

Efek Inokulasi Bakteri Pemfiksasi N dalam *Carrier* Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Gogo pada Inceptisol

Pujawati Suryatmana dan Mieke Rochimi Setiawati

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Jln. Ir. Soekarno km. 21 Jatinangor, Kab. Sumedang 45363 Jawa Barat

Korespondensi : pujawati@unpad.ac.id

ABSTRACT

*National rice production in Indonesia is supported by two main rice-growing types—lowland (paddy) and upland (dryland) rice. Lowland rice contributes a larger share to national rice production than upland rice. However, several constraints in lowland rice cultivation may hinder efforts to further increase its productivity. One alternative approach to address these constraints is the development of upland rice cultivation. The objective of this study was to investigate the effects of urea fertilizer dosage and nitrogen-fixing bacteria (NFB) applied with different carrier materials (compost, a mixture of compost and rice bran, and Azolla) on the growth and yield of upland rice grown on Inceptisols in Jatinangor. The experiment was arranged in a randomized block design with two factors: urea fertilizer dosage (100% and 50% of the recommended rate) and the application of nitrogen-fixing bacteria using various carrier materials (compost, rice bran, and Azolla meal) as well as a liquid culture without a carrier. The results demonstrated that the effect of urea dosage was independent of the nitrogen-fixing bacteria applied using carrier materials. Individually, the treatments were not significantly affected the population of *Azotobacter* spp. and *Azospirillum* spp., plant height, number of panicles, or 1,000-grain weight of upland rice. However, the nitrogen-fixing bacteria inoculation with a mixed carrier (compost, rice bran, and Azolla) significantly increased filled grain weight, resulting in the highest average filled grain yield of 37.30 g per plant.*

Key words: Azotobacter sp. Azospirillum sp., carrier, Oryza sativa.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan beras terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia. Peningkatan ini harus disertai dengan peningkatan produksi padi. Menurut Irawan (2015) produksi padi nasional berasal dari 95 % produksi padi sawah dan 5% produksi padi ladang, seperti padi gogo. Kontribusi padi sawah terhadap produksi padi nasional lebih besar daripada padi gogo. Namun, terdapat beberapa masalah dalam produksi padi sawah seperti konversi lahan sawah ke penggunaan nonpertanian dan degradasi tanah sawah. Diperkirakan laju alih fungsi lahan sawah nasional sebesar 96.512 ha per tahun (Mulyani *et al.*, 2016). Oleh karena itu, produksi beras nasional tidak bisa hanya bergantung pada padi sawah saja.

Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pengembangan budidaya padi gogo.

Jenis padi ini ditanam di ladang atau di lahan kering. Terdapat 25,09 juta ha lahan yang berpotensi untuk areal pengembangan tanaman pangan lahan kering (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2012). Jika ditinjau dari produktivitas, padi gogo memiliki produktivitas yang lebih rendah daripada padi sawah. Irawan (2015) melaporkan bahwa pada tahun 2013, padi sawah memiliki produktivitas 5,32 ton/ha, sedangkan padi gogo hanya memiliki produktivitas 3,34 ton/ha.

Optimalisasi produksi padi gogo dapat dicapai bila nutrisi yang tersedia cukup. Kasno & Rostaman (2017) melaporkan bahwa Nitrogen termasuk faktor pembatas utama bagi pertumbuhan padi pada lahan sawah atau padi, sehingga jika hara N tidak terpenuhi kebutuhannya, maka dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Upaya pemenuhan kebutuhan nitrogen padi gogo dapat dilakukan dengan pemupukan urea. Namun, terdapat banyak keter-

batasan dari pupuk urea ini seperti efisiensi pupuk yang rendah, volatile, sampai potensi meningkatkan kemasaman tanah. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan pendekatan terpadu dengan mengombinasikan penggunaan pupuk anorganik dengan pupuk hayati sesuai dengan kebutuhan tanaman (Simanungkalit, 2006).

Agen biologis dalam pupuk hayati sangat beragam, dimana salah satunya adalah bakteri pemfiksasi nitrogen, seperti *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. *Azotobacter* sp. Bakteri-bakteri ini dapat menambat N_2 dari udara dan mengonversinya ke dalam bentuk NH_3 di tanah dapat terbentuk pada kadar yang relatif tinggi, yaitu 10–46 kg ha⁻¹ per tahun (Simanungkalit, 2006). *Azospirillum* juga dilaporkan dapat meningkatkan komponen hasil pada padi (Sasaki, 2010).

Keberhasilan aplikasi bakteri pemfiksasi nitrogen dipengaruhi oleh pemilihan carrier, terutama carrier berbahan organik campuran yang berpotensi mendukung kinerja bakteri, diantaranya adalah campuran Kompos, dedak dan tepung Azolla. *Carrier* berfungsi sebagai habitat sementara mikroba sebelum diaplikasikan. Penggunaan carrier yang tidak sesuai berpotensi mengurangi efektivitas pupuk hayati dalam menyuplai hara bagi tanaman. *Carrier* juga berperan penting dalam menjaga viabilitas serta kinerja mikroba pupuk hayati hingga saat diaplikasikan (Suryantini, 2016).

