



**RESPON KETAHANAN TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)
DENGAN MODULASI BAKTERI RHIZOSPERIK
(*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*)
TERHADAP CEKAMAN
RENDAMAN**

Oleh :

Indah Permata Sari

NIM 211510501005

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
JEMBER
2025**



**RESPON KETAHANAN TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)
DENGAN MODULASI BAKTERI RHIZOSPERIK
(*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*)
TERHADAP CEKAMAN
RENDAMAN**

*diajukan untuk memenuhi Sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember*

SKRIPSI

Oleh :

Indah Permata Sari

NIM 211510501005

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
JEMBER
2025**

PERSEMBAHAN

Dengan Puji Syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, kesabaran, serta ketekunan bagi Penulis sehingga dapat terselesaikan karya tulis ilmiah ini, dengan segenap kerendahan hati Penulis persembahkan karya skripsi ini sebagai bentuk rasa terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, M.S., selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan arahan, mendidik, memotivasi, kritik dan saran yang membangun untuk menyelesaikan skripsi ini;
2. Mohammad Ubaidillah S.Si., M.Agr., Ph.D., selaku dosen penguji I dan Agung Nugroho Puspito S.Pd., M.P.Ph.D., selaku dosen penguji II yang telah memberikan arahan, evaluasi demi penyempurnaan skripsi ini;
3. Agung Sih Kurnianto, S.Si., M.Ling., selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan semangat, nasehat, arahan selama kegiatan perkuliahan hingga proses mencapai gelar Sarjana Pertanian;
4. Keluarga penulis, kedua orang tua Penulis Bapak Rofik dan Ibu Halimatus Sakdiyah serta Kakek dan Nenek yang senantiasa selalu memberikan dukungan, kekuatan, serta doa kepada saya untuk segera menyelesaikan skripsi. Terimakasih untuk segala doandan restu hingga Penulis bisa sampai di titik saat ini. Semoga Allah selalu memberikan kesehatan dan perlindungan hingga bisa kebersamai Penulis di setiap perjalanan dan pencapaian hidup Penulis, Amin.
5. Seluruh guru Penulis yang telah memberikan dan membagikan pengetahuan kepada saya selama proses pendidikan mulai SD hingga SMA, serta seluruh dosen dan staff Fakultas Pertanian Universitas Jember khususnya Program Studi Agroteknologi.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah;5)

“..Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya..”

(Al-Baqarah ; 286)

“Sekian lama saya menunggu momen kelulusan ini, dan telah terjadi saat ini tapi saya tidak tahu apa yang akan terjadi setelah ini maka saya berharap takdir tuhan yang terbaik untuk di lalui”

“Bergerak perlahan lebih baik, daripada diam selamanya”

“Bukan siapa yang paling cepat, tapi siapa yang tidak berhenti”

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indah Permata Sari

NIM : 211510501005

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul: *Respon Ketahanan Tanaman Padi (Oryza sativa L.) dengan Modulasi Bakteri Rhizosperik (Pseudomonas sp dan Azospirillum sp.) Terhadap Cekaman Rendaman* adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta saya bersedia mendapat sanksi jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2 Juli 2025

Yang menyatakan,

Indah Permata Sari

NIM. 211510501005

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Respon Ketahanan Tanaman Padi (Oryza sativa L) dengan Modulasi Bakteri Rhizosperik (Pseudomonas sp dan Azospirillum sp.) Terhadap Cekaman Rendaman* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian Universitas Jember pada:

Hari :
Tanggal :
Tempat :

Pembimbing	Tanda Tangan
1. Pembimbing Utama	
Nama : Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, M.S.	
NIP : 196003171983032001	(.....)
Penguji	
2. Penguji Utama	
Nama : Mohammad Ubaidillah S.Si, M.Agr., Ph.D.	
NIP : 198612112019031008	(.....)
3. Penguji Anggota	
Nama : Agung Nugroho Puspito S.Pd., M.P.Ph.D.,	
NIP : 760016793	(.....)

ABSTRAK

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan sumber pangan utama yang rentan terhadap cekaman rendaman akibat curah hujan tinggi dan buruknya sistem drainase. Cekaman ini menyebabkan kondisi anaerobik yang mengganggu pertumbuhan tanaman melalui peningkatan etilen, penurunan fotosintesis, dan kerusakan fisiologi. Percobaan bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi bakteri rhizosfer *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* terhadap ketahanan morfo-fisiologi tanaman padi dalam kondisi rendaman. Alternatif untuk mengurangi dampak adanya cekaman rendaman yakni dengan pemberian bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*). Percobaan dilakukan di Laboratorium Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jember, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktor dengan empat ulangan. Faktor pertama adalah perlakuan rendaman dan aplikasi bakteri, sedangkan faktor kedua adalah tiga varietas padi yaitu Hare Fugo, Nonaporto, dan Nakroma. Parameter yang diamati meliputi karakteristik morfologi (tinggi tanaman, panjang batang, panjang akar, jumlah daun, berat segar, dan berat kering) serta fisiologi (kandungan klorofil dan ROS). Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi bakteri *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman padi terhadap cekaman rendaman dibandingkan dengan perlakuan tanpa bakteri. Varietas Nakroma menunjukkan respons morfo-fisiologis terbaik, dengan peningkatan kandungan klorofil dan penurunan kadar ROS yang menandakan toleransi lebih tinggi terhadap stres. Percobaan ini membuktikan bahwa modulasi mikroba rhizosfer mampu meningkatkan adaptasi tanaman padi terhadap lingkungan tergenang, dan berpotensi diterapkan dalam sistem pertanian berkelanjutan untuk mengurangi dampak cekaman abiotik.

Kata kunci: Padi (*Oryza sativa* L.), cekaman rendaman, bakteri rhizosfer, *Pseudomonas sp.*, *Azospirillum sp.*, ketahanan morfo-fisiologi.

ABSTRACT

Rice (Oryza sativa L.) is a staple food source that is vulnerable to flooding stress caused by heavy rainfall and poor drainage systems. This stress creates anaerobic conditions that disrupt plant growth through increased ethylene production, reduced photosynthesis, and physiological damage. This study aimed to evaluate the effects of rhizospheric bacteria Pseudomonas sp. and Azospirillum sp. on the morpho-physiological resistance of rice plants under flooding conditions. An alternative to reduce the impact of submersion stress is by administering rhizosphere bacteria (Pseudomonas sp. and Azospirillum sp.) The experiment was conducted at the Agrotechnology Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Jember, using a two-factor randomized block design with four replications. The first factor was flooding and bacterial application treatments, and the second factor was three rice varieties: Hare Fugo, Nonaporto, and Nakroma. Observed parameters included morphological characteristics (plant height, stem length, root length, number of leaves, fresh weight, and dry weight) and physiological traits (chlorophyll content and reactive oxygen species (ROS) levels). The results showed that the combined treatment of Pseudomonas sp. and Azospirillum sp. significantly enhanced rice growth and tolerance to flooding stress compared to treatments without bacteria. The Nakroma variety exhibited the best morpho-physiological response, with increased chlorophyll content and reduced ROS levels, indicating higher stress tolerance. This study demonstrates that modulation of rhizospheric microbes can improve rice adaptation to flooded environments and has potential applications in sustainable agricultural systems to mitigate abiotic stress impacts.

Keywords: Rice (Oryza sativa L.), flooding stress, rhizospheric bacteria, Pseudomonas sp., Azospirillum sp., morpho-physiological resistance.

RINGKASAN

Respon Ketahanan Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Modulasi Bakteri Rhizosperik (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) terhadap Cekaman Rendaman; Indah Permata Sari; 211510501005; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Tanaman Padi sebagai sumber tanaman pangan pokok bagi sebagian besar populasi dunia, khususnya di kawasan Asia, memiliki peran yang sangat krusial dalam menjaga ketahanan pangan global. Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan sumber pangan utama yang rentan terhadap cekaman rendaman akibat curah hujan tinggi dan buruknya sistem drainase. Cekaman ini menyebabkan kondisi anaerobik yang mengganggu pertumbuhan tanaman melalui peningkatan etilen, penurunan fotosintesis, dan kerusakan fisiologi. Tanaman dibawah cekaman rendaman dapat menghasilkan kandungan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang meningkat. Alternatif untuk mengurangi dampak adanya cekaman rendaman yakni dengan pemberian bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*). Percobaan ini dilakukan mulai 29 November 2024 sampai 15 April 2025 dengan menggunakan RAK Faktorial, yaitu faktor pertama perlakuan rendaman dan bakteri rhizosfer; dan faktor kedua yaitu varietas yang terdiri dari Hare Fugo (M1), Nona Porto (M2) dan Nakroma (M3) diulang sebanyak 4 kali. Variabel pengamatan meliputi morfologi tanaman dan fisiologis tanaman. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam ANOVA dan diuji lanjut dengan DMRT. Hasil menunjukkan bahwa ketiga varietas menunjukkan respon penurunan yang signifikan pada saat terkena cekaman. Pengaplikasian bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) membantu peningkatan pertumbuhan secara morfologi dan fisiologis pada tanaman terkena cekaman. Varietas Nakroma (M3) cenderung menunjukkan respon ketahanan yang lebih baik dibandingkan varietas Hare Fugo (M1) dan Nona Porto (M2) pada kondisi cekaman.

PRAKATA

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas rahmat, dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Respon Ketahanan Tanaman Padi (Oryza sativa L) dengan Modulasi Bakteri Rhizosperik (Pseudomonas sp dan Azospirillum sp.) Terhadap Cekaman Rendaman* dengan baik. Skripsi ini diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penyelesaian percobaan dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. M. Rondhi, S.P., M.P., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
2. Drs. Yagus Wijayanto, M.A., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember;
3. Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, M.S., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang senantiasa memberikan arahan, mendidik, kritik, saran dan memotivasi saya untuk segera menyelesaikan skripsi ini;
4. Mohammad Ubaidillah S.Si., M.Agr., Ph.D. selaku Dosen Penguji I dan Agung Nugroho Puspito S.Pd., M.P., Ph.D. selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan bimbingan dalam penulisan skripsi.
5. Bapak/Ibu Dosen serta Staff di lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Jember atas keikhlasannya dan ketulusan hati dalam membantu penulis menggali ilmu selama perkuliahan.
6. Keluarga penulis, kedua orang tua Penulis Bapak Rofik dan Ibu Halimatus Sakdiyah serta Kakek dan Nenek yang senantiasa selalu memberikan dukungan, kekuatan, serta doa kepada saya untuk segera menyelesaikan skripsi
7. Sahabat dan partner Penulis Gani Maulana, Tudri Umil Inabah dan Yuniar Hadi Syahputri yang selalu membantu memberikan banyak doa, bantuan

materi, dukungan mental dan selalu mau direpotkan setiap saat.

8. Seluruh teman – teman Penulis khususnya, Zulfa Maulida, Nazula Rahmatuzzuhairoh Ramadina, Fayza Nurlaily Andini Cesaria
9. Seluruh teman lab khususnya, Mba Evita, Mas Alex, Mas Dani Ihsan Habibi yang senantiasa membantu dan memberi motivasi dalam proses percobaan dan penulisan skripsi.
10. Tim KKN “261 Sumber Petung” Hanifatuz Zahra, Salsa Retno Saputri, Ezra Nurdiansastro, Muhammad Rifki Fadilah Fahmi, Ray Abra Arsandani yang memberikan semangat hingga menyelesaikan skripsi.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulisan skripsi ini. Penulis telah berusaha menyelesaikan tanggung jawabnya dalam penulisan skripsi ini dengan sebaik – baiknya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karenanya penulis berharap adanya saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga menjadikan penulisan skripsi ini lebih baik. Semoga segala sesuatu yang tertulis di dalam skripsi ini dapat memberikan informasi bagi para pembaca.

Jember, 2 Juli 2025

Yang menyatakan,

Indah Permata Sari
211510501005

DAFTAR ISI

SKRIPSI	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Cekaman Rendaman Tanaman Padi	4
2.2. Respons Morfo-Fisiologi Tanaman Padi Terhadap Rendaman.....	6
2.3. Peran Bakteri Rizosperik dalam Resistensi Tanaman Padi Terhadap Cekaman Rendaman	9
2.4. Hipotesis	12
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1. Waktu dan Tempat	13
3.2. Alat dan Bahan	13
3.3. Rancangan Percobaan.....	13
3.4. Prosedur Pelaksanaan	15
3.5. Parameter Pengamatan	16
3.6. Analisis Data	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Hasil.....	17
4.2. Pembahasan	25
BAB 5. PENUTUP	32
5.1. Kesimpulan.....	32
5.2. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
3.1	Denah pengacakan 60 satuan percobaan.....	14
4.1	Rangkuman hasil analisis ragam pada seluruh variabel pengamatan	17

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Mekanisme Cekaman Rendaman (Nishiuchi et al., 2012).....	5
2.2	Respons Tanaman Padi Terhadap Cekaman Rendaman (Nagai et al., 2010).....	8
2.3	Mekanisme bakteri rhizosperik pada akar tanaman dalam menurunkan konsentrasi etilen untuk mencegah penghambatan pemanjangan akar.....	11
4.1	Hasil Pengamatan tinggi tanaman dan panjang batang pada tanaman padi setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (<i>Pseudomonas sp.</i> dan <i>Azospirillum sp.</i> Hasil diuji signifikansi di setiap varietas.....	21
4.2	Hasil pengamatan panjang akar tanaman padi setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (<i>Pseudomonas sp.</i> dan <i>Azospirillum sp.</i>) Hasil diuji signifikansi di setiap varietas.....	22
4.3	Pengaruh Cekaman Rendaman terhadap tanaman padi 13 hst setelah diberi perlakuan rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (<i>Pseudomonas sp.</i> dan <i>Azospirillum sp.</i>).....	24
4.4	Hasil pengamatan kandungan klorofil pada tanaman padi setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (<i>Pseudomonas sp.</i> dan <i>Azospirillum sp.</i>). Parameter yang diamati meliputi; (A) Kandungan Klorofil A ; (B) Kandungan Klorofil B. Hasil di uji signifikansi di setiap varietas	26
4.5	Hasil Analisa Kandungan ROS pada tanaman padi setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (<i>Pseudomonas sp.</i> dan <i>Azospirillum sp.</i>). Hasil diuji signifikansi di setiap varietas.....	27
4.6	A: Koloni bakteri pada media selektif. B: Hasil Elektroforesis Ekstraksi DNA Bakteri (P) <i>Pseudomonas Sp.</i> dan (A) <i>Azospirillum Sp.</i> Dengan Menggunakan Elektroforesis Gel Agarosa.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Lampiran Data Analisis ANOVA dan Uji Lanjut DMRT.....	38
2.	Lampiran Dokumentasi Percobaan	53

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) sebagai sumber tanaman pangan pokok bagi sebagian besar populasi dunia, khususnya di kawasan Asia, memiliki peran yang sangat krusial dalam menjaga ketahanan pangan global. Produktivitas padi secara signifikan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah ketersediaan nutrisi yang optimal. Fosfat dan nitrogen sebagai salah satu unsur hara makro esensial, memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi (Afriani *et al.*, 2021). Selain itu, salah satu ancaman utama terhadap peningkatan produktivitas tanaman padi adalah ancaman global yang mengakibatkan curah hujan yang ekstrem.

Peningkatan kelebihan air, yang sering kali terjadi dalam bentuk rendaman air akibat curah hujan yang tinggi, banjir, atau irigasi yang berlebihan, dapat memiliki dampak signifikan terhadap kualitas lingkungan, khususnya terhadap kadar oksigen (O₂) di dalam air (Santhiawan dan Suwardike, 2019). Rendaman air menciptakan kondisi anaerobik, di mana oksigen terperangkap dan tidak dapat dengan mudah terdistribusi di dalam lapisan air yang mengakibatkan kadar oksigen dalam air mulai menurun (Rumhayati, 2019).

