

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Daya Berkecambah (DB)

Data hasil pengamatan daya berkecambah disajikan pada (Tabel Lampiran 1.a). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi agen hayati rhizobakteri berpengaruh nyata terhadap parameter daya berkecambah. Lama perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap parameter daya berkecambah, sedangkan interaksi antara konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah (Tabel Lampiran 1.b).

Tabel 1. Rata-rata daya berkecambah (%) benih padi perlakuan konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman

Agen Hayati Rhizobakteri	Lama Perendaman		NP BNJ 5%
	L1	L2	
R0	65,33 ^a _q	86,00 ^a _p	21,72
R1	70,67 ^a _{pq}	90,00 ^a _p	
R2	75,67 ^a _{pq}	78,67 ^a _p	
R3	78,67 ^a _{pq}	78,67 ^a _p	
R4	88,00 ^a _p	92,00 ^a _p	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a) pada baris dan (p, q) pada kolom, berbeda tidak nyata menurut uji BNJ taraf 5%.

Tabel 1 menunjukkan hasil uji lanjut BNJ 5% pada parameter daya berkecambah. Menunjukkan bahwa rata-rata daya berkecambah tertinggi pada konsentrasi agen hayati rhizobakteri 100% dan lama perendaman 4 jam (R4L2) dengan daya berkecambah 92,00% tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 1 jam (L1). Rata-rata jumlah daya berkecambah terendah diberikan oleh perlakuan kontrol dan lama perendaman 1 jam (R0L1) dengan daya berkecambah 65,33%.

2. Potensi Tumbuh Maksimum (PTM)

Data hasil pengamatan potensi tumbuh maksimum dan sidik ragam disajikan pada (Tabel Lampiran 2.a). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lama perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap parameter potensi tumbuh maksimum, sedangkan konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan interaksi konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman berpengaruh tidak nyata terhadap parameter potensi tumbuh maksimum (Tabel Lampiran 2.b).

Tabel 2. Rata-rata potensi tumbuh maksimum (%) benih padi perlakuan konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman

Agen Hayati Rhizobakteri	Lama Perendaman		Rata-rata
	L1	L2	
R0	91,33	98,67	95,00
R1	91,33	99,33	95,33
R2	92,00	94,67	93,33
R3	94,00	98,00	96,00
R4	95,33	98,00	96,67
Rata-rata	92,80 ^b	97,73 ^a	
NP BNJ 5%	3,01		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5%.

Tabel 2. menunjukkan hasil uji lanjut BNJ 5% pada parameter potensi tumbuh maksimum diperoleh rata-rata jumlah potensi tumbuh maksimum tertinggi yaitu 97,73% dengan perlakuan lama perendaman 4 jam (L2) berbeda nyata dengan lama perendaman 1 jam (L1). Perlakuan lama perendaman 1 jam (L1) juga berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 4 jam (L2).

3. Indeks Vigor (IV)

Data hasil pengamatan indeks vigor disajikan pada (Tabel Lampiran 3.a). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lama perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap parameter potensi tumbuh maksimum, sedangkan konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan interaksi antara konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman berpengaruh tidak nyata terhadap parameter indeks vigor (Tabel Lampiran 3.b).

Tabel 3. Rata-rata indeks vigor (%) benih padi perlakuan konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman

Agen Hayati Rhizobakteri	Lama Perendaman		Rata-rata
	L1	L2	
R0	62,00	93,33	77,67
R1	70,67	93,33	82,00
R2	83,33	88,67	86,00
R3	81,33	92,00	86,67
R4	87,33	92,67	90,00
Rata-rata	76,93 ^b	92,00 ^a	
NP BNJ 5%	10,97		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5%.

Tabel 3. menunjukkan hasil uji lanjut BNJ 5% pada parameter indeks vigor diperoleh rata-rata jumlah indeks vigor tertinggi yaitu 92,00% dengan perlakuan lama perendaman 4 jam (L2) berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 1 jam (L1) dengan rata-rata indeks vigor 76,93%.

4. Keserempakan Tumbuh (KST)

Data hasil pengamatan keserempakan tumbuh disajikan pada (Tabel Lampiran 4.a). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lama perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap parameter keserempakan tumbuh, sedangkan

konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan interaksi konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman berpengaruh tidak nyata terhadap parameter keserempakan tumbuh (Tabel Lampiran 4.b).