Carrier organik seperti dedak, kompos, dan tepung Azolla merupakan *carrier* yang potensial sebagai *carrier* mikrob pemfiksasi N. Ketiga jenis *carrier* tersebut mempunyai komposisi nutrisi yang berbeda. Dedak padi mengandung karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi untuk mikrob (Zahroh *et al.*, 2018; Adegoke *et al.*, 2019). *Carrier* berbasis kompos memiliki kandungan unsur hara yang mendukung kelangsungan hidup bakteri (Larasati *et al.*, 2019). Sementara itu, Setiawati *et al.* (2017) menunjukkan bahwa *carrier* *Azolla pinnata* sangat berpengaruh nyata

terhadap peningkatan kandungan N-total dan P-total pupuk hayati padat. Perbedaan tersebut diharapkan dapat saling mengisi apabila digunakan dalam bentuk campuran.

Menurut Rosiana *et al.*, (2013), kombinasi kompos *Azolla*, kompos jerami, dan inokulan *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Bacillus subtilis*, dan *Bacillus megatherium* berpengaruh nyata terhadap hasil tanaman padi. Rohmah *et al.* (2016) juga menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi media pembawa bakteri penambat nitrogen dapat meningkatkan unsur nitrogen dalam tanah yang akan mendukung pertumbuhan tanaman.

Pemanfaatan urea serta bakteri pemfiksasi nitrogen yang diaplikasikan melalui *carrier* berbasis bahan organik merupakan salah satu strategi yang efektif untuk meningkatkan hasil padi gogo. Salah satu jenis tanah yang berpotensi dikembangkan untuk budidaya padi gogo ialah Inceptisols. Ordo tanah ini tersebar luas di Indonesia. Menurut Kasno (2009) sebaran Inceptisols di Indonesia mencapai 52,0 juta ha. Namun, Inceptisols umumnya menghadapi kendala berupa pH yang masam dan ketersediaan hara yang rendah. Suriadikusumah (2014) melaporkan bahwa Inceptisols asal Jatinangor memiliki status hara rendah, yang ditunjukkan oleh N-total tergolong sedang (0,21), C-organik rendah (1,87%), serta KTK rendah (15,4 cmol kg⁻¹).

Penelitian ini difokuskan pada uji efektifitas konsorsium Mikroba pemfiksasi N (*Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp) dalam *carrier* berbasis kompos, dedak dan Azolla dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil padi gogo.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dalam skala rumah kaca di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Ketinggian tempat 752 m dpl. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah Departemen Ilmu

Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran.

2.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial yang melibatkan dua factor. Faktor I adalah dosis pemupukan urea yang terdiri dari 100% dosis rekomendasi dan 50% dosis rekomendasi. Sedangkan Faktor II adalah inokulan konsorsium *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. dalam dua bahan pembawa, yaitu control (kultur cair tanpa bahan pembawa), kompos, campuran dedak, kompos adna Azolla. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

Faktor I (Dosis Pupuk Urea)

A1 = 100% dosis rekomendasi urea

A2 = 50% dosis rekomendasi urea

Faktor II (Inokulan konsorsium pemfiksasi N) dalam *carrier* berbasis campuran kompos, dedak dan Azolla (1:1:1).

B0 = Bakteri Pemfiksasi N (BPN) dalam kultur cair

B1 = Bakteri Pemfiksasi (BPN) dalam kompos

B2 = Bakteri Pemfiksasi N (BPN) dalam *carrier* campuran

Parameter yang diamati meliputi: tinggi, populasi *Azotobacter* spp., *Azospirillum* spp. dan jumlah malai. Komponen hasil terdiri dari berat 1000 butir gabah dan persentase gabah bernas.

2.2 Pembuatan Formulai Bakteri Pemfiksasi Nitrogen dalam Bahan Pembawa

Penelitian ini menggunakan isolat bakteri *Azotobacter vinelandii* dan *Azospirillum* sp. yang merupakan koleksi Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, hasil isolasi dari Kebun Percobaan Ciparanje Universitas Padjadjaran.

Kedua kultur bakteri pemfiksasi nitrogen ditumbuhkan pada agar miring media Ashby untuk *Azotobacter* sp. dan media Okon untuk *Azospirillum* sp. selama 72 jam dalam inkubator pada suhu 30° C untuk memperoleh kultur murni *starter* yang segar. Selanjutnya masing masing biakan murni cair diperkaya menggunakan media Ashby dan media Okon cair steril di dalam erlenmeyer ukuran 100 ml. Masing-masing kultur murni cair *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. sebanyak 5% diinokulasikan ke dalam media berbasis molase dengan komposisi 2% molase dalam 1.000 ml akuades diinkubasikan pada suhu 28°C dengan pengocokan 110 rpm selama 72 jam. Selanjutnya dilakukan pencampuran kedua bakteri menjadi kultur campuran. sp. dan dihomogenisasi.