Kondisi rendahnya oksigen ini dapat memiliki dampak yang serius bagi kehidupan akuatik. Banyak organisme memerlukan kadar oksigen tertentu untuk bertahan hidup. Ketika kadar oksigen menurun di bawah ambang batas yang diperlukan, dapat terjadi stres pada organisme tersebut, yang dapat mengakibatkan kematian massal atau migrasi ke area dengan kualitas air yang lebih baik. Tanaman padi memiliki kemampuan adaptif yang baik untuk bertahan terhadap rendaman air, namun tidak memiliki ketahanan yang cukup terhadap kondisi rendaman yang berkepanjangan. Meskipun padi dapat beradaptasi dengan tingkat air yang lebih tinggi dalam jangka pendek, rendaman yang berlangsung lama dapat menyebabkan stres akibat respons etilen pada tanaman, mengganggu proses fotosintesis, dan berpotensi mengakibatkan kerusakan yang serius pada akar serta bagian vegetatif lainnya (Mastuti, 2017).

Produksi etilen dapat dikurangi dengan menggunakan bakteri rhizosfer (Amartani, 2024). Beberapa jenis bakteri rhizosfer memiliki kemampuan untuk memodulasi proses ini dengan menghasilkan enzim ACC deaminase, yang berperan penting dalam pengelolaan etilen yaitu bakteri *Pseudomonas sp* dan *Azospirillum sp*. (Etesami dan Maheswari, 2018). Enzim ini berperan penting dalam mengurangi kadar asam amino 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) pada tanaman (Hartati *et al.*, 2023). ACC merupakan zat hormon etilen, yang berperan dalam proses penuaan dan respons tanaman terhadap stres (Gamalero *et al.*, 2023). Stres yang diakibatkan oleh berbagai faktor lingkungan, seperti rendaman, kekeringan, salinitas, atau serangan patogen, dapat meningkatkan produksi etilen pada tanaman. Peningkatan kadar etilen ini dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mengurangi produktivitas.

Enzim ACC deaminase ini dapat disalurkan ke dalam perakaran tanaman, di mana enzim tersebut mengubah aksetil metil karboksilat (ACC), bahan dasar pembentukan etilen, menjadi bentuk lain. Dengan adanya ACC deaminase, produksi etilen dapat ditekan, sehingga risiko kerusakan akibat akumulasi etilen dapat diminimalkan. Rendaman air tersebut dapat mengakibatkan stres karena kekurangan oksigen sehingga menyebabkan peningkatan produksi etilen (Novitasari, 2022). Etilen juga dapat memicu pembentukan akar yang lebih dangkal dan mendorong pertumbuhan akar lateral. Hal ini membantu tanaman mencari oksigen dan nutrisi yang lebih dekat dengan permukaan tanah. Etilen mempengaruhi jalur metabolisme tanaman, termasuk pemecahan hormon lain seperti auksin, yang dapat mengubah pola pertumbuhan tanaman dalam menghadapi stres (Azka *et al.*, 2021). Peningkatan produksi etilen dapat memicu terjadinya penuaan (*Senescence*) hingga kematian pada tanaman padi. Oleh karena itu adanya bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp*. dan *Azospirillum sp*. dapat membantu menurunkan kadar etilen tanaman.

Pada percobaan akan dilakukan kajian respons ketahanan tanaman padi yang telah dimodulasi dengan bakteri *Pseudomonas sp* dan *Azospirillum sp*. dengan perlakuan rendaman. Respons yang diamati berupa karakteristik morfologi, fisiologi pada tanaman. Percobaan ini akan mengkonfirmasi beberapa varietas

tanaman padi antara lain Nakroma, Nonaporto, Hare Fugo. Hasil percobaan ini diharapkan dapat memberikan informasi baru mengenai interaksi bakteri rhizosfer khususnya pada morfologi dan fisiologi tanaman padi.

1.2.Rumusan masalah

1. Bagaimana interaksi antara varietas dengan perlakuan cekaman rendaman dan bakteri rhizosfer terhadap ketahanan tanaman padi ?
2. Bagaimana respon perlakuan cekaman rendaman terhadap tanaman padi pada fase vegetatif. ?
3. Bagaimana respon beberapa perlakuan pemberian bakteri rhizosfer dan cekaman rendaman mampu mempengaruhi peforma fase vegetatif tanaman padi ?

1.3.Tujuan Penelitian

1. Menganalisis interaksi antara varietas dengan perlakuan cekaman rendaman dan bakteri rhizosfer terhadap ketahanan tanaman padi.
2. Menganalisis respon perlakuan cekaman rendaman terhadap tanaman padi pada fase vegetatif
3. Menganalisis respon beberapa perlakuan pemberian bakteri rhizosfer dan cekaman rendaman mampu mempengaruhi peforma fase vegetatif tanaman padi

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai respon peningkatan toleransi cekaman rendaman terhadap tanaman padi pada fase vegetatif
2. Memberikan refrensi kepada masyarakat mengenai bakteri rhizosfer yang dapat berfungsi untuk meminimalisir cekaman rendaman pada tanaman padi

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

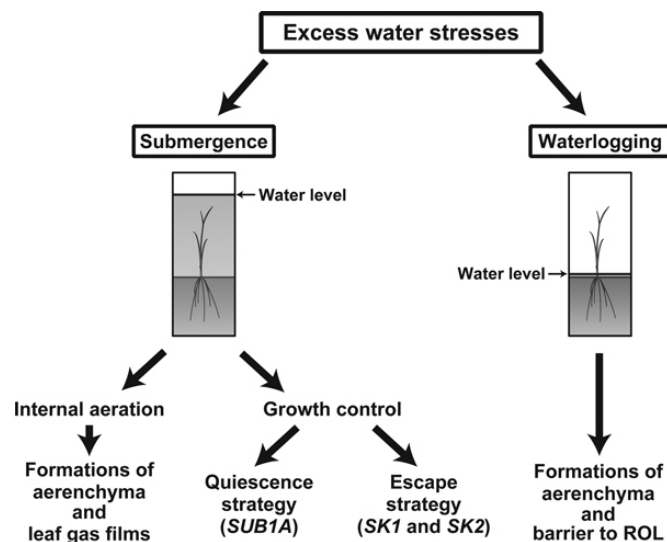
2.1. Cekaman Rendaman Tanaman Padi

Tanaman padi merupakan salah satu tanaman pokok yang berperan sebagai sumber karbohidrat utama bagi sebagian besar masyarakat, terutama di Indonesia dan hampir di seluruh dunia. Sebagai bahan pangan utama, padi menjadi salah satu tanaman yang mendukung ketahanan pangan. Tanaman padi termasuk dalam golongan Poaceae atau rumput-rumputan yang memiliki variasi spesies yang cukup luas (Suartini dan Sudarti, 2019). Tanaman padi dapat dibudidayakan baik pada musim kemarau maupun musim hujan; namun, pada musim kemarau, diperlukan pengoptimalan ketersediaan air irigasi (Zarwazi *et al.*, 2016). Ketersediaan air irigasi sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi, terutama dalam proses fotosintesis dan respirasi (Ezward *et al.*, 2018). Pada musim hujan, tanaman padi dapat tumbuh optimal jika rendaman air tidak berlebihan (Michael *et al.*, 2018). Rendaman air yang berlebihan pada tanaman padi dapat menyebabkan cekaman pada tanaman tersebut selama fase vegetatif (Tjolleng *et al.*, 2019)

Cekaman adalah kondisi stres yang dialami oleh tanaman akibat berbagai faktor lingkungan yang merugikan, yang dapat menghambat pertumbuhan, perkembangan, dan hasil panen (Saladilla dan Hariyono., 2022). Pertumbuhan tanaman yang tertekan akibat cekaman sering kali terhambat, dengan gejala seperti daun menguning, layu, atau bahkan kematian jaringan (Lukmana *et al.*, 2023). Dampak dari cekaman cukup signifikan, memengaruhi berbagai aspek kehidupan tanaman. Hasil panen dapat menurun, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, yang pada akhirnya merugikan petani dan mengancam ketahanan pangan. Cekaman, yang terdiri dari cekaman biotik dan abiotik, dapat membuat tanaman lebih rentan terhadap serangan hama dan penyakit karena kondisi stres melemahkan sistem pertahanan alaminya (Paradisa *et al.*, 2022). Cekaman abiotik dapat terjadi akibat berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, di antaranya adalah kekurangan air yang dikenal sebagai kekeringan dan kelebihan air dalam tanah, yang sering disebut sebagai rendaman, di mana akumulasi air berlebih dapat menghambat sirkulasi udara di dalam tanah

dan mengakibatkan akar tanaman terendam, sehingga mengganggu penyerapan nutrisi dan oksigen yang diperlukan untuk pertumbuhan yang sehat. (Santhiawan dan Suwardike, 2019).

Cekaman rendaman adalah kondisi dimana tanaman padi mengalami tekanan atau stres akibat kelebihan air yang menggenang di area pertanaman (Husen *et al.*, 2021). Rendaman dapat terjadi akibat curah hujan yang tinggi, pengairan yang tidak teratur, atau sistem drainase yang buruk (Wardani *et al.*, 2023). Pada saat cekaman rendaman terjadi, akar tanaman padi dapat terendam air, yang mengakibatkan kekurangan oksigen dalam tanah. Kekurangan oksigen berdampak signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Akar yang tidak mendapatkan pasokan oksigen yang cukup akan mengalami kerusakan, menghambat kemampuan tanaman untuk menyerap air dan nutrisi (Novelita, 2024). Hal ini mengganggu proses metabolisme sel dan dapat menyebabkan gejala seperti layu dan penurunan pertumbuhan (Pranata, 2010). Rendaman yang berkepanjangan juga dapat menyebabkan terjadinya pembusukan akar, sehingga mengurangi produktivitas dan kualitas hasil panen (Yuniarti, 2022). Kondisi tanaman padi mengalami cekaman rendaman ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Mekanisme Cekaman Rendaman (Nishiuchi *et al.*, 2012)

Berdasarkan gambar 2.1 mekanisme cekaman rendaman pada tanaman padi melalui proses *internal aeration* dan *growth control*. *Internal aeration* merupakan proses penyediaan oksigen (O₂) ke jaringan tanaman tanpa sumber langsung,

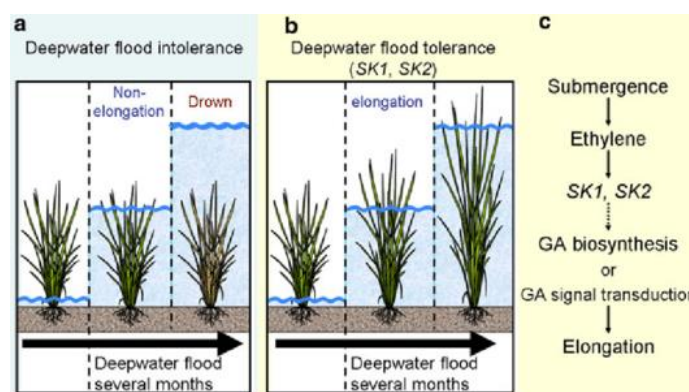
seperti pergerakan O₂ dari bagian atas (batang dan daun) ke bagian bawah (akar). Proses ini sangat penting bagi tanaman yang terendam air, di mana ketersediaan oksigen di tanah sering kali rendah, sehingga dapat mempengaruhi metabolisme aerobik dan kelangsungan hidup tanaman, sedangkan *growth control* adalah mekanisme yang digunakan untuk mengatur laju dan durasi pertumbuhan organisme, baik pada tingkat sel, jaringan, maupun organisme secara keseluruhan. *Growth control* terdiri dari dua strategi yaitu *quiescence strategy* (SUB1A) dan *escape strategy* (SK1 dan SK2). *Quiescence strategy* adalah penghentian pertumbuhan selama terendam dimana tanaman menghemat energi dan karbohidrat dengan memperlambat proses metabolisme. *Escape strategy* yaitu strategi yang melibatkan perpanjangan batang yang cepat untuk mengakses cahaya dan oksigen untuk fotosintesis.

2.2. Respons Morfo-Fisiologi Tanaman Padi Terhadap Rendaman

Respons tanaman padi terhadap cekaman rendaman merupakan serangkaian adaptasi fisiologis dan morfologis yang dilakukan tanaman untuk bertahan hidup dalam kondisi kelebihan air. Tanaman padi memiliki beberapa karakteristik morfologi yang khas, seperti akar serabut yang berfungsi untuk menyerap nutrisi dan air dari tanah secara efisien (Zuliatin, 2021). Batangnya yang berongga tidak hanya memberikan kekuatan struktural tetapi juga membantu tanaman dalam proses transportasi air dan nutrisi (Cartono, 2024). Daun yang sejajar berfungsi untuk menangkap sinar matahari secara optimal, yang sangat penting bagi proses fotosintesis (Alridiwirah *et al.*, 2015). Tanaman padi termasuk tanaman yang memiliki perkecambahan hipogeal, di mana pertumbuhan batang terjadi di bawah permukaan tanah, memberikan keuntungan bagi tanaman padi dalam menghadapi kondisi lingkungan yang tidak menentu (Suryadi, 2020). Kondisi lingkungan yang tercekam dapat membuat tanaman padi mentoleransi situasi tersebut dan tetap melakukan metabolisme. Toleransi terhadap rendaman merupakan suatu adaptasi tanaman dalam merespons kondisi anaerob, yang memungkinkan sel untuk mengatur atau mempertahankan integritasnya, sehingga tanaman dapat bertahan

hidup dalam keadaan hipoksia tanpa mengalami kerusakan yang signifikan (Gribaldi *et al.*, 2014)

Meskipun tanaman padi adalah tanaman yang toleran terhadap rendaman, kondisi ini tetap dapat menyebabkan stres yang signifikan jika berlangsung terlalu lama. Ketika tanaman padi terpapar cekaman rendaman, beberapa perubahan terjadi yang bertujuan untuk meningkatkan kelangsungan hidupnya. Salah satu respons awal tanaman padi terhadap cekaman rendaman adalah perubahan pertumbuhan akar. Faktor utama kerusakan tanaman akibat cekaman rendaman meliputi gangguan pertukaran gas CO₂ dan O₂, berkurangnya cahaya matahari, dan gen pengendali toleransi terhadap cekaman (Novitasari, 2022). Ketiga faktor tersebut menghambat proses respirasi dan fotosintesis tanaman (Dalimunthe, 2021). Selain itu, cekaman rendaman juga memicu perubahan pada morfologi daun (Gribaldi *et al.*, 2014). Perubahan tersebut membantu tanaman memperoleh cahaya yang cukup untuk proses fotosintesis, meskipun pertumbuhan vegetatifnya mungkin terhambat. Tanaman padi dapat memperpanjang daun dan batangnya untuk mencapai permukaan air, sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis meskipun dalam kondisi rendaman seperti pada gambar 2.2. Tanaman padi mengembangkan jaringan aerenkim, yaitu jaringan berongga di dalam akar dan batang, yang berfungsi untuk memfasilitasi pertukaran gas dan membantu transportasi oksigen ke bagian yang terendam (Stefia dan Saputro, 2017). Adaptasi tersebut penting untuk mempertahankan metabolisme tanaman di lingkungan yang kekurangan oksigen.. Penyesuaian sangat penting untuk memastikan bahwa tanaman tetap mampu menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk bertahan hidup.