Tabel 4. Rata-rata keserempakan tumbuh (%) benih padi perlakuan konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman

Agen Hayati Rhizobakteri	Lama Perendaman		Rata-rata
	L1	L2	
R0	67,33	73,33	70,33
R1	69,33	73,33	71,33
R2	70,67	74,00	72,33
R3	71,33	75,33	73,33
R4	72,00	76,00	74,00
Rata-rata	70,13 ^b	74,40 ^a	
NP BNJ 5%	2,11		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5%.

Tabel 4. menunjukkan hasil uji lanjut BNJ 5% pada parameter keserempakan tumbuh diperoleh rata-rata jumlah keserempakan tumbuh tertinggi yaitu 74,40% dengan perlakuan lama perendaman 4 jam (L2) berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 1 jam (L1) dengan rata-rata keserempakan tumbuh 70,13%.

5. Kecepatan Tumbuh (KCT) %

Data hasil pengamatan kecepatan tumbuh disajikan pada (Tabel Lampiran 5.a). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lama perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap parameter kecepatan tumbuh, sedangkan konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan interaksi konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman berpengaruh tidak nyata terhadap parameter kecepatan tumbuh (Tabel Lampiran 5.b).

Tabel 5. Rata-rata kecepatan tumbuh benih (%/etmal) padi perlakuan konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman

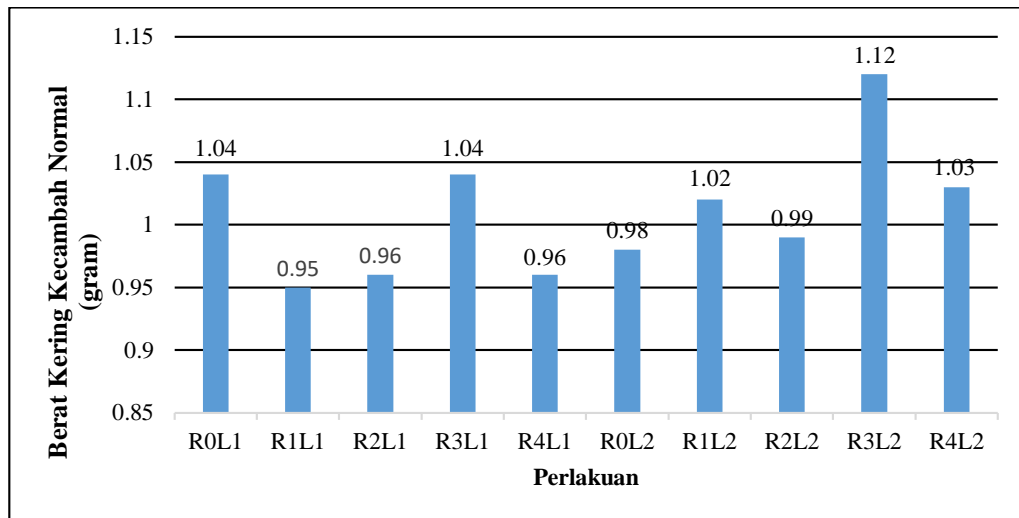
Agen Hayati Rhizobakteri	Lama Perendaman		Rata-rata
	L1	L2	
R0	39,73	76,31	58,02
R1	44,39	72,92	58,66
R2	59,15	74,20	66,67
R3	58,03	73,88	65,96
R4	55,78	73,85	64,82
Rata-rata	51,42 ^b	74,23 ^a	
NP BNJ 5%	8,90		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda berarti berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5%.

Tabel 5. menunjukkan hasil uji lanjut BNJ 5% pada parameter kecepatan tumbuh diperoleh rata-rata jumlah kecepatan tumbuh tertinggi yaitu 74,23%/etmal dengan perlakuan lama perendaman 4 jam (L2) berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 1 jam (L1) dengan rata-rata kecepatan tumbuh 51,42 %/etmal.

6. Berat Kering Kecambah Normal

Data hasil pengamatan berat kering kecambah normal disajikan pada (Tabel Lampiran 6.a). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman serta interaksi antara keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap parameter berat kering kecambah normal (Tabel Lampiran 6.b).