Carrier yang dikaji dalam riset ini adalah tepung Azolla, kompos, dan dedak yang dicampurkan secara homogen, dilakukan menggunakan wadah secara aseptik dengan mencampurkan setiap bahan. Tahap lanjut adalah proses inokulasi kultur campuran bakteri pemfiksasi N sebanyak 10% ke dalam bahan pembawa yang sudah disiapkan. Sebelum diaplikasikan ke lapangan, 0,25 gr inokulan dalam *carrier* padat diencerkan terlebih dahulu menggunakan kompos pupuk kandang sebanyak 100x untuk diaplikasikan.

2.3 Penyiapan Media Tanaman dan Benih Padi Gogo

Media tanam yang digunakan adalah tanah inceptisols yang diambil dari Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Tanah sebagai media tanaman terlebih dahulu dibersihkan dari sisa pertanaman dan gulma, dikering-anginkan, dan diayak dengan ukuran 2 mm. Setelah itu, tanah dimasukkan ke dalam *polybag* yang akan digunakan. Masing-masing *polybag* berisi 10 kg tanah.

Benih yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi gogo varietas Situ Bagendit yang memiliki potensi hasil 6,0 ton

ha⁻¹. Sebelum melakukan penanaman, benih terlebih dahulu direndam dalam air untuk memisahkan benih hampa dan benih bernas. Setelah itu, benih bernas diperam selama satu malam. Pemeraman dilakukan dengan membungkus benih padi dalam kain lembab. Hal ini bertujuan untuk merangsang perkecambahan benih padi (Jamilah, 2017). Apabila benih padi sudah berkecambah, benih siap ditanam di dalam *polybag*

2.4 Aplikasi Inokulan Padat dan Penanaman

Sebelum ditanami bibit padi gogo, *polybag* yang sudah berisi 10 kg tanah diberi inokulan padat yang sudah diformulasikan dengan *carrier* sesuai perlakuan. Aplikasi inokulan tersebut dilakukan dengan *soil inoculation* atau dengan memasukkan inokulan ke dalam tanah melalui lubang tanam sedalam ± 5 cm. Dosis inokulan padat hasil pengenceran dengan kompos yang diaplikasikan adalah 25 gram.

Tanah dalam *polybag* yang sudah diberi inokulan kemudian ditanami bibit padi gogo yang sudah disemai. Dua bibit padi gogo dimasukkan ke dalam lubang tanam yang sudah diberi inokulan. Selanjutnya dilakukan pemupukan menggunakan SP-36 dengan dosis 100 kg ha⁻¹ dan KCl dengan dosis 100 kg ha⁻¹. Dosis pupuk SP-36 dan pupuk KCl yang diberikan pada setiap *polybag* adalah 0,50 gram. Pemupukan dilakukan dengan mengaplikasikan pupuk ke dalam lubang tanam sedalam ± 3 cm di dekat lubang tanam, kemudian ditutup kembali dengan tanah.

2.5 Pemeliharaan, Pengamatan dan Pemanenan

Pemeliharaan tanaman dilakukan secara berkala meliputi penyulaman, penyiangan, penyiraman, pemupukan susulan, dan pengendalian hama dan penyakit tanaman. Penyulaman dilakukan jika terdapat tanaman padi gogo yang mati. Pencabutan gulma dilakukan secara manual dengan mencabut gulma dari *polybag*

menggunakan tangan. Penyiraman dilakukan sesuai dengan kapasitas lapang tanah padi gogo, yaitu 500 ml untuk setiap *polybag*.

Parameter yang diamati pada penelitian ini antara lain komponen pertumbuhan (tinggi tanaman) dan komponen hasil padi gogo. Komponen pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah malai, dan berat akar dan pupus. Sedangkan komponen hasil yang diamati meliputi bobot 1000 butir per rumpun, dan bobot gabah bernas per rumpun.

Pemanenan dilaksanakan pada saat padi gogo berumur 110-120 Hari Setelah Tanam (HST). Ciri padi siap panen diantaranya warna malai telah 90-95% kuning, batang merebah, dan gabah telah mengeras. Proses pemanenan dilakukan dengan memotong bagian bawah padi, kemudian gabah dipisahkan dengan cara digebot untuk merontokkan gabah dari malainya. Setelah itu, gabah dikeringkan dengan dibawah panas matahari, kemudian dilakukan pengamatan sesuai parameter yang telah ditentukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Tanah

Tanah yang digunakan sebagai media tanam padi gogo adalah Inceptisols yang berasal dari Kebun Percobaan Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Jatinangor. Sifat kimia Fisik Tanah Percobaan ditampilkan pada Tabel 1. Hasil analisis menunjukkan Inceptisols Jatinangor yang digunakan sebagai media tanam padi gogo memiliki pH 5,48 yang tergolong ke dalam tanah masam.