Gambar 2.2 Respons Tanaman Padi Terhadap Cekaman Rendaman (Nagai *et al.*, 2010)

Berdasarkan gambar diatas tanaman padi non-toleran, saat terendam dalam rendaman air, tanaman akan mengalami kematian karena tidak mampu beradaptasi. Sedangkan pada padi toleran, ketika terendam dalam rendaman air, tanaman akan mengalami pemanjangan batang dan daun. Hal ini dimediasi oleh akumulasi hormon etilen, yang menginduksi ekspresi gen SK1 dan SK2. Kedua gen ini berperan dalam biosintesis atau transduksi sinyal asam giberelat (GA), yang mendorong pemanjangan organ. Saat terendam, tanaman akan mengalami akumulasi etilen, yang akan mengaktifkan gen SK1 dan SK2. Aktivitas gen-gen ini selanjutnya akan mengatur biosintesis atau transduksi sinyal GA, yang mendorong pemanjangan organ agar dapat tumbuh mencapai permukaan air. Dengan demikian, mekanisme toleransi rendaman pada padi melibatkan adaptasi fisiologis melalui pemanjangan batang dan daun, yang diatur oleh sinyal etilen dan asam giberelat (GA).

Karakter morfofisiologi tanaman padi terhadap rendaman merupakan aspek penting dalam memahami respons tanaman terhadap stres air yang berlebihan, seperti rendaman atau banjir. Rendaman menyebabkan perubahan kondisi lingkungan dari aerobik menjadi anaerobik di zona akar, yang berdampak langsung pada pertumbuhan dan fungsi fisiologis tanaman padi. Adaptasi morfologi tanaman padi terhadap rendaman juga meliputi pembentukan aerenkima, yaitu jaringan khusus yang memudahkan pengangkutan oksigen dari udara ke akar yang terendam (Handayani *et al.*, 2013). Selain itu, pemanjangan batang secara terkendali merupakan mekanisme penting agar tanaman tetap tumbuh dan tidak rebah saat air surut. Pemupukan dapat meningkatkan adaptasi tersebut dengan memperbanyak pembentukan aerenkima dan kandungan nitrogen tanaman, yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman rendaman (Gribaldi *et al.*, 2013). Pengamatan morfologi meliputi pengukuran tinggi tanaman, jumlah anakan, luas daun, dan bobot kering, sedangkan pengamatan fisiologi biasanya mencakup laju asimilasi bersih dan kandungan klorofil. Penurunan laju asimilasi bersih sering terjadi akibat stres lingkungan seperti cekaman kekeringan atau rendaman, yang menghambat aktivitas fotosintesis dan pertumbuhan tanaman (Maisura *et al.*, 2014). Penurunan kadar klorofil merupakan respons fisiologis tanaman terhadap

peningkatan produksi etilen selama stres, seperti pada kondisi anaerobik akibat rendaman. Dengan demikian, kandungan klorofil dan produksi etilen memiliki hubungan negatif, di mana peningkatan etilen menyebabkan penurunan kadar klorofil. Hal tersebut berdampak pada penurunan efisiensi fotosintesis karena klorofil merupakan pigmen utama yang menangkap energi cahaya untuk proses fotosintesis (Gribaldi *et al.*, 2013).

2.3. Peran Bakteri Rizosperik dalam Resistensi Tanaman Padi Terhadap Cekaman Rendaman

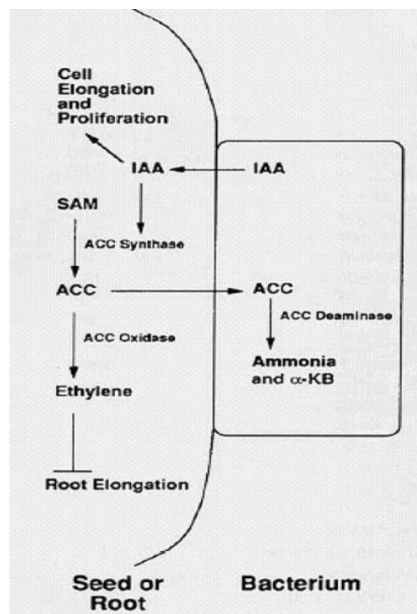
Beberapa bakteri yang umum ditemukan di rhizosfer, yaitu area di sekitar akar tanaman, termasuk *Azospirillum sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Bacillus sp.*, dan *Pseudomonas sp.* (Izeta dan Azmi, 2021). Interaksi antara tanaman dan bakteri rhizosfer dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti pH tanah, ketersediaan oksigen, dan kandungan bahan organik (Andira, 2021). Salah satu mikroorganisme yang hidup di sekitar perakaran tanaman padi, atau yang dapat melarutkan fosfat dan nitrogen dikenal sebagai bakteri *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* (Nursanti, 2017) Beberapa jenis mikroorganisme, seperti bakteri dan fungi, memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfat yang terikat dalam tanah (Rawat *et al.*, 2021). *Pseudomonas sp.* adalah mikroorganisme yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara memperbaiki penyerapan nutrisi, struktur tanah, dan merangsang perkembangan akar (Supriatna *et al.*, 2021). *Pseudomonas sp.* dikenal memiliki kemampuan untuk memproduksi hormon pertumbuhan tanaman, seperti Indole Acetic Acid (IAA), yang berkontribusi pada perkembangan akar dan pertumbuhan vegetatif (Syarifudin *et al.*, 2021).

Pseudomonas sp. juga berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap stres lingkungan, terutama stres. Salah satu keunggulan dari *Pseudomonas sp.* adalah kemampuannya dalam menghasilkan enzim Aminocyclopropane Carboxylic Acid (ACC) deaminase (Irawan *et al.*, 2022). Enzim ini berfungsi untuk menghidrolisis ACC, yang merupakan prekursor hormon etilen. Hormon etilen sering kali menjadi pemicu stres pada tanaman, seperti penuaan dan respons

terhadap kerusakan (Millawati, 2022). Dengan mengurangi kadar ACC, *Pseudomonas sp.* dapat menurunkan efek negatif dari hormon etilen, sehingga membantu tanaman untuk mengelola stres dan mempertahankan pertumbuhan yang sehat. Dalam kondisi tertentu, seperti cekaman rendaman, produksi etilen dapat meningkat, yang dapat mengakibatkan kerusakan jaringan dan pengurangan pertumbuhan (Arif dan Aloysius, 2024). Di sisi lain, *Azospirillum sp.* adalah bakteri pengikat nitrogen bebas yang mengubah nitrogen atmosfer menjadi amonia, proses yang dikenal sebagai fiksasi nitrogen (Huslina, 2020).

Ketersediaan nitrogen yang rendah dapat memicu stres pada tanaman, yang juga dapat meningkatkan produksi etilen (Oktarina *et al.*, 2017). Aktivitas fiksasi nitrogen oleh *Azospirillum sp.* dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti pH tanah, ketersediaan oksigen, dan kandungan bahan organik. *Azospirillum sp.* juga memiliki peran penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman, di mana bakteri ini membantu dalam proses fiksasi nitrogen (N) (Permatasari dan Nurhidayati, 2014). Fiksasi nitrogen adalah proses di mana nitrogen dari udara diubah menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman, yang sangat penting untuk pertumbuhan optimal (Liem *et al.*, 2019). Selain itu, *Azospirillum sp.* mampu menghasilkan enzim yang merangsang pertumbuhan, seperti Indole Acetic Acid (IAA), yang berkontribusi pada perkembangan akar dan tunas (Syarifudin *et al.*, 2021).

Bakteri seperti *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* mampu menghasilkan enzim ACC deaminase, yang mengubah prekursor etilen, yaitu aksetil metil karboksilat (ACC), menjadi senyawa yang tidak aktif (Etesami dan Maheswari, 2018). Dengan demikian, bakteri ini dapat membantu mengurangi akumulasi etilen dan meminimalkan dampak negatifnya pada tanaman. Induksi hormon oleh bakteri rizosfer tidak hanya meningkatkan pertumbuhan tanaman, tetapi juga berperan dalam meningkatkan kemampuan tanaman untuk beradaptasi terhadap kondisi stres (Piska dan Banjarnahor, 2024). Kondisi tanah yang optimal dapat meningkatkan aktivitas bakteri yang menguntungkan, sehingga meningkatkan efektivitas induksi hormon dan pengurangan etilen (Sianipar *et al.*, 2024). Mekanisme penurunan etilen pada tanaman ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Mekanisme bakteri rhizosperik pada akar tanaman dalam menurunkan konsentrasi etilen untuk mencegah penghambatan pemanjangan akar (Saleem et al., 2007)

Berdasarkan gambar 2.3 bakteri rhizosfer menyintesis dan melepaskan asam indole-3-asetat (IAA), yang teradsorpsi pada permukaan biji atau akar tanaman dari triptofan dan molekul kecil lainnya dalam eksudat. Sebagian IAA yang disintesis diserap oleh tanaman dan, bersama dengan IAA endogen, merangsang proliferasi dan pemanjangan sel. IAA juga mengaktifkan enzim ACC sintetase, yang mengubah S-adenosil metionin (SAM) menjadi 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC). Sebagian besar ACC dilepaskan dari akar atau biji tanaman, kemudian diserap oleh mikroba tanah atau dihidrolisis oleh mikroba dengan enzim ACC deaminase, menghasilkan amonia dan asam β -ketobutirat. Proses ini menurunkan konsentrasi ACC di luar tanaman, sementara keseimbangan antara kadar ACC internal dan eksternal dipertahankan melalui eksudasi ACC ke dalam rizosfer. Komunitas mikroba tanah dengan aktivitas deaminase ACC menyebabkan tanaman memproduksi ACC lebih banyak daripada yang diperlukan, merangsang eksudasi ACC dari akar, dan menyediakan sumber nitrogen bagi mikroorganismenya. Akibatnya, pertumbuhan mikroorganismenya yang mengandung ACC deaminase meningkat di sekitar akar tanaman, menurunkan kadar ACC dalam tanaman serta menghambat biosintesis hormon stres etilen.

2.4. Hipotesis

1. Terdapat pengaruh interaksi antara varietas dengan perlakuan cekaman rendaman dan bakteri rhizosfer terhadap ketahanan tanaman padi.
2. Perlakuan cekaman rendaman mampu mempengaruhi fase vegetatif tanaman padi
3. Beberapa perlakuan pemberian bakteri rhizosfer dan cekaman rendaman mampu mempengaruhi peforma fase vegetatif tanaman padi

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Percobaan “Respon Ketahanan Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) dengan Modulasi Bakteri Rhizosperik (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) terhadap Cekaman Rendaman” dilaksanakan pada bulan November 2024-selesai. Bertempat di Laboratorium Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2. Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan dalam Percobaan “Respon Ketahanan Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) dengan Modulasi Bakteri Rhizosperik (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) terhadap Cekaman Rendaman” meliputi pot tray, falcon tube, box , pinset, gelas ukur, alat tulis, penggaris, kamera handphone, oven, lemari pendingin, micropipette, micro tip, tube 1.5 ml, sentrifuge, vortex, spektrofotometer UV-Vis, tangki elektroforesis, inkubator, mortar, neraca analitik, , UV transluminator, dan autoclave.

Bahan – bahan yang digunakan pada percobaan “Respon Ketahanan Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) dengan Modulasi Bakteri Rhizosperik (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) terhadap Cekaman Rendaman” yaitu benih tanaman padi berasal dari Timor Leste yaitu antara lain; varietas Hare Fugo, varietas Nonaporto dan varietas Nakroma, bakteri (*Azospirillum sp.* dan *Pseudomonas sp.*), aquades, air, dan tanah.

3.3. Rancangan Percobaan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari 2 faktor dengan 4 ulangan. Faktor pertama yang digunakan yaitu perlakuan rendaman dan bakteri rhizosfer, sedangkan faktor kedua yang digunakan yaitu jenis varietas tanaman padi.

Faktor pertama yaitu perlakuan rendaman dan bakteri rhizosfer yang terdiri atas :

P0 = Tanaman padi tanpa rendaman

P1 = Tanaman padi dengan perlakuan rendaman tanpa bakteri

P2 = Tanaman padi dengan perlakuan rendaman dan bakteri *Azospirillum sp.*

P3 = Tanaman padi dengan perlakuan rendaman dan bakteri *Pseudomonas sp.*

P4 = Tanaman padi dengan perlakuan rendaman dan bakteri kombinasi
(*Azospirillum sp.* dan *Pseudomonas sp.*)

Faktor kedua yaitu jenis varietas yang terdiri atas :

M1 = Hare Fugo

M2 = Nonaporto

M3 = Nakroma

Tabel 3.1 Denah pengacakan 60 satuan percobaan

U1			U2		
P0M1	P0M2	P0M3	P0M1	P0M2	P0M3
P1M1	P1M2	P1M3	P1M1	P1M2	P1M3
P2M1	P2M2	P2M3	P2M1	P2M2	P2M3
P3M1	P3M2	P3M3	P3M1	P3M2	P3M3
P4M1	P4M2	P4M3	P4M1	P4M2	P4M3

U3			U4		
P0M1	P0M2	P0M3	P0M1	P0M2	P0M3
P1M1	P1M2	P1M3	P1M1	P1M2	P1M3
P2M1	P2M2	P2M3	P2M1	P2M2	P2M3
P3M1	P3M2	P3M3	P3M1	P3M2	P3M3
P4M1	P4M2	P4M3	P4M1	P4M2	P4M3

Keterangan : P : Perlakuan, U : Ulangan, M1 : Varietas Hare Fugo, M2 : Varietas Nonaporto, M3 : Varietas Nakroma

3.4. Prosedur Pelaksanaan

Percobaan dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu rangkaian kegiatan yang sistematis dan terstruktur guna memastikan setiap proses budidaya tanaman padi berjalan dengan optimal. Setiap tahapan dirancang untuk mendukung perkembangan tanaman secara maksimal sekaligus menguji pengaruh perlakuan yang diberikan selama masa percobaan. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Perbanyak Bakteri

Isolat bakteri *Pseudomonas Sp.* dan *Azospirillum Sp* didapatkan dari Laboratorium Pengamatan Hama Dan Penyakit Tanaman Pangan Dan Hortikultura (LPHP) Tanggul, Kabupaten Jember. Perbanyak isolat bakteri *Pseudomonas Sp.* dilakukan pada media luria bertani broth (LB), dan untuk perbanyak bakteri *Azospirillum Sp.* dilakukan pada media nutrient agar (NA).

2. Karakterisasi Bakteri

Masing-masing bakteri yang tumbuh pada media LB dan NA masih bercampur dengan koloni bakteri jenis lain, untuk mensterilkan koloni bakteri yang diinginkan maka harus streak lagi ke media selektif agar dapat tumbuh bakteri yang diinginkan. Media selektif untuk bakteri *Pseudomonas* adalah media pikovskaya agar dan media selektif untuk bakteri *Azospirillum Sp.* adalah media *Azospirillum* agar. bakteri yang sudah tumbuh pada media selektif selanjutnya dilakukan analisis PCR apakah terdapat gen ACC Deaminase pada kedua bakteri tersebut

3. Penanaman Benih Tanaman Padi

Benih tanaman padi varietas Hare Fugo, Nonaporto, dan Nakroma direndam dengan aquadest menggunakan falcon tube lalu diletakkan di dalam oven dengan suhu 37°C selama tiga hari. Selanjutnya siapkan pot tray serta kertas saring sebagai media tanam. Setelah benih selesai direndam, benih akan disemai pada kertas saring yang telah diletakkan di dalam pot tray yang berisi tanah. Pot tray yang berisi benih diletakkan di bawah sinar matahari.