Gambar 1. Berat kering kecambah normal benih padi perlakuan konsentrasi suspensi rhizobakteri dan perendaman benih.

Gambar 1 menunjukkan grafik rata-rata berat kering kecambah normal terberat yaitu pada perlakuan konsentrasi agen hayati rhizobakteri 75% dengan lama perendaman 4 jam (R3L2) dengan rata-rata berat kering kecambah normal yaitu 1,12 gram. Sedangkan rata-rata berat kering kecambah normal terendah yaitu pada konsentrasi agen hayati rhizobakteri 25% dengan lama perendaman 1 jam (R1L1) dengan rata-rata berat kering kecambah normal yaitu 0,95 gram.

Pembahasan

Varietas benih yang digunakan adalah benih padi Inpari 50 Marem. Sebelum benih diberi perlakuan pada parameter viabilitas, daya berkecambah 75% dan potensi tumbuh maksimum 100%. Sedangkan pada parameter vigor, indeks vigor 75%, keserempakan tumbuh 50%, kecepatan tumbuh 20,69%, berat kering 0,41 gram dan kadar air 12,28%. Dengan karakter benih yang demikian menandakan bahwa benih telah mengalami kemunduran kualitas benih disebut *deteriorasi* benih. Benih yang telah mengalami *deteriorasi* berarti mundurnya

kualitas benih yang menyebabkan perubahan yang menyeluruh pada aspek benih baik secara fisik maupun fisiologis (Harawati *et al.*, 2021).

1. Konsentrasi Agen Hayati Rhizobakteri

Berdasarkan hasil penelitian ini, pada sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi agen hayati rhizobakteri berpengaruh tidak nyata terhadap semua parameter kecuali parameter daya berkecambah. Pada konsentrasi agen hayati rhizobakteri 100% (R4) menunjukkan daya berkecambah tertinggi yaitu 92,00%. Konsentrasi rhizobakteri dapat meningkatkan daya berkecambah dari 75% ke 92%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Mudi *et al.* (2023), bahwa perlakuan benih rhizobakteri asal rhizosfer kelapa sawit mampu meningkatkan daya berkecambah benih padi dari 36,67% ke 93,33%.

Kemampuan rhizobakteri untuk memperbaiki kinerja daya berkecambah benih dapat disebabkan oleh perannya sebagai biostimulan yang menghasilkan ZPT, selain fungsinya sebagai agen bioprotektan (Wahdah *et al.*, 2018). Peningkatan kecepatan perkecambahan benih yang direndam dalam larutan rhizobakteri disebabkan oleh hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) yang diproduksi oleh bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang terdapat dalam rhizobakteri, serta hormon IAA endogen dalam benih yang dimanfaatkan selama fase perkecambahan. Kehadiran IAA dalam benih menyebabkan pengaktifan pompa ion H⁺ yang mengakibatkan penurunan pH sel. Keadaan asam sel tersebut mengaktifkan enzim yang memecah ikatan polisakarida dalam dinding sel benih. Hal ini mengakibatkan lentur dinding sel benih, memungkinkan masuknya air ke dalam sel benih melalui proses osmosis (Zakia *et al.*, 2017). Rhizobakteri

yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan hormon tumbuhan seperti auxin, giberelin, dan sitokinin juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkecambahan tanaman. Hormon-hormon tersebut dihasilkan melalui peran rhizobakteri sebagai pelarut fosfat dalam proses fiksasi nitrogen. Ketersediaan unsur nitrogen dapat berperan dalam merangsang pertumbuhan perkecambahan tanaman. Oleh karena itu, diperkirakan bahwa semakin tinggi konsentrasi rhizobakteri yang diberikan akan semakin banyak pula mikroba yang dapat membantu dan memaksimalkan panjang perkecambahan secara optimal.