Tingkat kemasaman suatu tanah berpengaruh terhadap mikroorganisme di dalam tanah tersebut. Menurut Singh *et. al.* (2024), *Azotobacter* sp. ditemukan pada tanah yang memiliki pH sekitar 4,8-8,5 dan memfiksasi nitrogen secara optimal pada pH 7,0-7,5. Sedangkan *Azospirillum* spp. dapat tumbuh optimal pada pH adalah 5,5-8,5. Setelah dianalisis, jumlah populasi bakteri *Azotobacter*

sp. pada *Inceptisols* Jatinagor adalah $6,7 \times 10^7$ CFU g⁻¹, sedangkan jumlah populasi bakteri *Azospirillum* spp. $4,7 \times 10^7$ CFU g⁻¹.

Kadar C-organik dalam tanah adalah 1,52% dan N-Total (0,14%) tanah *Inceptisols* Jatinagor yang digunakan sebagai media tanam juga tergolong rendah. Selain itu, tanah ini juga memiliki kandungan K potensial yang

tergolong sangat rendah (4,55 mg 100 g⁻¹), P potensial tergolong tinggi (46,37 100 g⁻¹), dan P tersedia termasuk katagori sangat rendah (1,12 ppm P). Kapasitas Tukar Katio (KTK) tanah ini tergolong tinggi, yaitu 33,90 cmol.kg⁻¹. Tanah ini memiliki tekstur berliat yang ditunjukkan dengan komponen 5% pasir, 25% debu, dan 67% liat.

Tabel 1 Karakteristik Fisik dan Kimia tanah percobaan (*Inceptisol* Jatinagor)

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria
1.	pH H ₂ O	-	5,48	Masam
2.	pH KCl 1 N	-	4,61	-
3.	C-organik	(%)	1,52	Rendah
4.	N-total	(%)	0,14	Rendah
5.	C/N	-	11	Rendah
6.	P ₂ O ₅ HCl 25%	(mg/100g)	46,37	Tinggi
7.	K ₂ O HCl 25%	(mg/100g)	1,12	Sangat Rendah
8.	P ₂ O ₅ Bray	(ppm P)	4,55	Sangat Rendah
9.	Al-dd	(cmol.kg ⁻¹)	0,08	Sangat Rendah
10.	H-dd	(cmol.kg ⁻¹)	0,31	-
11.	KTK	(cmol.kg ⁻¹)	33,90	Tinggi
	Kejenuhan Basa	(%)	6,19	Sangat Rendah
12.	Kejenuhan Al	(%)	0,25	Sangat Rendah
13.	Susunan Kation:			
	K-dd	(cmol.kg ⁻¹)	0,11	Rendah
	Na-dd	(cmol.kg ⁻¹)	0,01	Sangat Rendah
	Ca-dd	(cmol.kg ⁻¹)	0,66	Sangat Rendah
	Mg-dd	(cmol.kg ⁻¹)	1,32	Sedang
14.	Tekstur:			
	Pasir	(%)	5	
	Debu	(%)	25	Liat berdebu
	Liat	(%)	67	

Sumber: Hasil Analisis di Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman Fakultas Pertanian UNPAD.

3.2 Jumlah Populasi Bakteri pada 90 HST

Pengamatan kepadatan populasi dilakukan pada 90 HST untuk mengetahui pengaruh perlakuan aplikasi pupuk urea pada takaran 100% (300 kg ha⁻¹) dan takaran 50% (150 kg ha⁻¹) serta perlakuan bakteri penambat nitrogen *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. Menggunakan berbagai *carrier* terhadap jumlah populasi bakteri *Azotobacter* sp., dan *Azospirillum* sp., pada tanah pertanaman padi gogo. Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan terjadi peningkatan kepadatan lebih tinggi dari kepadatan populasi bakteri awal.

Berdasarkan hasil analisis tanah, populasi *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. tertinggi terdapat pada perlakuan B2 ($17,75 \times 10^7$ CFU g⁻¹ dan $17,50 \times 10^7$ CFU g⁻¹) Hal ini diduga disebabkan oleh adanya keragaman fungsi dari kombinasi *carrier* kompos, tepung *Azolla*, dan dedak yang membuat kandungan nutrisi *carrier* juga semakin beragam sehingga dapat menyediakan lingkungan tumbuh yang baik untuk *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. Kepadatan populasi *Azotobacter* spp dan *Azospirillum* spp setelah percobaan juga meningkat dibandingkan dengan kepadatan sebelum percobaan (tanah awal).