4. Pemeliharaan Tanaman Padi

Pemeliharaan dilakukan dengan memberikan AB mix sebanyak 10 ml/L menggunakan micropipet dan micro tip. Pemberian AB mix dilakukan pada tiga

hari setelah tanam (3 HST) atau setelah benih muncul akar serta dilakukan secara berkala.

5. Perlakuan Rendaman dan bakteri rhizosfer

Perlakuan cekaman dilakukan setelah tanaman berumur 7 HST. Selanjutnya pengambilan sampel tanaman untuk analisis morfologi dan fisiologi dilakukan pada 5 hari setelah perlakuan.

6. PCR

Dilakukan dengan volume reaksi 10 μ L yang terdiri dari komponen-komponen yaitu: Green Master Mix, 2X 5 μ L, 1 μ L (10 μ M) dari setiap primer *Forward* (F) dan *Reverse* (R), 1 μ L cDNA template, dan 2 μ L Nuclease-Free Water. Pemrograman PCR adalah satu siklus awal 95°C selama 2 menit dan 30 siklus: 95°C selama 30 detik untuk denaturasi, 50°C selama 30 detik untuk annealing, 72°C selama 1 menit untuk *extension*, dan satu siklus akhir 72°C selama 5 menit. Produk PCR yang diamplifikasi menjadi sasaran elektroforesis dalam agarose gel 2% yang diwarnai dengan *Greenstar* kemudian divisualisasi dengan *UV transilluminator*. Primer yang digunakan pada tahapan PCR adalah meliputi :

Gen	Primer	Sumber
acdS	F 5'-ATG AAT CTG AAT CGT TTT GAA C -3' R 5'-TCA GCC GTT GCG GAA CAG -3'	Ruscoe <i>et al.</i> , 2021

3.5. Parameter Pengamatan

Pengamatan parameter dilakukan setelah tanaman diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan bakteri rhizosfer. Perlakuan percobaan diamati pada dua karakteristik yang meliputi morfologi tanaman dan fisiologi tanaman yaitu sebagai berikut:

1. Morfologi Tanaman

Morfologi tanaman yang diamati meliputi tinggi tanaman, panjang batang, jumlah daun, panjang akar, berat segar dan berat kering. Pengukuran tinggi tanaman diukur mulai dari leher akar hingga ujung daun tertinggi. Panjang batang diukur mulai dari bagian pangkal akar hingga ujung batang tempat melekatnya daun pertama. Jumlah daun dapat diketahui dengan menghitung seluruh jumlah daun sample tanaman. Pengukuran panjang akar dilakukan menggunakan penggaris dimulai dari pangkal akar hingga ujung akar. Pengambilan data berat segar dilakukan dengan mengambil masing-masing sampel tanaman lalu ditimbang menggunakan timbangan analitik. Berat kering dilakukan dengan cara ditimbang dan diambil satu tanaman dari masing-masing perlakuan untuk digunakan sebagai sampel, tanaman dikeringkan pada oven.

2. Fisiologi Tanaman

Fisiologi tanaman yang diamati meliputi kandungan klorofil dan kandungan ROS. Adapun cara analisis pada kandungan klorofil yakni daun dari tanaman diambil sebanyak 100 mg lalu digerus dan dihomogenkan dengan larutan ethanol 95 % sebanyak 5 ml. Sampel yang sudah homogen disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 selama 10 menit. Supernatan yang dihasilkan diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 665 nm dan 649 nm. Klorofil A = $(13.36 * \text{Abs. } 665) - (5.19 * \text{Abs. } 649)$ Klorofil B = $(27.43 * \text{Abs. } 649) - (5.19 * \text{Abs. } 665)$. Kandungan ROS dilakukan dengan cara mengambil sampel daun segar seberat 100 mg dihomogenkan dengan 1 ml 0.1% TCA. Sampel lalu disentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 15 menit. Larutan supernatan yang terbentuk diambil 0.5 ml lalu dipindahkan ke tube ukuran 1.5 ml yang baru, kemudian ditambahkan 10mM buffer fosfat sebanyak 0.5 ml dan 1M kalium iodide sebanyak 1 ml lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit.

3.6. Analisis Data

Data percobaan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam Anova pada taraf uji 5%. Jika data yang dihasilkan berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5%.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Percobaan dilaksanakan mulai tanggal 29 November 2024 sampai 15 April 2025 yang berlokasi di Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember. Percobaan dilakukan pada Laboratorium Agroteknologi dengan jumlah 50 benih pada setiap varietas. Terdapat tiga varietas padi yaitu varietas Hare Fugo, varietas Nonaporto, dan varietas Nakroma. Tanaman padi yang telah disemai dan diberi perlakuan cekaman rendaman diletakkan di greenhouse tanpa pengontrolan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, faktor eksternal seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya tidak dapat diatur. Perlakuan rendaman dilakukan selama 5 hari. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa parameter tinggi tanaman, panjang batang, panjang akar, kandungan klorofil, dan kandungan ROS memberikan pengaruh nyata setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan bakteri rhizosfer. Akan tetapi, parameter jumlah daun, berat segar, dan berat kering tidak memberikan pengaruh berbeda tidak nyata. Perbedaan dibuktikan melalui hasil perhitungan pada tabel analisis ragam disajikan pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Rangkuman hasil analisis ragam pada seluruh variabel pengamatan

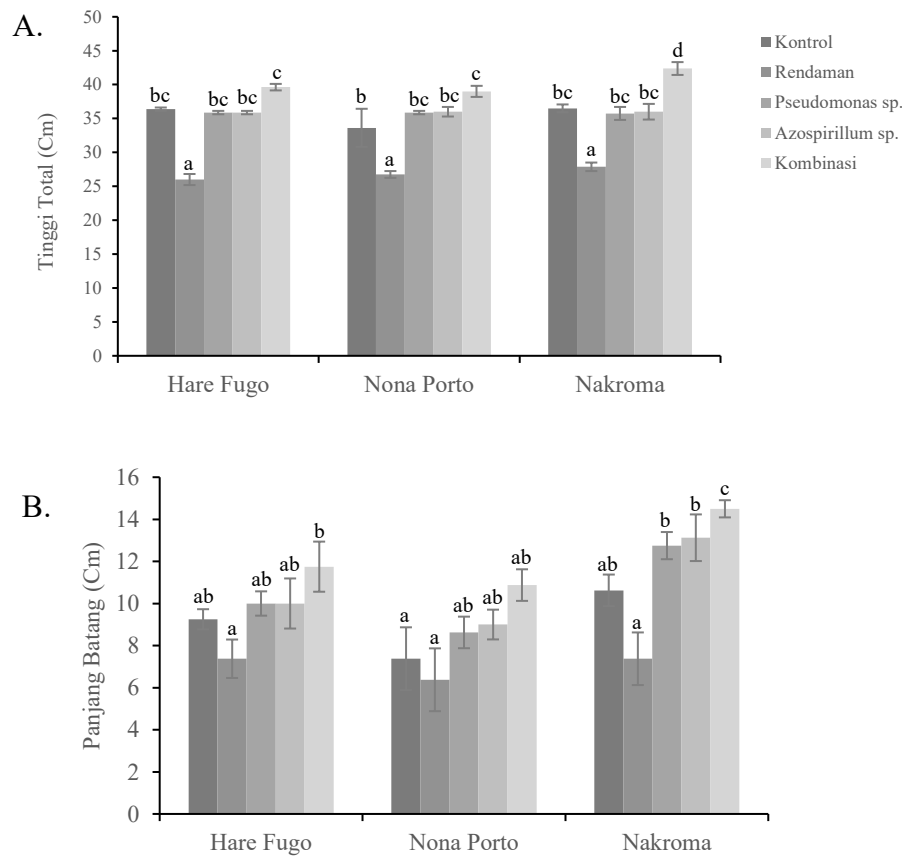
No.	Variabel Pengamatan	Kuadrat Tengah			Error
		Varietas (M)	Perlakuan (P)	Interaksi (M x P)	
1.	Tinggi Tanaman	10,85**	288,82**	4,05**	0,87
2.	Panjang Batang	53,00**	47,77**	2,36**	0,75
3.	Panjang Akar	1,68*	39,73**	1,00*	0,46
4.	Jumlah Daun	0,02 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,25
5.	Berat Segar	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00
6.	Berat Kering	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00
7.	Kandungan Klorofil A	53,36**	71,89**	3,61**	0,91
8.	Kandungan Klorofil B	132,44**	93,59**	9,58 ^{ns}	14,81
9.	Kandungan ROS	0,0014**	0,0028**	0,0001**	0,00001

Keterangan : ** berbeda sangat nyata, * berbeda nyata, ^{ns} berbeda tidak nyata.

4.1.1. Respon Perlakuan Rendaman menggunakan Bakteri Rhizosperik terhadap Karakteristik Morfologi Tanaman Padi

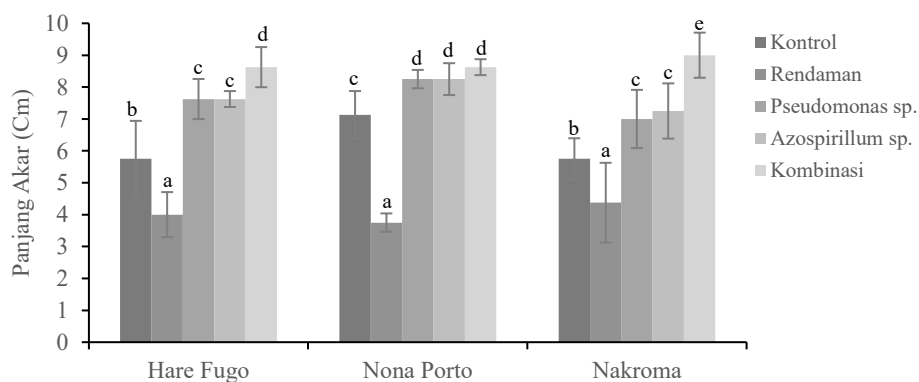
Hasil pada gambar 4.1 menunjukkan pengaruh adanya cekaman rendaman serta pengaplikasian bakteri terhadap pertumbuhan perkecambahan tanaman padi. Pengaruh tersebut dapat terlihat dari karakteristik secara morfologi yang meliputi; tinggi tanaman, panjang batang, panjang akar, jumlah daun, berat segar, dan berat kering. Pengamatan respon morfologi tanaman padi setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dengan kombinasi bakteri rhizosfer terhadap parameter tinggi tanaman setelah diberi perlakuan rendaman, varietas Hare Fugo mengalami penurunan rata-rata sebesar 28,52%, varietas Nonaporto mengalami penurunan rata-rata sebesar 20,45%, dan varietas Nakroma juga mengalami penurunan rata-rata sebesar 23,63% setelah diberi perlakuan rendaman. Setelah diberikan perlakuan kombinasi (*Pseudomonas sp. dan Azospirillum sp.*) varietas Hare Fugo mengalami peningkatan rata-rata sebesar 8,93%, varietas Nonaporto mengalami peningkatan rata-rata sebesar 15,99%, dan varietas Nakroma juga mengalami peningkatan rata-rata sebesar 16,10%. Varietas Nonaporto memiliki rata-rata tertinggi dibandingkan dengan varietas Hare Fugo dan Nakroma. (Gambar 4.1 A)

Pada parameter panjang batang setelah diberi perlakuan rendaman, varietas Hare Fugo mengalami penurunan rata-rata sebesar 20,27%, varietas Nonaporto mengalami penurunan rata-rata sebesar 13,56%, dan varietas Nakroma juga mengalami penurunan 30,59%. Setelah diberikan perlakuan kombinasi bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp. dan Azospirillum sp.*) varietas Hare Fugo mengalami peningkatan rata-rata sebesar 27,03% , varietas Nonaporto mengalami peningkatan rata-rata sebesar 47,46% dan varietas Nakroma juga mengalami peningkatan rata-rata sebesar 36,47%. Varietas Nonaporto memiliki rata-rata tertinggi dibandingkan dengan varietas Hare Fugo dan Nakroma. (Gambar 4.1 B)



Gambar 4.1 Hasil Pengamatan tinggi total dan panjang batang pada tanaman padi setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*). Hasil diuji signifikansi di setiap varietas.

Pada parameter panjang akar setelah diberi perlakuan rendaman, varietas Hare Fugo mengalami penurunan rata-rata sebesar 30,43%, varietas Nonaporto mengalami penurunan rata-rata sebesar 47,37%, dan varietas Nakroma juga mengalami penurunan rata-rata sebesar 23,91% setelah diberi perlakuan rendaman. Setelah diberikan perlakuan kombinasi (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) varietas Hare Fugo mengalami peningkatan rata-rata sebesar 50%, varietas Nonaporto mengalami peningkatan rata-rata sebesar 21,05%, dan varietas Nakroma juga mengalami peningkatan rata-rata sebesar 56,52%. Varietas Hare Fugo memiliki rata-rata tertinggi dibandingkan dengan varietas Nonaporto dan Nakroma. (Gambar 4.2)



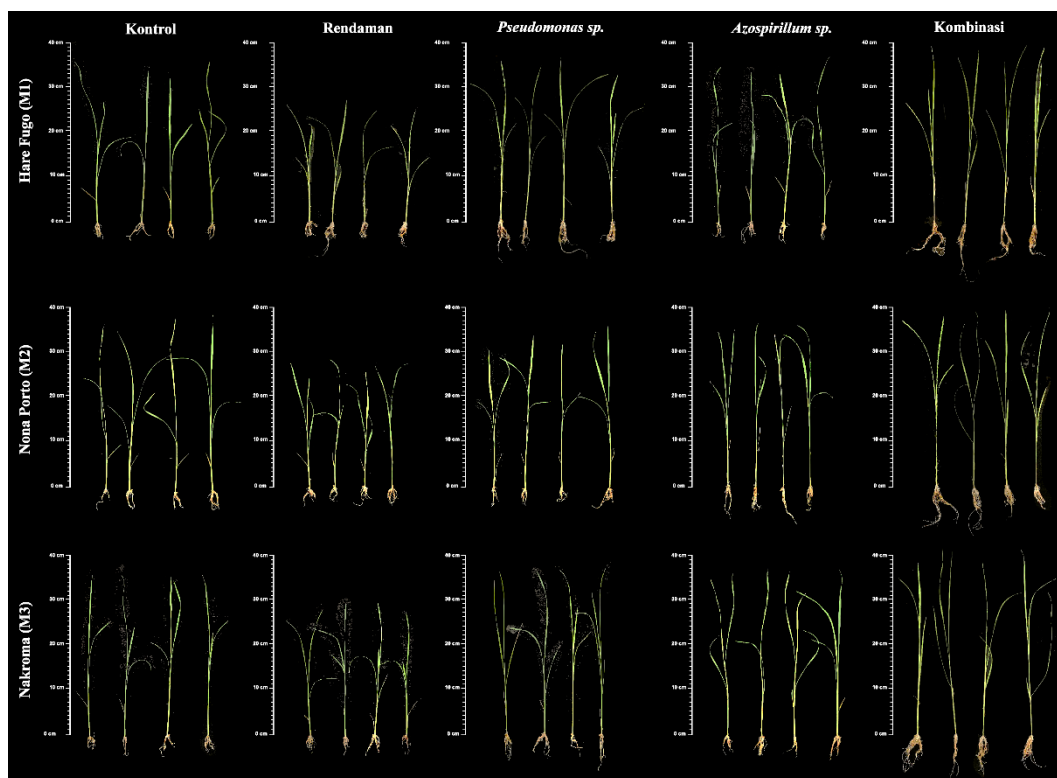
Gambar 4.2 Hasil pengamatan panjang akar tanaman padi setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) Hasil diuji signifikansi di setiap varietas.