Air cucian beras yang ada dalam konsentrasi suspensi rhizobakteri mengandung nutrisi yang seimbang dalam mendukung pertumbuhan koloni bakteri. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Nontji *et al.*, (2023), menunjukkan bahwa media air beras mengandung nutrisi dalam jumlah yang lebih besar sehingga cukup dalam mendukung pertumbuhan koloni bakteri. Bakteri memanfaatkan karbohidrat atau gula sebagai sumber energi utama untuk proses pembelahan sel. Dalam hal ini, air beras memiliki kandungan karbohidrat paling tinggi diantara semua perlakuan yaitu 90%. Kondisi ini memungkinkan bakteri untuk mempertahankan pertumbuhan bakteri lebih lama.

Berdasarkan hasil penelitian ini konsentrasi suspensi rhizobakteri berpengaruh tidak nyata terhadap parameter potensi tumbuh maksimum, indeks vigor, keserempakan tumbuh, kecepatan, dan berat kering. Hal ini diduga bahwa penggunaan rhizobakteri dinilai tidak berhasil digunakan pada proses perkecambahan, karena bakteri yang terkandung dalam rhizobakteri secara mendasar mengkolonisasi wilayah di sekitar akar tanaman. Bakteri ini aktif

dalam sintesis dan produksi fitohormon pada area rizosfer, sehingga pemanfaatannya dianggap tidak tepat untuk meningkatkan proses perkecambahan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyuni *et al.* (2020), bahwa pemberian rhizobakteri tidak berpengaruh nyata pada beberapa parameter perkecambahan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan peran rhizobakteri sebagai biostimulan yang memacu pertumbuhan melalui produksi fitohormon yang belum mencapai tingkat maksimal. Selain itu, kinerja rhizobakteri sebagai pemfiksasi nitrogen dan pelarutan fosfat juga tidak optimal dalam meningkatkan proses perkecambahan. Selain itu faktor yang menyebabkan tidak berpengaruh signifikan pada parameter vigor benih kemungkinan disebabkan oleh rendahnya indeks vigor benih pada benih padi varietas Inpari 50 Marem. Benih padi varietas ini tidak mampu berkecambah pada kondisi lingkungan yang suboptimal.

2. Lama Perendaman

Berdasarkan hasil penelitian ini, pada sidik ragam menunjukkan bahwa lama perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap parameter potensi tumbuh maksimum, daya berkecambah, keserempakan tumbuh, dan kecepatan tumbuh. Pada lama perendaman menunjukkan waktu perendaman benih terbaik yaitu 4 jam (R2). Semakin lama perendaman benih dapat memaksimalkan upaya dari bakteri. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Adnan *et al.* (2017), perendaman benih dengan lama 4 jam mampu meningkatkan perkecambahan benih. Melalui perendaman selama 4 jam, proses imbibisi ke

dalam lapisan kulit benih berlangsung secara optimal, yang mengakibatkan peningkatan daya kecambah benih.

Perlakuan perendaman benih akan mempengaruhi permeabilitas membran sel dan beda potensial air antara bagian dalam dan luar sel. Proses penyerapan air oleh sel tanaman dapat meningkatkan tekanan turgor sel sehingga menyebabkan pertumbuhan sel (Lakitan, 1996 *dalam* Sari *et al.*, 2018). Fase akhir dormansi ditandai dengan fase berkecambah, yang dimulai dengan penghisapan air (imbibisi) dan pelunakan kulit benih sehingga menyebabkan hidratisasi protoplasma. Setelah fase dormansi berakhir, aktivitas enzimatik dimulai. Dalam proses metabolisme, embrio menghasilkan giberelin yang kemudian ditranslokasikan ke lapisan aleuron sehingga menghasilkan enzim amilase. Proses selanjutnya adalah enzim ini memasuki cadangan makanan dan mengkatalis perubahan pati menjadi gula, memberikan energi yang diperlukan untuk aktivitas sel dan pertumbuhan (Ismail, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian ini lama perendaman berpengaruh tidak nyata terhadap berat kering. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Yuliani *et al.* (2015), perlakuan perendaman benih tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat kering kecambah padi Gogo varietas Situ Bagendit. Benih dengan potensi daya berkecambah yang tinggi mungkin memiliki berat kering yang rendah, terutama jika ukuran kecambahnya secara normal lebih kecil. Ketika masa penyimpanan berlangsung lebih lama, terjadinya penurunan keseragaman pertumbuhan dan kecepatan pertumbuhan

benih menjadi lebih rendah. Akibatnya berat kering kecambah dalam keadaan normal juga menjadi lebih rendah (Wahdah *et al.*, 2018).