Tabel 1 Jumlah Populasi *Azotobacter* sp., dan *Azospirillum* sp., pada 90 HST dalam tanah pertanaman padi gogo

Perlakuan	Jumlah Populasi (10^7 CFU g ⁻¹)	
	<i>Azotobacter</i> sp.	<i>Azospirillum</i> sp.
A1 (100% dosis urea)	13,25	14,90
A2 (50% dosis urea)	10,45	12,30
B0 (BPN kultur cair)	12,85	14,35
B1 (BPN dalam kompos)	4,70	15,25
B2 (BPN dalam kompos, dedak, dan tepung Azolla)	17,75	17,85

Keterangan: Berdasarkan analisis ragam pada taraf nyata 5%, baik pengaruh masing-masing faktor maupun interaksi keduanya tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap respon. Oleh karena itu, uji lanjut Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5% tidak dilakukan.

Larasati *et al.* (2019) melaporkan bahwa kompos memiliki kandungan unsur hara yang mendukung kelangsungan hidup bakteri. Kompos serasah yang diaplikasikan dalam penelitian ini mengandung nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur hara lainnya yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri (Balittanah, 2011). Nitrogen berfungsi dalam proses pembentukan asam nukleat (Setiawati *et al.*, 2017). Fosfor berperan dalam pembentukan nukleoprotein penyusun RNA dan DNA pada bakteri (Prescott *et al.*, 2000).

Karbohidrat pada dedak berfungsi sebagai sumber energi bagi pertumbuhan mikroba. Selain itu, dedak juga dapat menyediakan sumber karbon yang mendukung perkembangan mikroorganisme (Zahroh *et al.*, 2018). Dalam metabolisme, karbon memegang peranan penting, baik sebagai penghasil energi melalui proses oksidasi maupun sebagai penyedia unsur C untuk pembentukan materi penyusun sel mikroba (Prescott *et al.*, 2000).

Azolla memiliki kandungan N-total yang tinggi karena bersimbiosis secara mutualistik dengan *Anabaena azollae* yang mampu menambat nitrogen dari atmosfer. Nitrogen berperan dalam sintesis DNA dan RNA (Setiawati *et al.*, 2017), sementara kalium berfungsi menunjang aktivitas enzim di dalam sel (Grundling, 2013). *Carrier* berbasis *Azolla pinnata* juga mampu mempertahankan viabilitas bakteri di dalamnya (Setiawati *et al.*, 2017).

3.4 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan indikasi dari besarnya proporsi tajuk tanaman sebagai sumber makanan yang berperan dalam proses fotosintesis. Hasil analisis pada Tabel 3 menggambarkan bahwa treatment aplikasi urea pada dua dosis dan bakteri pemfiksasi nitrogen yang diformulasi dengan campuran *carrier* serta berbasis organik tidak menunjukkan interaksi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pemberian *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. pada semua perlakuan dalam jumlah yang sama dan penggunaan *carrier* dalam jumlah belum mencukupi untuk menciptakan kondisi optimal. Selain itu, hal ini juga disebabkan oleh *carrier* yang masih dalam proses penguraian, karena pupuk berbasis bahan organik akan mengalami beberapa kali fase perombakan terlebih dahulu (Simanungkalit, 2006). Sutanto (2002) menyatakan bahwa bahan organik memerlukan serangkaian proses metabolisme mikrob untuk mentransformasi ikatan polimer organik menjadi bentuk senyawa organik dan anorganik yang sederhana dan dapat diadsorpsi oleh tanaman.

Tanaman padi gogo yang diinokulasi dengan bakteri pemfiksasi nitrogen yang diformulasi dalam campuran *carrier* cenderung lebih tinggi dari tanaman kontrol walaupun tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan lainnya. Tanaman padi gogo dengan perlakuan B2 (BPN dalam kompos, tepung Azolla, dan

dedak) memiliki rata-rata tanaman padi gogo tertinggi. Hal ini diduga karena adanya ketiga *carrier* tersebut yang memiliki keragaman fungsi sehingga mampu menghasilkan tanaman padi gogo yang lebih tinggi.

Tabel 3 Pengaruh pupuk urea dan bakteri: penambat nitrogen menggunakan *carrier* berbeda terhadap tinggi tanaman padi gogo

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
A1 (100% dosis urea)	90,05
A2 (50% dosis urea)	89,79
B0 (BPN kultur cair)	87,88
B1 (BPN dalam kompos)	89,93
B2 (BPN dalam kompos, dedak, dan tepung Azolla)	92,97

Keterangan: Berdasarkan analisis ragam pada taraf nyata 5%, baik pengaruh masing-masing faktor maupun interaksi keduanya tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap respon. Oleh karena itu, uji lanjut Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5% tidak dilakukan

Carrier berbasis kompos memiliki kemampuan untuk menahan air tinggi dan memiliki kandungan nutrisi yang mendukung viabilitas bakteri dan pertumbuhan tanaman (Larasati *et al.*, 2019). Kompos serasah yang digunakan dalam penelitian ini juga mengandung berbagai unsur hara yang diperlukan tanaman, mulai dari nitrogen, fosfor, kalium, hingga unsur hara mikro lainnya.