Pada parameter jumlah daun setelah diberi perlakuan rendaman, varietas Hare Fugo, varietas Nonaporto, varietas Nakroma tidak mengalami penurunan maupun peningkatan. Setelah diberikan perlakuan kombinasi (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) varietas Hare Fugo mengalami peningkatan rata-rata sebesar 15,38%, varietas Nonaporto mengalami peningkatan rata-rata sebesar 7,69%, serta varietas Nakroma juga mengalami peningkatan rata-rata sebesar 15,38%. Rata-rata jumlah daun ketiga varietas yaitu 3,25 pada tanaman padi usia 13 hst. Varietas Hare Fugo dan Nakroma memiliki rata-rata peningkatan lebih tinggi dibandingkan dengan varietas Nonaporto.

Pada parameter berat segar setelah diberi perlakuan rendaman, varietas Hare Fugo, Nona porto dan Nakroma tidak mengalami penurunan maupun peningkatan yang signifikan. Namun, setelah diberikan perlakuan kombinasi bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) varietas Hare Fugo dan Nonaporto mengalami peningkatan rata-rata sebesar 4,17%, varietas Nakroma mengalami peningkatan rata-rata sebesar 8,30%. Rata-rata berat segar ketiga varietas yaitu 0,06 mg pada tanaman padi usia 13 hst. Verietas Nakroma memiliki rata-rata peningkatan tertinggi dibandingkan dengan varietas Hare Fugo dan Nonaporto.

Pada parameter berat kering setelah diberi perlakuan rendaman, varietas Hare Fugo, Nonaporto dan Nakroma tidak mengalami penurunan yang signifikan, Namun setelah diberikan perlakuan Kombinasi bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) berat kering pada varietas Hare Fugo mengalami peningkatan rata-rata sebesar 14,29%, varietas Nakroma menunjukkan peninkatan rata-rata sebesar 12,50%, sedangkan pada varietas Nonaporto tidak mengalami peningkatan. Rata-rata berat kering ketiga varietas yaitu 0,02 mg pada tanaman padi usia 13 hst.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang cukup signifikan pada padi yang diberi perlakuan bakteri rhizosfer pada kondisi rendaman. Cekaman rendaman tanpa perlakuan bakteri *Pseudomonas* dan *Azospirillum* (kontrol) pada tanaman padi memberikan respon penurunan pertumbuhan pada tanaman tersebut, sedangkan perlakuan dengan pemberian bakteri *Pseudomonas* sp dan *Azospirillum* sp pada tanaman dibawah cekaman rendaman dapat meningkatkan pertumbuhan padi (Gambar 4.5). Pada gambar 4.1 A dan gambar 4.1 B menunjukkan respon tinggi total dan panjang batang tanaman padi terhadap cekaman rendaman.



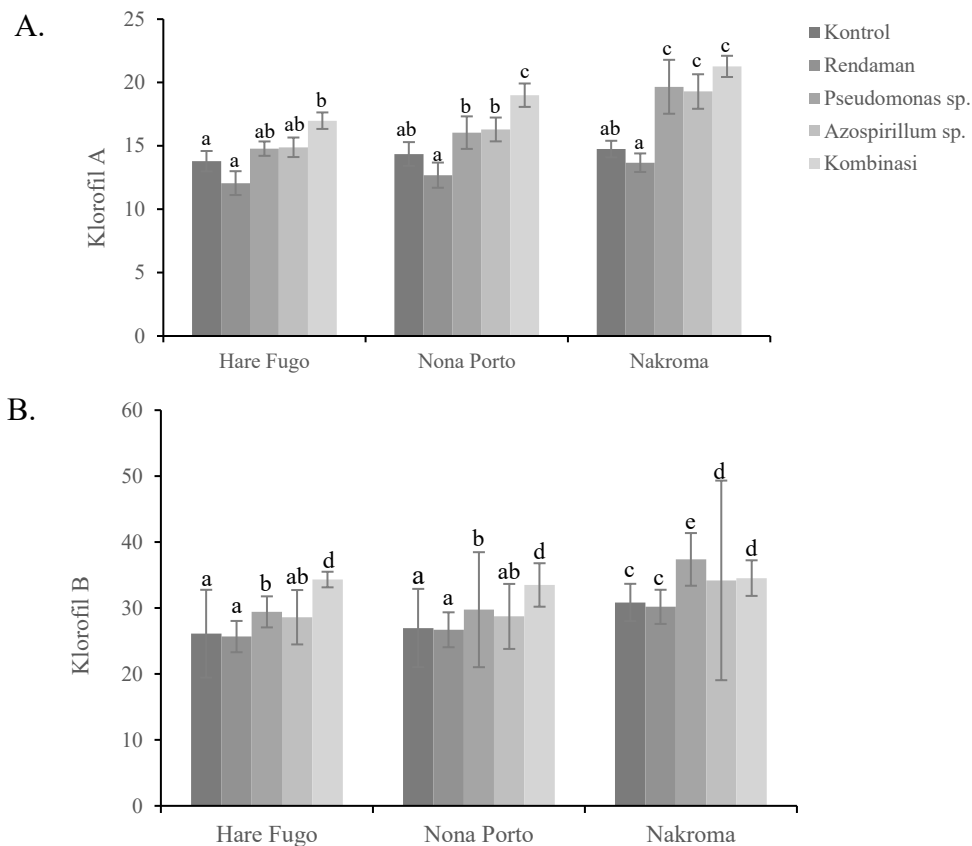
Keterangan : skala garis pada gambar 1 cm – 40 cm

Gambar 4.3 Pengaruh Cekaman Rendaman terhadap Tanaman Padi 13 hst setelah diberi perlakuan rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (*Pseudomonas* sp. dan *Azospirillum* sp.)

4.1.2. Respon Perlakuan Rendaman menggunakan Bakteri Rhizosperik terhadap Karakteristik Fisiologis Tanaman Padi

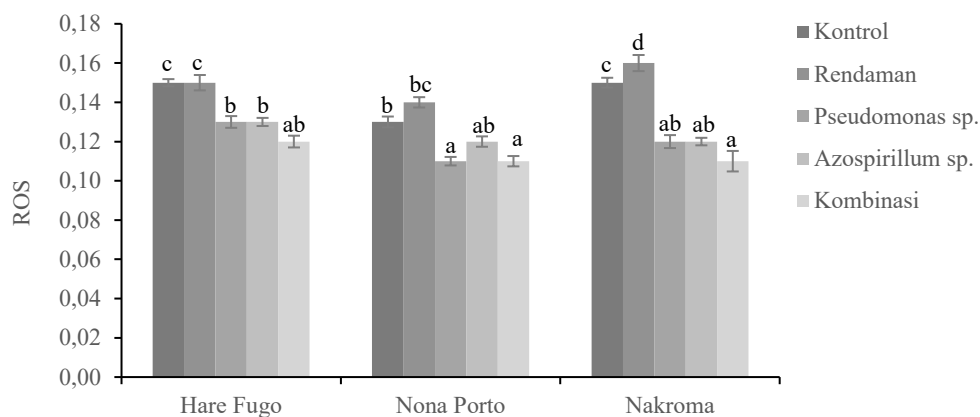
Pada parameter klorofil A setelah diberi perlakuan rendaman ketiga varietas mengalami penurunan, padi varietas Hare Fugo mengalami penurunan rata-rata sebesar 12,51%. Varietas Nonaporto mengalami penurunan rata-rata sebesar 11,63%. Varietas Nakroma juga mengalami penurunan dengan rata-rata sebesar 7,31%. Namun setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) ketiga varietas tersebut mengalami peningkatan klorofil A, padi varietas Hare Fugo mengalami peningkatan rata-rata sebesar 23,21%. Varietas Nonaporto mengalami peningkatan rata-rata sebesar 32,32%. Varietas Nakroma juga mengalami peningkatan dengan rata-rata sebesar 44,19%. Varietas Nakroma memiliki rata-rata tertinggi dibandingkan dengan varietas Hare Fugo dan Nonaporto setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*). (Gambar 4.6 A)

Pada parameter klorofil B setelah diberi perlakuan rendaman, varietas Hare Fugo mengalami penurunan rata-rata sebesar 1,70%, varietas Nonaporto mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,98%, dan varietas Nakroma juga mengalami penurunan rata-rata sebesar 2,15% setelah diberi perlakuan rendaman. Setelah diberikan perlakuan kombinasi (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) varietas Hare Fugo mengalami peningkatan rata-rata sebesar 31,44%, varietas Nonaporto mengalami peningkatan rata-rata sebesar 24,22%, dan varietas Nakroma juga mengalami peningkatan rata-rata sebesar 11,99%. Varietas Nakroma memiliki rata-rata tertinggi dibandingkan dengan varietas Hare Fugo dan Nonaporto setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*). (Gambar 4.6 B)



Gambar 4.4 Hasil pengamatan kandungan klorofil pada tanaman padi setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*). Parameter yang diamati meliputi; (A) Kandungan Klorofil A ; (B) Kandungan Klorofil B. Hasil di uji signifikansi di setiap varietas

Pada parameter Kandungan ROS setelah diberi perlakuan rendaman, varietas Hare Fugo tidak mengalami penurunan yang signifikan, varietas Nonaporto mengalami penurunan rata-rata sebesar 7,69%, varietas Nakroma juga mengalami penurunan dengan rata-rata sebesar 6,67%. Akan tetapi, setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) ketiga varietas tersebut mengalami peningkatan Kandungan Ros, padi varietas Hare Fugo mengalami peningkatan rata-rata sebesar 20%, varietas Nonaporto mengalami peningkatan rata-rata sebesar 15,38%, varietas Nakroma juga mengalami peningkatan dengan rata-rata sebesar 26,67%. . Varietas Nakroma memiliki rata-rata tertinggi dibandingkan dengan varietas Hare Fugo dan Nonaporto setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*). (Gambar 4.7)



Gambar 4.5 Hasil Analisis Kandungan ROS pada tanaman padi setelah diberi perlakuan cekaman rendaman dan perlakuan Bakteri Rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*). Hasil diuji signifikansi di setiap varietas.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Respon Morfologi Tanaman padi terhadap Cekaman Rendaman dengan Perlakuan Bakteri Rhizosfer

Respon morfologi tanaman padi menunjukkan pengaruh yang signifikan adanya cekaman rendaman serta pengaplikasian bakteri rhizosfer terhadap pertumbuhan tanaman padi. Pengaruh tersebut dapat terlihat dari karakteristik secara morfologi yang meliputi; tinggi tanaman, panjang batang, panjang akar, jumlah daun, berat segar, dan berat kering (Gambar 4.1 – 4.5). Varietas Hare Fugo Nonaporto dan Nakroma mengalami perbedaan yang signifikan pada parameter tinggi tanaman dan panjang batang. Parameter tinggi tanaman dan panjang batang menjadi salah satu respon tanaman padi terhadap adanya rendaman, hal tersebut disebabkan kekurangan oksigen dan dikendalikan oleh etilen. Peningkatan etilen pada tanaman dapat menghambat pertumbuhan tinggi tanaman melalui keseimbangan hormon giberelin (GA) dan asam absisat (ABA) (Van Der Straeten *et al.*, 2001). Pada parameter tinggi tanaman mengalami perbedaan yang signifikan akibat adanya penambahan bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*), hasil menunjukkan bahwa varietas Nakroma (M3) terlihat lebih unggul pada kondisi cekaman rendaman dengan pemberian bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) jika dibandingkan varietas Hare Fugo (M1) dan varietas

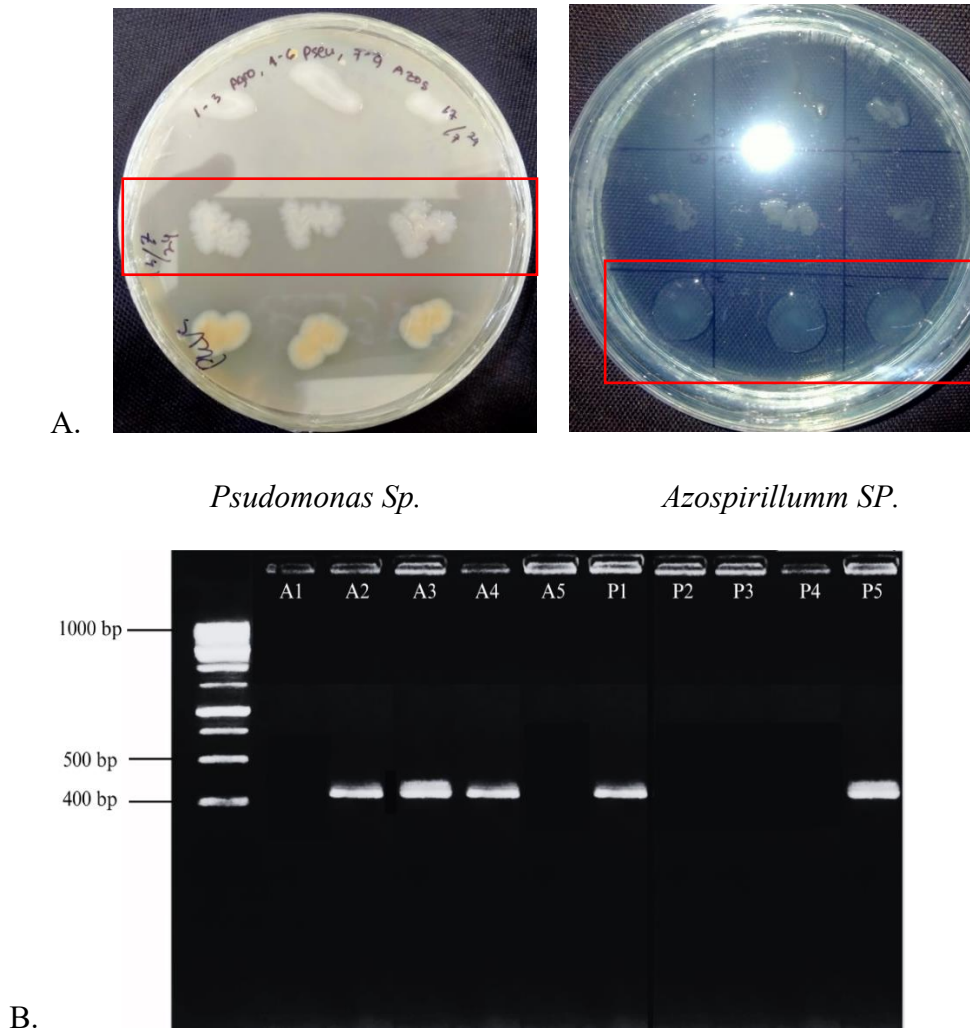
Nonaporto (M2) yang mengalami penurunan. Kondisi penurunan tinggi tanaman dapat disebabkan dari adanya keterbatasan tumbuh sel tanaman akibat terkena stres rendaman. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Saladilla dan Hariyono., (2022) kondisi stres yang dialami oleh tanaman akibat berbagai faktor lingkungan yang merugikan, yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Parameter lain yang menunjukkan bahwa tanaman padi mengalami respon penurunan terhadap stres rendaman yakni panjang batang dan panjang akar. Tanaman padi menunjukkan respon peningkatan yang signifikan setelah diberi perlakuan bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) dalam kondisi tanaman terendam pada parameter panjang batang dan panjang akar. Pada parameter jumlah daun, berat segar, dan berat kering, ketiga varietas tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan setelah perlakuan rendaman, *Pseudomonas sp.*, maupun *Azospirillum sp.* Kondisi tersebut diduga disebabkan oleh waktu analisis morfologi yang terlalu singkat, sehingga tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun, berat segar, dan berat kering. Namun, setelah diberikan perlakuan kombinasi bakteri rhizosfer *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* jumlah daun, berat segar dan berat kering mengalami peningkatan yang signifikan, Peningkatan tersebut diduga karena kombinasi kedua bakteri tersebut menghasilkan manfaat yang lebih kompleks, sehingga mampu mendukung pertumbuhan tanaman padi secara optimal, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.3, 4.4 (A) dan 4.4 (B).

