkungan akar. Selain dapat meningkatkan daya berkecambah benih, dari hasil penelitian (Wahdah *et al.*, 2019) didapatkan bahwa selain meningkatkan daya berkecambah, kelompok bakteri tersebut juga dapat meningkatkan keserempakan dan kecepatan tumbuh. Adapun menurut hasil penelitian (Abdullah *et al.*, 2020) kandungan kandungan *actinomycetes* dalam EM4 dapat menghasilkan senyawa antibakteri yang dapat mencegah pertumbuhan patogen.

2.6 Photosynthetic Bacteria (PSB)

Bakteri autotrof dengan kemampuan fotosintesis dikenal sebagai bakteri fotosintetik (PSB). PSB mengandung pigmen Bacteriofil a atau b dan juga pigmen merah, hijau, dan ungu untuk menyerap energi matahari sebagai bahan bakar fotosintesis. Bakteri yang menggunakan sinar matahari untuk mensintesis asam amino atau senyawa bioaktif lainnya dari bahan organik dikenal sebagai bakteri fotosintetik. Untuk mendorong pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kualitas tanaman, bakteri fotosintetik (PSB) telah banyak digunakan di bidang pertanian. Sekelompok mikroba yang dikenal sebagai bakteri fotosintetik memiliki kapasitas yang besar untuk mengubah energi cahaya menjadi energi kimia yang dapat digunakan oleh tanaman (Rangkuti *et al.*, 2022).

Fungsi PSB ini yaitu membantu tanaman menyerap energy matahari yang terlalu tinggi hingga tersalurkan ke daun tanaman menggunakan energy yang lebih rendah yang dapat terserap oleh tanaman. Selama 12 jam berikutnya, tanaman kemudian akan melakukan fotosintesis yang secara maksimal. Penyerapan ini berdampak pada peningkatan kualitas tanaman dan mempercepat pertumbuhannya. Bakteri ini sangat membantu tanaman karena tanaman hanya dapat menyerap energi matahari pada pagi dan sore hari.. Energi matahari sangat kuat pada siang hari sehingga tanaman tidak mampu untuk menyerapnya. Laju respirasi tanaman meningkat (Brahmana *et al.*, 2022).

Salah satu bakteri yang termasuk dalam *Photosynthetic Bacteria* (PSB) adalah dari filum *Cyanobacteria*. Berdasarkan hasil penelitian (Sujatmo *et al.*, 2019) menyatakan bahwa pemberian *Cyanobacteria* pada benih berpengaruh nyata terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih padi. *Cyanobacteria* juga dikenal sebagai ganggang hijau biru yaitu termasuk dalam kelas ganggang prokariotik yang memainkan peran penting dalam produksi tanaman sebagai produsen dan penghasil senyawa nitrogen (N). *Cyanobacteria* juga berperan sebagai pupuk hayati, yang sangat membantu dalam menjaga kelembaban tanah dan mendorong pertumbuhan tanaman. Auksin, giberelin, sitokinin, dan asam amino adalah beberapa zat yang dihasilkan oleh cyanobacteria. Salah satu bakteri fotosintetik kelompok *Cyanobacteria* yaitu bakteri *Synechococcus* sp yang berperan memenuhi kebutuhan unsur nitrogen tanaman. *Synechococcus* spp. dapat berasosiasi dengan tanaman kedelai. Bakteri fotosintetik yang disebut *Synechococcus* sp. juga dapat memfiksasi gas nitrogen pada udara. Agar tanaman dapat berkembang dan menghasilkan lebih banyak biji, hubungan bakteri ini dapat meningkatkan fotosintesis dan suplai N. Pupuk hayati yang disebut *Synechococcus* spp. juga digunakan untuk meningkatkan kandungan protein biji. (Setia *et al.*, 2013).