Azolla memiliki kemampuan untuk menambat nitrogen karena bersimbiosis dengan *Anabaena azollae*. Simbiosis antara *Azolla pinnata* dan *Anabaena azollae* meningkatkan kandungan N dalam jaringan *Azolla* (Awodun, 2008). *Azolla* sebagai bahan *carrier* memiliki kandungan N-total dan kalium yang relatif tinggi (Setiawati *et al.*, 2017). Hal ini memungkinkan tanah pertanaman padi gogo memiliki ketersediaan hara yang lebih tinggi.

Kemasaman tanah juga dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri pemfiksasi N, *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. Tanah ordo yang digunakan sebagai media tanam

bereaksi masam dengan pH 5,48, sementara itu bakteri pemfiksasi nitrogen dapat berkembang biak dengan baik dalam pH tanah > 6, jika pH lebih rendah dari nilai itu akan menghambat perkembangan bakteri (Rohmah *et al.*, 2016). Nilai pH tanah berhubungan dengan kinerja enzimatis yang diperlukan mikroba, sehingga jika pH tidak sesuai, maka kinerja enzim tersebut tidak optimal. Pemberian *carrier* berbagai komposisi dalam riset ini belum mampu berpengaruh secara signifikan untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman di tanah Inceptisols yang memiliki reaksi asam. Namun, pengurangan dosis hingga 50% pada penelitian ini tidak mengurangi tinggi tanaman padi gogo secara nyata.

3.5 Jumlah Malai

Jumlah malai adalah salah satu komponen penting pada tanaman padi gogo. Menurut Setiawati (2016), semakin tinggi jumlah malai per rumpun pada tanaman padi, maka besar pula potensi hasil yang akan dicapai. Hasil analisis sidik ragam (Tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan aplikasi pupuk urea dan bakteri pemfiksasi nitrogen dalam *carrier* tidak menunjukkan interaksi dan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah malai tanaman padi gogo.

Tabel 4 Pengaruh urea dan bakteri penambat nitrogen menggunakan *carrier* berbeda terhadap jumlah malai tanaman padi gogo

Perlakuan	Rataan Jumlah Malai
A1 (100% dosis urea)	24,75
A2 (50% dosis urea)	21,71
B0 (BPN kultur cair)	20,65
B1 (BPN dalam kompos)	23,50
B2 (BPN dalam kompos, dedak, dan tepung Azolla)	27,70

Keterangan: Berdasarkan analisis ragam pada taraf nyata 5%, baik pengaruh masing-masing faktor maupun interaksi keduanya tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap respon. Oleh karena itu, uji lanjut Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5% tidak dilakukan.

Bakteri pengikat nitrogen *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. tampaknya diberikan dalam jumlah yang tidak mencukupi untuk memberikan efek yang signifikan terhadap kecukupan unsur hara, dan pada akhirnya mempengaruhi hasil padi. Nitrogen adalah unsur yang memiliki pengaruh terhadap jumlah malai, karena unsur ini merupakan penyusun protein yang dapat mendukung peningkatan jumlah malai per rumpun pada tanaman padi gogo (Setiawati *et al.*, 2016). Sementara itu, bahan pembawa yang diaplikasikan tidak berbeda nyata dengan aplikasi kultur cair BPN tanpa *carrier*. Namun, aplikasi BPN dalam *carrier* campuran cenderung menghasilkan jumlah malai yang paling tinggi meskipun signifikan secara statistik.

3.6 Bobot Gabah 1000 Butir

Bobot 1000 butir adalah indikator penting dari butir padi sehubungan dengan kualitas benih tanaman. Bobot ini dapat mengindikasikan kemampuan benih untuk berkecambah dan mengindikasikan kinerja tanaman (Afshari *et al.*, 2011). Hasil pengamatan dan analisis statistik (Tabel 5) menggambarkan bahwa aplikasi pupuk urea dan bakteri pengikat nitrogen yang diformulasi dengan campuran *carrier* tidak menunjukkan berpengaruh nyata terhadap bobot 1000 butir tanaman padi gogo.

Aplikasi bakteri pemfiksasi nitrogen *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. dalam jumlah yang belum mencukupi untuk meningkatkan hasil padi gogo. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan *carrier* belum memberikan peningkatan aktivitas BPN. Sehingga kontribusinya dalam meningkatkan hasil padi gogo belum signifikan pada Inceptisols dengan tingkat kesuburan yang rendah. Berdasarkan hasil analisis awal, media tanam yang digunakan memiliki pH 5,48 (masam). Tingkat kemasaman suatu tanah berpengaruh terhadap mikroorganisme di dalam tanah tersebut. *Azotobacter* sp. ditemukan pada tanah yang

memiliki pH 4,8 – 8,5 dan memfiksasi nitrogen secara optimal pada pH 7.0 - 7.5 (Hindersah *et al.*, 2018), sedangkan *Azospirillum* sp. dapat tumbuh optimal pada pH adalah 5,5-8,5.