Pada percobaan yang telah dilaksanakan pemberian bakteri rhizosfer *Pseudomonas sp.* maupun *Azospirillum sp.* mampu memberikan pengaruh peningkatan terhadap pertumbuhan tanaman dibawah kondisi cekaman rendaman pada tanaman padi. Pengaruh peningkatan pemberian masing-masing bakteri ditunjukkan pada parameter tinggi tanaman, panjang batang, panjang akar. Bakteri rhizosfer (*Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*) memberikan banyak manfaat seperti pemacu pertumbuhan tanaman, pengendalian hayati dari adanya patogen disekitar akar, pengurangan senyawa hidrokarbon serta peningkatan toleransi tanaman terhadap cekaman rendaman. Bakteri *Azospirillum sp.* mampu menambat nitrogen bebas dari udara dan mengubahnya menjadi bentuk amonia (NH₃) yang

dapat dimanfaatkan tanaman sebagai sumber nitrogen yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Noviani dan Rahayu, 2022). Sedangkan, *Pseudomonas sp.* merupakan bakteri rhizosfer yang berperan penting dalam pelarutan fosfat yang mendukung aktivitas bakteri dalam menghasilkan hormon tanaman (Sonia dan Setiawati, 2022). Pada bakteri rhizosfer *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* memiliki kemampuan untuk memproduksi hormon pertumbuhan tanaman, seperti Indole Acetic Acid (IAA), yang merupakan hormon auksin yang berkontribusi pada perpanjangan batang, perkembangan akar dan pertumbuhan vegetatif (Syarifudin *et al.*, 2021). Hormon sitokinin yang dihasilkan oleh bakteri *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* berperan dalam pembelahan sel dan memperlambat penuaan jaringan tanaman (Mawarintiasari dan Krisno, 2008). Selain itu bakteri rhizosfer juga menghasilkan beberapa hormon lainnya yaitu giberelin dan etilen yang membantu merangsang perkecambahan biji, pemanjangan sel (Millawati Lalla, 2022). Etilen dalam jumlah tinggi bisa menghambat pertumbuhan tanaman, akan tetapi bakteri *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* mengandung enzim ACC deaminase yang menurunkan kadar prekursor etilen (ACC), sehingga mengurangi stres akibat etilen berlebih. (Etesami dan Maheswari, 2018).

Konfirmasi terhadap keberadaan enzim ACC deaminase pada bakteri *Azospirillum sp.* dan *Pseudomonas sp.* dilakukan melalui dua tahapan, yaitu menggunakan media pertumbuhan selektif terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan analisis PCR. Elektroforesis yang dilakukan menggunakan bakteri bakteri *Azospirillum sp.* dan *Pseudomonas sp.*, setiap bakteri di ambil 5 sampel (A1, A2, A3, A4, A5) dari cawan petri yang berbeda. Hasil elektroforesis ekstraksi DNA bakteri *Azospirillum sp.* dan *Pseudomonas sp.* menunjukkan kemunculan pita yang berbeda-beda-pada setiap sampel, sampel yang terkonfirmasi adanya gen ACC deaminase akan di pakai sebagai perlakuan kepada tanaman. Pada bakteri *Azospirillum sp.* pita muncul pada sampel bakteri A2, A3, dan A4 yang menunjukkan adanya gen ACC deaminase. Sedangkan pada bakteri *Pseudomonas sp.* pita muncul pada sampel P1 dan P5 yang menunjukkan adanya gen ACC deaminase. Dari penelitian yang dilakukan oleh Jaya *et.all* (2023) perbedaan hasil elektroforesis

dari kedua bakteri di pengaruhi oleh perbedaan laju transkrips dan subtrat pada media pertumbuhan bakteri. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 A: Koloni bakteri pada media selektif. B: Hasil Elektroforesis Ekstraksi DNA Bakteri (P) *Pseudomonas Sp.* dan (A) *Azospirillum Sp.* Dengan Menggunakan Elektroforesis Gel Agarosa

Percobaan dengan menggunakan kombinasi bakteri *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* pada tanaman padi yang mengalami cekaman rendaman merupakan perlakuan yang paling efektif. Berdasarkan hasil percobaan perlakuan kombinasi dua bakteri tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi. Perlakuan kombinasi bakteri *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* memberikan hasil optimal terhadap

parameter tinggi tanaman, panjang batang, panjang akar, jumlah daun, berat segar, dan berat kering. Hal tersebut disebabkan oleh unsur P (fosfor) dan unsur N (Nitrogen) yang dihasilkan oleh kedua bakteri tersebut, sehingga ketersediaan unsur hara meningkat dan tanaman padi tumbuh lebih optimal atau lebih unggul. Semakin banyak mikroorganisme yang diberikan, semakin tinggi kandungan unsur hara, sehingga produktivitas dan pertumbuhan tanaman meningkat (Yuliana dan Rahayu, 2016). Selain itu, perlakuan kombinasi *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* memiliki rata-rata tertinggi, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan kontrol. Hal ini diduga karena enzim ACC deaminase lebih banyak dihasilkan pada perlakuan kombinasi, karena terdapat dua bakteri rhizosfer yang menghasilkan hormon ACC deaminase.

Tanaman yang terendam menunjukkan karakteristik yang lebih rendah daripada tanaman kontrol. Hal tersebut dibenarkan oleh pendapat Tjolleng *et al.*, (2019) rendaman air yang berlebihan pada tanaman padi dapat menyebabkan cekaman yang dapat menghambat pertumbuhan pada tanaman tersebut selama fase vegetatif. Terlihat pada gambar 4.5 ketiga varietas menunjukkan hasil yang sama dalam pertumbuhan tanaman padi terkena stres rendaman. Meskipun tanaman padi adalah tanaman yang toleran terhadap rendaman, kondisi tersebut tetap dapat menyebabkan stres yang signifikan apabila berlangsung terlalu lama.

4.2.2. Respon Fisiologi Tanaman Padi Terhadap Cekaman Rendaman dengan Perlakuan Bakteri Rhizosfer

Respon fisiologi pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa tanaman padi yang mengalami cekaman akibat rendaman memiliki kandungan klorofil yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan tanaman pada kondisi kontrol. Penurunan kandungan klorofil berkaitan langsung dengan terganggunya proses fotosintesis akibat kondisi hipoksia atau kekurangan oksigen di zona perakaran. Saat mengalami cekaman akibat rendaman, tanaman padi menunjukkan beberapa perubahan fisiologi yang bertujuan untuk meningkatkan kelangsungan hidupnya. Faktor utama kerusakan tanaman akibat cekaman rendaman meliputi gangguan pertukaran gas CO₂ dan O₂, berkurangnya cahaya matahari, dan gen pengendali toleransi terhadap cekaman

(Novitasari, 2022). Ketika tanaman mengalami cekaman akibat rendaman, ketersediaan oksigen di dalam tanah menurun drastis. Akibatnya metabolisme tanaman, termasuk sintesis klorofil, ikut terganggu. Klorofil memiliki peran penting dalam proses fotosintesis, yaitu sebagai pigmen utama yang menyerap energi cahaya untuk kemudian diubah menjadi energi kimia. Penurunan jumlah klorofil menyebabkan berkurangnya kemampuan tanaman dalam menyerap energi cahaya, yang akhirnya menurunkan efisiensi fotosintesis dan menghambat pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

Salah satu penyebab utama penurunan kandungan klorofil selama cekaman rendaman adalah menurunnya ketersediaan nitrogen di dalam jaringan tanaman. Nitrogen merupakan unsur hara esensial yang berperan dalam sintesis klorofil, sehingga kekurangan nitrogen akan mengganggu pembentukan pigmen tersebut. Hasil percobaan juga menunjukkan bahwa pemberian bakteri rhizosfer, seperti *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.*, pada tanaman yang mengalami cekaman rendaman mampu meningkatkan kandungan klorofil A dan B secara signifikan dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi perlakuan bakteri. Hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri rhizosfer berperan dalam mendukung ketahanan fisiologis tanaman terhadap kondisi cekaman. Bakteri tersebut diduga dapat memperbaiki penyerapan nutrisi, seperti nitrogen, serta menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman yang membantu proses pemulihan tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Ubaidillah *et al.* (2023) juga menunjukkan bahwa aplikasi bakteri pemacu pertumbuhan tanaman mampu meningkatkan aktivitas fotosintesis dan kandungan klorofil, sehingga berdampak positif terhadap performa tanaman dalam menghadapi stres lingkungan. Selain itu, menurut Li and Kim (2022), penurunan kandungan klorofil juga dapat menjadi bentuk respons adaptif tanaman terhadap stres oksidatif, yang ditandai dengan peningkatan kadar spesies oksigen reaktif (ROS). Dalam kondisi tersebut, tanaman akan mengurangi aktivitas fotosintetik sebagai upaya mempertahankan integritas seluler dan mencegah kerusakan akibat akumulasi ROS yang berlebihan.

Reactive Oxygen Species (ROS) merupakan molekul radikal bebas yang terbentuk secara alami dalam jaringan tanaman sebagai produk sampingan dari

proses metabolisme normal, terutama selama proses fotosintesis dan respirasi. Namun, dalam kondisi stres lingkungan seperti cekaman rendaman, produksi ROS di dalam tanaman meningkat secara drastis. ROS yang berlebih dapat menimbulkan kerusakan serius pada sel tanaman, termasuk peroksidasi lipid, denaturasi protein, dan kerusakan DNA, yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada kondisi cekaman rendaman, akar tanaman mengalami kekurangan oksigen (hipoksia), yang memicu sinyal stres dan mempercepat akumulasi ROS. Menurut Miller *et al.* (2008), jenis-jenis ROS yang umum ditemukan pada tanaman meliputi molekul oksigen (O_2), hidrogen peroksida (H_2O_2), anion superoksida (O_2^-), dan radikal hidroksil (OH). Keberadaan senyawa-senyawa ini dalam jumlah tinggi menunjukkan bahwa tanaman berada dalam kondisi fisiologis yang terganggu. Hal ini dapat diamati pada Gambar 4.7, yang menunjukkan bahwa tanaman padi varietas Hare Fugo, Nonaporto dan varietas Nakroma mengalami cekaman rendaman memiliki tingkat ROS yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol, sedangkan pada tanaman padi yang diberi perlakuan kombinasi bakteri *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* nilai ROS mengalami penurunan. Pada gambar 4.7 peningkatan kadar ROS tersebut dapat ditekan melalui aplikasi bakteri rhizosfer yang terdiri dari bakteri pemacu pertumbuhan tanaman seperti *Pseudomonas sp.* dan *Azospirillum sp.* Bakteri rhizosfer mampu menginduksi sistem pertahanan tanaman melalui produksi enzim-enzim antioksidan. Enzim-enzim tersebut meliputi katalase, peroksidase, superoksida dismutase, polifenol oksidase, serta fenilalanin amonia liaze, yang secara sinergis bekerja untuk menetralkan ROS dan melindungi sel tanaman dari kerusakan oksidatif (Rajput *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil percobaan pada Gambar 4.7, tanaman yang mengalami cekaman rendaman namun diberi aplikasi bakteri rhizosfer menunjukkan penurunan kadar ROS secara signifikan dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi perlakuan. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi bakteri rhizosfer tidak hanya meningkatkan ketahanan fisiologis tanaman terhadap stres, tetapi juga berkontribusi terhadap kestabilan proses metabolisme melalui mekanisme pertahanan antioksidan.

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Varietas tanaman padi dengan perlakuan cekaman rendaman dan bakteri rhizosfer menunjukkan interaksi positif terhadap ketahanan tanaman padi. Varietas Nakroma memberikan respon ketahanan yang lebih baik dibandingkan Hare Fugo dan Nona Porto pada kondisi cekaman. Hal tersebut dibuktikan dengan beberapa respon pada morfologi, kandungan klorofil, dan kadar kandungan ROS.
2. Respon tanaman padi pada fase vegetatif terkena cekaman yakni menunjukkan respon penurunan yang signifikan pada tiga varietas tersebut. Penurunan dapat terlihat pada parameter morfologi, kadar kandungan klorofil, dan kadar kandungan ROS.
3. Pengaplikasian bakteri rhizosfer pada tanaman terkena cekaman mampu membantu peningkatan pertumbuhan tanaman secara morfologi serta meningkatkan kadar kandungan klorofil pada tanaman. Pemberian aplikasijuga mengaktifkan enzim – enzim yang mampu meningkatkan penekanan kadar kandungan ROS pada tanaman dibawah cekaman genangan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dari percobaan yang telah dilaksanakan, maka dapat dilakukan percobaan lebih lanjut terkait dengan pengoptimalam konsentrasi aplikasi bakteri rhizosfer pada tanaman padi dibawah cekaman rendaman ataupun cekaman abiotik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, M., Effendi, A., Murniati, M., dan Yoseva, S. (2021). Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Pupuk Fosfor terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) yang ditanam secara SRI Modifikasi. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 19(2): 84-98.
- Afridi, M. S., Fakhar, A., Kumar, A., Ali, S., Medeiros, F. H., Muneer, M. A., ... and Saleem, M. (2022). Harnessing microbial multitrophic interactions for rhizosphere microbiome engineering. *Microbiological Research*, 265, 127199.
- Alridiwersah, A., Hanum, H., Erwin, M. H., dan Muchtar, Y. (2015). Uji toleransi beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) terhadap naungan. *Pertanian Tropik*, 2(2), 156836.
- Amartani, K. (2024). Potensi Bakteri Rizosfer Tanah Salin Sebagai Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman Ditanah Salin. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 3(1): 31-36.
- Ambarsari, H., Udayani, J. E., Mulyono, M., dan Akhadi, D. H. (2016). Pengaruh penambahan inokulum *Azospirillum* sp. sp. terhadap pertumbuhan tanaman *Sorghum bicolor* untuk aplikasi fitoremediasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT*, 17(1): 1-6.
- Arif, M. F., dan Aloysius, S. (2024). Pengaruh Perlakuan PEG (Polyethylene Glycol) pada Media Kultur In Vitro terhadap Anatomi Akar, Kandungan Katalase dan Akumulasi Malondialdehid Kedelai Varietas Deja 2 (*Glycine max* cv. "deja 2"). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 57-65.
- Aritonang, S. P., dan Sianturi, P. L. (2023). Respons Pertumbuhan Dan Produksi Serta Serapan K Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Padat Dan Pupuk Cair. *Jurnal METHODAGRO*, 9(2), 1-9.
- Azka, I. Y., MP, N. T. B., dan SP, M. S. (2021). *Pengelolaan Hasil Perkebunan*. CV. Azka Pustaka.
- Cartono, S. P. (2024). *Anatomi Tumbuhan*. Sada Kurnia Pustaka.
- Dalimunthe, S. R. (2021). Respons Genotipe Padi Lokal terhadap Cekaman Rendaman di Pembibitan. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 2, 66-76.