3. Interaksi Konsentrasi Agen Hayati Rhizobakteri dan Lama Perendaman

Berdasarkan hasil penelitian ini, pada sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi agen hayati rhizobakteri dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap parameter daya berkecambah dengan kombinasi perlakuan terbaik yaitu konsentrasi agen hayati rhizobakteri 100% dan lama perendaman 4 jam. Hal ini diduga bahwa rhizobakteri mampu memproduksi hormon indol-3 acetic acid (IAA). Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Herawati *et al.*, (2021), menunjukkan bahwa invigorasi melalui perendaman benih padi dalam larutan mikroba fungsional dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih yang telah mengalami kemunduran (daya berkecambah 75%) serta dapat menyamai viabilitas dan vigor benih benih bermutu yaitu dengan daya berkecambah 93%.

Rhizobakteri terdapat berbagai jenis bakteri yang memiliki kemampuan untuk mengikat unsur N dari udara. Penerapan rhizobakteri pada perendaman benih bertujuan meningkatkan kemampuan akar dalam menyerap unsur Nitrogen (Ariyanto *et al.*, 2013). Rhizobakteri memiliki kemampuan untuk meningkatkan proses perkecambahan benih dan perkembangan sistem akar tanaman. Selain itu, rhizobakteri juga dapat memberikan perlindungan terhadap penyakit yang ditularkan melalui benih, yang disebabkan oleh berbagai mikroorganisme seperti bakteri, cendawan, dan nematoda. Penerapan rhizobakteri pada benih dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan

mensesintesis dan mengatur hormon-hormon seperti auksi, giberelin, sitokinin, dan etilen dalam lingkungan akar (Wahdah *et al.*, 2018).

Bakteri yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan hormon IAA memiliki dampak positif pada proses perkecambahan benih padi. Hormon IAA memiliki efek dalam melarutkan pektin sehingga dinding sel menjadi lunak, sehingga meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap air yang berakibat pada pengembangan sel yang lebih baik (Mudi *et al.*, 2023). IAA merupakan komponen utama dalam hormon auksin yang mampu memajukan perkembangan sel dan meningkatkan aktivitas enzim. Rhizobakteri memiliki kapabilitas untuk menyediakan dan memobilisasi penyerapan nutrisi, serta mampu menghambat aktivitas patogen dengan menghasilkan senyawa antibiotik (Prasetyo *et al.*, 2019).

Tujuan dari lama perendaman benih adalah untuk memungkinkan bakteri dapat mengkoloni benih dan akar pada tahap awal pertumbuhannya. Perendaman dilakukan pada suhu ruangan dengan pergerakan air yang stabil untuk memungkinkan bakteri masuk melalui proses imbibisi pada benih (Mangmang *et al.*, 2015). Benih direndam maka akan terjadi proses imbibisi yaitu, penyerapan air ke dalam rongga jaringan melalui pori-pori secara pasif. Proses ini terutama disebabkan oleh daya serap senyawa polisakarida seperti hemiselulosa, pati, dan selulosa. Imbibisi terjadi saat air memasuki benih melalui proses yang spesifik dan imbibisi air oleh benih sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia benih, permeabilitas benih, dan ketersediaan air.

Jika lama perendaman melewati perendaman optimum, maka proses pertumbuhan dapat terganggu. Menurut Utomo (2006), perendaman yang berlangsung terlalu lama dapat mengakibatkan kekurangan oksigen (anoksida) yang dapat menghambat proses respirasi. Respirasi merupakan tahap penting dalam perkecambahan yang terjadi setelah fase penyerapan air. Jika proses respirasi terhambat perkecambahan akan berlangsung akan berjalan lebih lambat. Namun jika lama perendaman benih dilakukan dengan tepat waktu, maka benih memiliki potensi untuk mengalami kecambah yang optimal. Namun, apabila perendaman dilakukan dalam waktu yang berlebihan maka akan menyebabkan kerusakan pada embrio benih, yang kemudian mengakibatkan kegagalan dalam kecambah benih secara normal bahkan bisa tidak mengalami pertumbuhan sama sekali (Lusiana, 2013).