Tabel 5 Pengaruh urea dan bakteri penambat nitrogen menggunakan *carrier* berbeda terhadap bobot 1000 butir tanaman padi gogo

Perlakuan	Bobot 1000 Butir (g)
A1 (100% dosis urea)	23,40
A2 (50% dosis urea)	22,16
B0 (BPN kultur cair)	20,15
B1 (BPN dalam kompos)	22,35
B2 (BPN dalam kompos, dedak, dan tepung Azolla)	26,20

Keterangan: Berdasarkan analisis ragam pada taraf nyata 5%, baik pengaruh masing-masing faktor maupun interaksi keduanya tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap respon. Oleh karena itu, uji lanjut Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5% tidak dilakukan

Penggunaan bakteri pemfiksasi nitrogen dalam *carrier* kompos, dedak dan *Azolla* belum mampu memberikan pengaruh nyata terhadap bobot 1000 butir padi gogo yang ditanam di tanah Inceptisols Jatinangor. Walaupun belum memberikan pengaruh secara nyata, pengurangan dosis pupuk urea hingga 50% pada penelitian ini tidak mengurangi bobot 1000 butir secara signifikan.

Suplai nitrogen yang cukup akan mampu mendukung performa tanaman yang baik dan hasil bulir padi yang tinggi. Tanaman padi gogo dengan ketersediaan hara nitrogen yang cukup akan memiliki kapasitas *sink* lebih besar yang mendukung pengisian biji lebih banyak, sehingga bobot 1000 butir tanaman lebih tinggi (Tabri, 2009). Sementara dalam penelitian ini aplikasi BPN dalam *carrier* belum mencapai kondisi yang disebutkan di atas.

3.7 Bobot Gabah Bernas

Bobot gabah bernas tanaman padi dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara salah

nitrogen (Setiawati *et al.*, 2016). Nitrogen berperan dalam proses pengisian biji melalui peningkatan kapasitas fotosintesis (Anas *et al.*, 2020). Hasil analisis statistik (Tabel 6) menggambarkan bahwa faktor mandiri aplikasi pupuk urea dengan berbagai dosis serta interaksinya dengan bakteri pemfiksasi nitrogen dalam *carrier* tidak berpengaruh nyata. Faktor mandiri dosis pupuk urea 100% dan 50% juga tidak berpengaruh secara signifikan terhadap bobot gabah bernas padi gogo. Inokulasi bakteri pemfiksasi nitrogen *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. dalam berbagai *carrier* berpengaruh signifikan terhadap bobot gabah bernas padi gogo.

Tabel 6 Pengaruh Pupuk Urea dan Bakteri Pemfiksasi Nitrogen dalam Carrier Berbeda terhadap Bobot Gabah Bernas Tanaman Padi Gogo

Perlakuan	Bobot Gabah Bernas (g)/tanaman
A1 (100% dosis pupuk urea)	26,33
A2 (50% dosis pupuk urea)	25,01
B0 (BPN kultur cair)	11,63a
B1 (BPN dalam kompos)	23,55bc
B2 (BPN dalam kompos, dedak, dan tepung Azolla)	37,30 d

Keterangan: Nilai yang memiliki huruf sama pada kolom dan perlakuan yang sama tidak menunjukkan perbedaan nyata menurut uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

Tanaman padi gogo dengan perlakuan BPN dalam *carrier* campuran menghasilkan bobot gabah bernas tertinggi secara signifikan. Bobot gabah bernas yang dihasilkan mencapai bobot 37,30 gr per rumpun. Hal ini diakibatkan karena oleh adanya keragaman fungsi pada *carrier* yang digunakan, sehingga dapat mendukung pertumbuhan *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. dengan baik. Pada fase pembentukan gabah bernas. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya jumlah populasi *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dalam metabolisme sel, nitrogen memiliki peran utama, terutama

dalam proses pembelahan sel, sehingga kekurangan nitrogen dapat menyebabkan laju pembelahan bakteri menjadi lebih lambat.

Kombinasi kompos, dedak, dan Azolla sebagai bahan pemawa bakteri pemfiksasi nitrogen mampu menghasilkan bobot gabah bernas tertinggi. Selain itu, pengurangan dosis rekomendasi pupuk urea sebanyak 50% juga tidak mengurangi bobot gabah bernas padi gogo pada tanaman ini. Hal ini menandakan kombinasi *carrier* kompos, dedak, dan tepung Azolla berpotensi untuk dimanfaatkan secara lebih lanjut untuk tanaman padi gogo di tanah Inceptisols, karena mampu menghasilkan bobot gabah bernas lebih tinggi dengan masukan pupuk urea lebih rendah.