- Etesami, H., and D.K.Maheshwari. 2018. Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs) with multiple plant growth promotion traits in stres agriculture: Action mechanisms and future prospect. *Exotoxicology and Environment Safety* 156:225-246.
- Ezward, C., Efendi, S., dan Makmun, J. (2018). Pengaruh frekuensi irigasi terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agroteknologi Universitas Andalas*, 1(1), 17-24.
- Gamalero, E., Lingua, G., and Glick, B. R. (2023). Ethylene, ACC, and the plant growth-promoting enzyme ACC deaminase. *Biology*, 12(8): 1043.
- Gribaldi, G., Hasmeda, M., dan Hayati, R. (2014). Pengaruh Pemupukan terhadap Perubahan Morfofisiologi Dua Varietas Padi pada Kondisi Cekaman Rendaman. *Indonesian Journal of Agronomy*, 42(1): 77893.
- Handayani, F., dan Maideliza, T. (2013). Studi perkembangan aerenkim akar padi sawah dan padi ladang pada tahap persemaian dengan perlakuan perendaman. *Jurnal Biologi UNAND*, 2(2).
- Hanudin, H., Budiarto, K., dan Marwoto, B. (2018). Potensi beberapa mikroba pemacu pertumbuhan tanaman sebagai bahan aktif pupuk dan pestisida hayati. *Jurnal Litbang Pertanian*, 37(2): 59-70.
- Hartati, S., Wiyono, S., Hidayat, S. H., dan Sinaga, M. S. (2023). Potensi dan mekanisme yeast-like fungus *Pseudozyma* dalam mengendalikan antraknosa pada cabai. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 7(1): 8-16.
- Helliwell, E. E., Wang, Q., and Yang, Y. (2013). Transgenic rice with inducible ethylene production exhibits broad-spectrum disease resistance to the fungal pathogens *Magnaporthe oryzae* and *Rhizoctonia solani*. *Plant biotechnology journal*, 11(1), 33-42.
- Husen, S., Sutardjo, H. T., dan Aulia Zakia, A. (2021). *Teknologi Produksi Tanaman Sayuran*. UMMPress.
- Huslina, F. F. (2020). Isolasi dan karakterisasi bakteri pengikat nitrogen tanah gambut hutan dari Kecamatan Trumon Aceh Selatan. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 12(2), 117-129.
- Irawan, T. B., Soelaksini, L. D., dan Nuraisyah, A. (2022). The Respons Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Dengan Pemberian Berbagai Konsentrasi Pgpr (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Akar Kakao. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 7(1): 7-17.

- Izeta, H. F., & Azmi, Y. (2021). Pengaruh kombinasi bioaktivator ragi dan effective microorganism (EM4) terhadap kandungan mikroba dalam pupuk hayati cair. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 6(2): 65-76.
- Li, M., and Kim, C. (2022). Chloroplast ROS and stress signaling. *Plant Communications*, 3(1).
- Liem, J. L., Arianita, B. A., Sugiarti, S., dan Handoko, Y. A. (2019). Optimalisasi bakteri *Rhizobium japonicum* sebagai penambat nitrogen dalam upaya peningkatan produksi jagung. *Jurnal Galung Tropika*, 8(1), 64-73.
- Maisura, M., Chozin, M. A., Lubis, I., Junaedi, A., dan Ehara, H. (2015). Laju asimilasi bersih dan laju tumbuh relatif varietas padi toleran kekeringan pada sistem sawah. *Jurnal Agrium*, 12(1).
- Mastuti, R. (2017). *Dasar-dasar kultur jaringan tumbuhan*. Universitas Brawijaya Press.
- Mawarintiasari, R., & Krisno, M. A. (2008). Penggunaan Bakteri *Azospirillum* sp. sebagai Penghasil Pytohormon dalam Upaya Mempercepat Pematangan Buah Mangga. *Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang*.
- Michael, M., Rahmadi, A., Aji, H., dan Gazi, M. (2018). Survei pengaruh ketinggian rendaman Air pada Tanaman Padi di Daerah Bandung Timur.
- Nagai, K., Hattori, Y., and Ashikari, M. (2010). Stunt or elongate? Two opposite strategies by which rice adapts to floods. *Journal of Plant Research*, 123, 303-309.
- Nishiuchi, S., Yamauchi, T., Takahashi, H., Kotula, L., and Nakazono, M. (2012). Mechanisms for coping with submergence and waterlogging in rice. *Rice*, 5: 1-14.
- Novelita, L. (2024). Sifat Fisika Dan Kimia Tanah Di Lahan Pertanian Kering: Strategi Pengelolaan Air Yang Efektif. *Hibrida: Jurnal Pertanian, Peternakan, Perikanan*, 2(2): 91-100.
- Noviani, N. W. P., dan Rahayu, Y. S. (2022). Pengaruh pemberian *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum* sp. dan mikroorganisme lokal terhadap produktivitas dan pertumbuhan kedelai pada tanah kapur. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 493-502.
- Novitasari, A. (2022). *Cekaman Air Dan Kehidupan Tanaman*. Universitas Brawijaya Press.

- Paradisa, Y. B., Indrayani, S., Wibowo, H., Perdani, A. Y., Priadi, D., Deswina, P., ... dan Nuro, F. (2022). Evaluasi 36 Genotipe Padi Gogo Terhadap Cekaman Biotik Dan Abiotik Pada Enam Lokasi Berbeda: Evaluasi 36 Genotipe Padi Gogo Terhadap Cekaman Biotik Dan Abiotik Pada Enam Lokasi Berbeda. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 6(1), 12-22.
- Piska, F., dan Banjarnahor, J. (2024). Jamur rizosfer: pada tanaman kumis kucing dan manfaatnya pada tanaman lain: jamur rizosfer. *PUBLISH BUKU UNPRI PRESS ISBN*, 2(2).
- Pranata, A. S. (2010). *Meningkatkan hasil panen dengan pupuk organik*. AgroMedia.
- Rajput, V. D., Harish, Singh, R. K., Verma, K. K., Sharma, L., Quiroz-Figueroa, F. R., ... and Mandzhieva, S. (2021). Recent developments in enzymatic antioxidant defence mechanism in plants with special reference to abiotic stress. *Biology*, 10(4) :267.
- Rawat, P., Das, S., Shankhdhar, D., and Shankhdhar, S. C. (2021). Phosphate-solubilizing microorganisms: mechanism and their role in phosphate solubilization and uptake. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(1): 49-68.
- Rumhayati, B. (2019). *Sedimen Perairan: Kajian Kimiawi, Analisis, dan Peran*. Universitas Brawijaya Press.
- Ruscoe, H. L., Taketani, R. G., Clark, I. M., Lund, G., Hughes, D., Dodd, I. C., ... and Mauchline, T. H. (2021). Land management legacy affects abundance and function of the *acdS* gene in wheat root associated *Pseudomonads*. *Frontiers in Microbiology*, 12, 611339.
- Salsadilla, P., dan Hariyono, K. (2022). Respons Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) pada Berbagai Kondisi Cekaman Kekeringan. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 5(1), 45-51.
- Santhiawan, P., dan Suwardike, P. (2019). Adaptasi padi sawah (*Oryza sativa* L.) terhadap peningkatan kelebihan air sebagai dampak pemanasan global. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 2(2): 130-144.
- Sonia, A. V., dan Setiawati, T. C. (2022). Aktivitas bakteri pelarut fosfat terhadap peningkatan ketersediaan fosfat pada tanah masam. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 15(1): 44-53.
- Suartini, N. M., & Sudatri, N. W. (2019). Spesies Capung (Ordo Odonata) Pada Pertanaman Padi Di Beberapa Sawah Sekitar Denpasar, Bali Species Of Dragonflies (Odonata Order) For Rice Plantations In Some Rice Field Around Denpasar, Bali. *Simbiosis*, 7(1): 23-28.

- Supriatna, S., Siahaan, S., dan Restiati, I. (2021). Pencemaran tanah oleh pestisida di perkebunan sayur Kelurahan Eka Jaya Kecamatan Jambi Selatan Kota Jambi (Studi keberadaan jamur makroza dan cacing tanah). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(1): 460-466.
- Suryadi, M. (2020). *Analisis Usahatani Padi Sawah Tadah Hujan Di Desa Teluk Lanus Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Siak* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Syarifudin, R., Kalay, A. M., and Uruilal, C. (2021). Effect of Biological Fertilizer and Chemical Fungicide on Fusarium Wilt Disease, Growth and Yield on Onion (*Allium ascaloncum* L). *Agrologia*, 10(2): 69-79.
- Syarifudin, R., Kalay, A. M., dan Uruilal, C. (2021). Efek Pemberian Pupuk Hayati Dan Fungisida Kimia Terhadap Serangan Penyakit Layu Fusarium, Pertumbuhan dan Hasil Pada Bawang Merah (*Allium ascaloncum* L). *Jurnal Agrologia*, 10(2): 69-79.
- Ubaidillah, M., Thamrin, N., Cahyani, F. I., and Fitriyah, D. 2023. Bioremediation potential of rhizosphere bacterial consortium in lead (Pb) contaminated rice plants. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(8).
- Yuliani dan Rahayu YS, 2016. Pemberian Seresah Daun Jati Dalam Meningkatkan Kadar Hara dan Sifat Fisika Tanah Pada Tanah Berkapur. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, January, 213–217
- Yuniarti, T. (2022). *TA: Teknik Budidaya Padi (Oryza Sativa L.) Di Uptd Balai Benih Padi Dan Palawija Cianjur, Jawa Barat* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Lampung).
- Zarwazi, M., Nugraha, Y., AF, V. Y., dan Rochayati, S. (2016). Rekomendasi pengelolaan lahan berbasis agroekosistem dan kesesuaian lahan untuk pengembangan dan peningkatan produksi padi. *Rekomendasi Pengelolaan Lahan Berbasis Agroekosistem, IAARD PRESS Jakarta*, 79-94.
- Zuliatin, I., dan Chusnah, M. (2021). *Penerapan Kombinasi Pupuk Organik Mineral G-Lite dan Pupuk Kimia terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi (Oryza sativa L.) IN PARI 32*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

LAMPIRAN

Lampiran Data Analisis ANOVA dan Uji Lanjut DMRT

1. Tinggi tanaman

Perlakuan	Kelompok				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
M1P0	36	36,5	36,5	36,5	145,5	36,38
M1P1	26	26	25	27	104	26,00
M1P2	36	36	36	35,5	143,5	35,88
M1P3	36	36	36	35,5	143,5	35,88
M1P4	39	39,5	40	40	158,5	39,63
M2P0	30	33	35	36,5	134,5	33,63
M2P1	26	27	27	27	107	26,75
M2P2	35,5	36	36	36	143,5	35,88
M2P3	36	36,5	36,5	35	144	36,00
M2P4	40	38	39	39	156	39,00
M3P0	36	37	37	36	146	36,50
M3P1	28	27	28,5	28	111,5	27,88
M3P2	36	35	37	35	143	35,75
M3P3	37	35	37	35	144	36,00
M3P4	43	41	42,5	43	169,5	42,38
Grand Total	520,5	519,5	529	525	2094	523,50

Tabel Bantu 2 Arah

Faktor M	Faktor P					Total
	P0	P1	P2	P3	P4	
M1	145,5	104	143,5	143,5	158,5	695
M2	134,5	107	143,5	144	156	685
M3	146	111,5	143	144	169,5	714
Total	426	322,5	430	431,5	484	2094

Tabel Anova RAK Faktorial

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Keterangan
					0,05	0,01	
Kelompok	3	3,83	1,28	1,47	2,81	4,25	ns
Perlakuan	14	1209,40	86,39	99,25	1,92	2,51	**
M	2	21,70	10,85	12,47	3,20	5,11	**
P	4	1155,27	288,82	331,83	2,58	3,77	**
MxP	8	32,43	4,05	4,66	2,15	2,94	**
Galat	45	39,17	0,87				
Total	59	1252,40					

Uji Lanjut DMRT

Perlakuan	Rata-rata	Notasi	Duncan + Rata-rata
M1P1	26,00	a	27,33
M2P1	26,75	a	28,15
M3P1	27,88	a	29,32
M2P0	33,63	b	35,10
M3P2	35,75	bc	37,25
M1P2	35,88	bc	37,39
M1P3	35,88	bc	37,41
M2P2	35,88	bc	37,42
M2P3	36,00	bc	37,56
M3P3	36,00	bc	37,57
M1P0	36,38	bc	37,95
M3P0	36,50	bc	38,09
M2P4	39,00	c	40,59
M1P4	39,63	c	41,22
M3P4	42,38	d	

2. Panjang Batang

Perlakuan	Kelompok				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
M1P0	9,5	9,5	9,5	8,5	37	9,25
M1P1	7	8	7	7,5	29,5	7,38
M1P2	11	9,5	10,5	9	40	10,00
M1P3	10,5	9,5	10,5	9,5	40	10,00
M1P4	13	10,5	12,5	11	47	11,75
M2P0	9	7	5,5	8	29,5	7,38
M2P1	7,5	7	5	6	25,5	6,38
M2P2	8	9,5	9	8	34,5	8,63
M2P3	9	8	9,5	9,5	36	9,00
M2P4	11,5	10,5	10	11,5	43,5	10,88
M3P0	11,5	11	10	10	42,5	10,63
M3P1	6	7	9	7,5	29,5	7,38
M3P2	13	13,5	12	12,5	51	12,75
M3P3	13,5	12	14,5	12,5	52,5	13,13
M3P4	14	15	14,5	14,5	58	14,50
Grand Total	154	147,5	149	145,5	596	149,00

Tabel Bantu 2 Arah						
Faktor M	Faktor P					Total
	P0	P1	P2	P3	P4	
M1	37	29,5	40	40	47	193,5
M2	29,5	25,5	34,5	36	43,5	169
M3	42,5	29,5	51	52,5	58	233,5
Total	109	84,5	125,5	128,5	148,5	596

Tabel Anova RAK Faktorial							
SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Keterangan
					0,05	0,01	
Kelompok	3	2,63	0,88	1,18	2,81	4,25	ns
Perlakuan	14	315,98	22,57	30,21	1,92	2,51	**
M	2	106,01	53,00	70,95	3,20	5,11	**
P	4	191,07	47,77	63,94	2,58	3,77	**
MxP	8	18,91	2,36	3,16	2,15	2,94	**
Galat	45	33,62	0,75				
Total	59	352,23					

Uji Lanjut DMRT

Perlakuan	Rata-rata	Duncan + Rata-rata	Notasi
M2P1	6,38	7,61	a
M1P1	7,38	8,67	a
M2P0	7,38	8,71	a
M3P1	7,38	8,74	a
M2P2	8,63	10,01	ab
M2P3	9,00	10,41	ab
M1P0	9,25	10,67	ab
M1P2	10,00	11,44	ab
M1P3	10,00	11,45	ab
M3P0	10,63	12,08	ab
M2P4	10,88	12,34	ab
M1P4	11,75	13,22	b
M3P2	12,75	14,23	b
M3P3	13,13	14,61	b
M3P4	14,50		c

3. Panjang Akar

Perlakuan	Kelompok				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
M1P0	7	4,5	6,5	5	23	5,75
M1P1	4,5	4	4,5	3	16	4,00
M1P2	7,5	7	8,5	7,5	30,5	7,63
M1P3	7,5	7,5	7,5	8	30,5	7,63
M1P4	8,5	8,5	8	9,5	34,5	8,63
M2P0	7,5	7,5	7,5	6	28,5	7,13
M2P1	3,5	4	3,5	4	15	3,75
M2P2	8,5	8	8	8,5	33	8,25
M2P3	8,5	7,5	8,5	8,5	33	8,25
M2P4	9	8,5	8,5	8,5	34,5	8,63
M3P0	6,5	6	5,5	5	23	5,75
M3P1	3	4,5	6	4	17,5	4,38
M3P2	6,5	8	7,5	6	28	7,00
M3P3	7	7	8,5	6,5	29	7,25
M3P4	8	9,5	9,5	9	36	9,00
Grand Total	103	102	108	99	412	103,00

Tabel Bantu 2 Arah						
Faktor M	Faktor P					Total
	P0	P1	P2	P3	P4	
M1	23	16	30,5	30,5	34,5	134,5
M2	28,5	15	33	33	34,5	144
M3	23	17,5	28	29	36	133,5
Total	74,5	48,5	91,5	92,5	105	412

Tabel Anova RAK Faktorial							
SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Keterangan
					0,05	0,01	
Kelompok	3	2,80	0,93	2,02	2,81	4,25	ns
Perlakuan	14	170,31	12,16	26,29	1,92	2,51	**
M	2	3,36	1,68	3,63	3,20	5,11	*
P	4	158,93	39,73	85,86	2,58	3,77	**
MxP	8	8,02	1,00	2,17	2,15	2,94	*
Galat	45	20,82	0,46				
Total	59	193,93					

Uji Lanjut DMRT

Perlakuan	Rata-rata	Duncan + Rata-rata	Notasi
M2P1	3,75	4,72	a
M1P1	4,00	5,02	a
M3P1	4,38	5,43	a
M1P0	5,75	6,83	b
M3P0	5,75	6,84	b
M3P2	7,00	8,11	c
M2P0	7,13	8,24	c
M3P3	7,25	8,38	c
M1P2	7,63	8,76	c
M1P3	7,63	8,77	c
M2P2	8,25	9,40	d
M2P3	8,25	9,41	d
M1P4	8,63	9,79	d
M2P4	8,63	9,79	d
M3P4	9,00		e

4. Jumlah Daun

Perlakuan	Kelompok				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
M1P0	3	3	4	3	13	3,25
M1P1	4	3	3	3	13	3,25
M1P2	3	4	3	3	13	3,25
M1P3	3	3	3	4	13	3,25
M1P4	3	4	4	4	15	3,75
M2P0	3	3	3	4	13	3,25
M2P1	3	4	3	3	13	3,25
M2P2	3	3	4	3	13	3,25
M2P3	4	3	3	3	13	3,25
M2P4	3	4	3	4	14	3,50
M3P0	4	3	3	3	13	3,25
M3P1	4	3	3	3	13	3,25
M3P2	3	4	3	3	13	3,25
M3P3	4	3	3	3	13	3,25
M3P4	3	4	4	4	15	3,75
Grand Total	50	51	49	50	200	50,00

Tabel Bantu 2 Arah						
Faktor M	Faktor P					Total
	P0	P1	P2	P3	P4	
M1	13	13	13	13	15	67
M2	13	13	13	13	14	66
M3	13	13	13	13	15	67
Total	39	39	39	39	44	200

Tabel Anova RAK Faktorial							
SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Keterangan
					0,05	0,01	
Kelompok	3	0,133	0,04	0,18	2,81	4,25	ns
Perlakuan	14	1,833	0,13	0,52	1,92	2,51	ns
M	2	0,033	0,02	0,07	3,20	5,11	ns
P	4	1,667	0,42	1,65	2,58	3,77	ns
MxP	8	0,133	0,02	0,07	2,15	2,94	ns
Galat	45	11,367	0,25				
Total	59	13,333					

5. Berat Segar

Perlakuan	Kelompok				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
M1P0	0,06	0,06	0,06	0,06	0,24	0,06
M1P1	0,06	0,05	0,06	0,07	0,24	0,06
M1P2	0,06	0,06	0,07	0,06	0,25	0,06
M1P3	0,06	0,07	0,06	0,06	0,25	0,06
M1P4	0,06	0,06	0,06	0,07	0,25	0,06
M2P0	0,06	0,06	0,06	0,06	0,24	0,06
M2P1	0,06	0,05	0,06	0,06	0,23	0,06
M2P2	0,06	0,06	0,06	0,06	0,24	0,06
M2P3	0,06	0,06	0,06	0,06	0,24	0,06
M2P4	0,07	0,06	0,06	0,06	0,25	0,06
M3P0	0,06	0,06	0,06	0,06	0,24	0,06
M3P1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,24	0,06
M3P2	0,07	0,06	0,06	0,06	0,25	0,06
M3P3	0,06	0,07	0,06	0,06	0,25	0,06
M3P4	0,07	0,06	0,06	0,07	0,26	0,07
Grand Total	0,93	0,9	0,91	0,93	3,67	0,92

Tabel Bantu 2 Arah						
Faktor M	Faktor P					Total
	P0	P1	P2	P3	P4	
M1	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	1,23
M2	0,24	0,23	0,24	0,24	0,25	1,2
M3	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	1,24
Total	0,72	0,71	0,74	0,74	0,76	3,67

Tabel Anova RAK Faktorial							
SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Keterangan
					0,05	0,01	
Kelompok	3	0,000	0,00	0,87	2,81	4,25	ns
Perlakuan	14	0,000	0,00	0,80	1,92	2,51	ns
M	2	0,000	0,00	1,25	3,20	5,11	ns
P	4	0,000	0,00	1,83	2,58	3,77	ns
MxP	8	0,000	0,00	0,17	2,15	2,94	ns
Galat	45	0,001	0,00				
Total	59	0,001					

6. Berat Kering

Perlakuan	Kelompok				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
M1P0	0,02	0,02	0,02	0,01	0,07	0,02
M1P1	0,02	0,01	0,02	0,02	0,07	0,02
M1P2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02
M1P3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02
M1P4	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02
M2P0	0,01	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02
M2P1	0,02	0,02	0,01	0,02	0,07	0,02
M2P2	0,02	0,02	0,02	0,01	0,07	0,02
M2P3	0,01	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02
M2P4	0,02	0,02	0,01	0,02	0,07	0,02
M3P0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02
M3P1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02
M3P2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02
M3P3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02
M3P4	0,02	0,01	0,02	0,03	0,08	0,02
Grand Total	0,28	0,28	0,28	0,29	1,13	0,28

Tabel Bantu 2 Arah						
Faktor M	Faktor P					Total
	P0	P1	P2	P3	P4	
M1	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,38
M2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35
M3	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,4
Total	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	1,13

Tabel Anova RAK Faktorial							
SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Keterangan
					0,05	0,01	
Kelompok	3	0,000	0,00	0,10	2,81	4,25	ns
Perlakuan	14	0,000	0,00	0,42	1,92	2,51	ns
M	2	0,000	0,00	1,98	3,20	5,11	ns
P	4	0,000	0,00	0,16	2,58	3,77	ns
MxP	8	0,000	0,00	0,16	2,15	2,94	ns
Galat	45	0,001	0,00				
Total	59	0,001					

7. Klorofil A

Perlakuan	Kelompok				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
M1P0	13,16	13,36	14,96	13,67	55,15	13,79
M1P1	10,93	12,41	13,15	11,77	48,25	12,06
M1P2	14,26	15,35	15,19	14,33	59,13	14,78
M1P3	14,61	15,80	13,99	15,15	59,56	14,89
M1P4	16,62	16,30	17,76	17,27	67,95	16,99
M2P0	13,19	14,60	15,45	14,20	57,44	14,36
M2P1	13,12	13,76	11,44	12,44	50,76	12,69
M2P2	15,03	16,11	17,83	15,20	64,18	16,04
M2P3	15,49	16,77	17,39	15,54	65,19	16,30
M2P4	18,92	19,34	17,77	19,97	76,00	19,00
M3P0	14,53	14,51	15,71	14,26	59,01	14,75
M3P1	12,80	13,62	14,59	13,69	54,70	13,67
M3P2	19,79	16,63	20,81	21,41	78,65	19,66
M3P3	19,70	17,30	20,38	19,78	77,16	19,29
M3P4	21,55	20,26	21,04	22,24	85,09	21,27
Grand Total	233,72	236,12	247,46	240,92	958,23	239,56

Tabel Bantu 2 Arah						
Faktor M	Faktor P					Total
	P0	P1	P2	P3	P4	
M1	55,15	48,25	59,13	59,56	67,95	290,05
M2	57,44	50,76	64,18	65,19	76,00	313,57
M3	59,01	54,70	78,65	77,16	85,09	354,60
Total	171,61	153,71	201,96	201,90	229,04	958,23

Tabel Anova RAK Faktorial							
SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Keterangan
					0,05	0,01	
Kelompok	3	7,35	2,45	2,68	2,81	4,25	ns
Perlakuan	14	423,14	30,22	33,04	1,92	2,51	**
M	2	106,72	53,36	58,33	3,20	5,11	**
P	4	287,55	71,89	78,58	2,58	3,77	**
MxP	8	28,87	3,61	3,94	2,15	2,94	**
Galat	45	41,17	0,91				
Total	59	471,66					

Uji Lanjut DMRT

Perlakuan	Rata-rata	Duncan + Rata-rata	Notasi
M1P1	12,06	13,43	a
M2P1	12,69	14,12	a
M3P1	13,67	15,15	a
M1P0	13,79	15,30	a
M2P0	14,62	16,16	ab
M3P0	14,75	16,31	ab
M1P2	14,78	16,36	ab
M1P3	14,89	16,48	ab
M2P2	16,04	17,64	b
M2P3	16,30	17,91	b
M1P4	16,99	18,61	b
M2P4	19,00	20,63	c
M3P3	19,29	20,92	c
M3P2	19,66	21,30	c
M3P4	21,27		c

8. Klorofil B

Perlakuan	Kelompok				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
M1P0	25,16	27,20	26,74	25,33	104,44	26,11
M1P1	24,53	23,22	28,89	26,03	102,66	25,66
M1P2	31,24	27,16	27,33	31,93	117,65	29,41
M1P3	29,69	20,52	35,14	29,05	114,41	28,60
M1P4	36,26	33,50	34,51	33,00	137,27	34,32
M2P0	30,82	26,28	22,43	28,32	107,85	26,96
M2P1	23,75	26,84	27,55	28,66	106,79	26,70
M2P2	35,24	27,32	23,85	32,56	118,98	29,74
M2P3	31,73	27,41	23,44	32,31	114,89	28,72
M2P4	39,65	32,16	25,30	36,88	133,98	33,50
M3P0	36,54	29,85	27,08	29,88	123,36	30,84
M3P1	36,45	26,56	29,68	28,02	120,71	30,18
M3P2	40,65	44,00	29,66	35,17	149,49	37,37
M3P3	43,59	34,88	24,51	33,76	136,75	34,19
M3P4	42,47	34,78	26,54	34,35	138,15	34,54
Grand Total	507,78	441,68	412,64	465,27	1827,37	456,84

Tabel Bantu 2 Arah						
Faktor M	Faktor P					Total
	P0	P1	P2	P3	P4	
M1	104,44	102,66	117,65	114,41	137,27	576,42
M2	107,85	106,79	118,98	114,89	133,98	582,50
M3	123,36	120,71	149,49	136,75	138,15	668,45
Total	335,65	330,16	386,12	366,05	409,40	1827,37

Tabel Anova RAK Faktorial							
SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Keterangan
					0,05	0,01	
Kelompok	3	323,29	107,76	7,28	2,81	4,25	**
Perlakuan	14	715,92	51,14	3,45	1,92	2,51	**
M	2	264,89	132,44	8,94	3,20	5,11	**
P	4	374,35	93,59	6,32	2,58	3,77	**
MxP	8	76,67	9,58	0,65	2,15	2,94	ns
Galat	45	666,47	14,81				
Total	59	1705,68					

Uji Lanjut DMRT

Perlakuan	Rata-rata	Duncan + Rata-rata	Notasi
M1P1	25,66	31,15	a
M1P0	26,11	31,87	a
M2P1	26,70	32,65	a
M2P0	26,96	33,05	a
M1P3	28,60	34,79	ab
M2P3	28,72	34,99	ab
M1P2	29,41	35,75	b
M2P2	29,74	36,14	b
M3P1	30,18	36,62	c
M3P0	30,84	37,32	c
M2P4	33,50	40,01	d
M3P3	34,19	40,73	d
M1P4	34,32	40,89	d
M3P4	34,54	41,13	d
M3P2	37,37		e

9. Kandungan ROS

Perlakuan	Kelompok				Total	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4		
M1P0	0,16	0,15	0,16	0,15	0,62	0,15
M1P1	0,16	0,15	0,15	0,15	0,61	0,15
M1P2	0,14	0,13	0,13	0,13	0,53	0,13
M1P3	0,13	0,13	0,14	0,13	0,53	0,13
M1P4	0,12	0,12	0,13	0,13	0,50	0,12
M2P0	0,13	0,13	0,14	0,14	0,53	0,13
M2P1	0,14	0,14	0,14	0,14	0,56	0,14
M2P2	0,11	0,11	0,11	0,12	0,46	0,11
M2P3	0,12	0,12	0,11	0,12	0,47	0,12
M2P4	0,11	0,11	0,11	0,11	0,44	0,11
M3P0	0,15	0,15	0,15	0,15	0,59	0,15
M3P1	0,16	0,15	0,16	0,15	0,62	0,16
M3P2	0,12	0,12	0,12	0,12	0,48	0,12
M3P3	0,12	0,13	0,12	0,12	0,49	0,12
M3P4	0,11	0,11	0,10	0,10	0,43	0,11
Grand Total	1,97	1,97	1,96	1,96	7,86	1,96

Tabel Bantu 2 Arah						
Faktor M	Faktor P					Total
	P0	P1	P2	P3	P4	
M1	0,62	0,61	0,53	0,53	0,50	2,79
M2	0,53	0,56	0,46	0,47	0,44	2,45
M3	0,59	0,62	0,48	0,49	0,43	2,62
Total	1,74	1,79	1,47	1,50	1,36	7,86

Tabel Anova RAK Faktorial							
SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab		Keterangan
					0,05	0,01	
Kelompok	3	0,0000	0,0000	0,36	2,81	4,25	ns
Perlakuan	14	0,0147	0,0011	116,34	1,92	2,51	**
M	2	0,0028	0,0014	155,05	3,20	5,11	**
P	4	0,0113	0,0028	312,56	2,58	3,77	**
MxP	8	0,0006	0,0001	8,56	2,15	2,94	**
Galat	45	0,0004	0,00001				
Total	59	0,0152					

Uji Lanjut DMRT

Perlakuan	Rata-rata	Duncan + Rata-rata	Notasi
M3P4	0,107	0,111	a
M2P4	0,109	0,114	a
M2P2	0,114	0,119	ab
M2P3	0,118	0,122	ab
M3P2	0,121	0,126	ab
M3P3	0,124	0,128	ab
M1P4	0,125	0,129	ab
M1P2	0,133	0,138	b
M1P3	0,133	0,138	b
M2P0	0,133	0,138	b
M2P1	0,139	0,144	bc
M3P0	0,148	0,153	c
M1P1	0,153	0,158	c
M1P0	0,154	0,159	c
M3P1	0,155		d

Lampiran Dokumentasi Percobaan

Penyemaian benih



Perbanyakkan bakteri rhizosfer



Penimbangan bahan untuk media



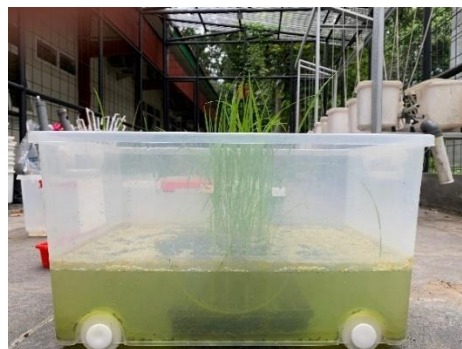
Menghomogenkan media



Mensentrifuge



Menentukan nilai absorbansi dengan spektrofometer



Perendaman tanaman padi