4. KESIMPULAN

Aplikasi pupuk nitrogen (BPN) dalam *carrier* organik tidak berpengaruh nyata terhadap populasi *Azotobacter* spp, *Azospirillum* spp, tinggi tanaman, umlah malai, bobot 1000 butir padi gogo. Sedangkan aplikasi P bakteri pemfiksasi nitrogen dalam *carrier* campuran secara mandiri mneingkatkan bobot gabah bernas tertinggi secara signifikan. *Carrier* padat dalam campuran berbasis organik menunjukkan potensi dalam meningkatkan kualitas gabah padi gogo, ditunjukkan dengan meningkatnya gabah bernas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimaka kasih dan penghargaan kepada Kepala Laboratorium Biologi Tanah Fakultas pertanian, Universitas Padjadjaran yang telah memfasilitasi dan Izin kegiatan ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

Adegoke, J., O.O. Abel, dan T. Joseph-Adekunle, 2019. *Effects of rice-bran compost on growth and yield of soybean (Glycine max) on an Alfisol in Ibadan, Nigeria*. Nigerian Journal of Soil Science, 28(2): 25-30.

- Anas, M., Liao, F., Verma, K. K., Sarwar, M. A., Mahmood, A., Chen, Z. L., *et al.* 2020. *Fate of nitrogen in agriculture and environment: agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency*. Biol. Res. 53: 1–20.
- Ashari. 2003. Tinjauan tentang alih fungsi lahan sawah ke non sawah dan dampaknya di Pulau Jawa. *Forum Penelitian Agroekonomi*, 21(2): 83 – 98.
- Awodun, M.A. 2008. *Effect of Azolla (Azolla species) on physiochemical properties of the soil*. World Jurnal of Agricultural Scinces, 4(2): 157-160.
- Grundling, A. 2013. *Potassium uptake systems in staphylococcus aureus: new stories about ancient systems*. mBio, 4(5): e00784-13. doi:[10.1128/mBio.00784-13](https://doi.org/10.1128/mBio.00784-13)
- Hindersah, R., Zellya H., Febby N. I., Pujawati S., dan Nenny N. 2018. *Azotobacter population, soil nitrogen and groundnut growth in mercury-contaminated*. Journal of Degraded and Mining Lands Management, 5(3): 2502–2458.
- Irawan, B. 2015. *Dinamika Produksi Padi Sawah dan Padi Gogo: Implikasinya terhadap Kebijakan Peningkatan Produksi Padi. Memperkuat Kemampuan Swasembada Pangan*, IAARD Press, pp. 78 - 88.
- Jamilah, M. 2017. *Peluang Budidaya Tanaman Padi Sebagai Penyedia Beras Dan Pakan Ternak Menunjang Kedaulatan Pangan*. 1st ed. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Kasno, A. 2009. Respon tanaman jagung terhadap pemupukan fosfor pada Typic Dystrudepts. *J. Tanah Tropika*, 14(2): 111-118.
- Kasno, A. dan Rostaman, T. 2017. Respons tanaman padi terhadap pemupukan N pada lahan sawah tadah hujan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1(3): 201-210.
- Setiawati M.R., Sofyan, E.T., Mutaqin, Z. 2016. Pengaruh pupuk hayati padat terhadap serapan N dan P tanaman, komponen hasil dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Jur Agroekotek* 8(2): 120–30.
- Mulyani, A., Kuncoro, D., Nursyamsi, D dan Agus, F. 2016. Analisis konversi lahan sawah: penggunaan data spasial resolusi tinggi memperlihatkan laju konversi yang mengkhawatirkan. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 40 (2): 121-133.
- Prescott, L. M., J.P. Harley, dan D.A. Klein. 2000. *Microbiology*. Ed ke-5. USA: McGraw-Hill Companies.
- Rohmah, N., Muslihatin, W., dan Nurhidayati, T. 2016. Pengaruh kombinasi media pembawa pupuk hayati bakteri penambat nitrogen terhadap pH dan unsur hara nitrogen dalam tanah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(1): 44-46.
- Rosiana, F., Turmuktini, T., Yuwariah, Y., Arifin, M., Simarmata, T. 2013. Aplikasi kombinasi kompos jerami, kompos azolla dan pupuk hayati untuk meningkatkan jumlah populasi bakteri penambat nitrogen dan produktivitas tanaman padi berbasis IPAT-BO, *Agrovigor* 6(1): 16–22.
- Sasaki, K., S. Ikeda, S. Eda, H. Mitsui, E. Hanzawa, C. Kisara, Y. Kazama, A. Kushida, T. Shinano, K. Minamisawa, T. Sato. 2010. *Impact of plant genotype and nitrogen level on rice growth response to inoculation with Azospirillum sp. Strain b510 under paddy field conditions*. Soil Sci. and Plant Nut, 56(4): 636-644.
- Setiawati, M. R., P. Suryatmana, dan A. Chusnul. 2017. Karakteristik *Azolla pinnata* sebagai pengganti carrier pupuk hayati padat bakteri penambat N2 dan bakteri pelarut P. *Soilrens*, 15(1): 46-52.
- Setiawati, M. R. 2016. Peningkatan kandungan N dan P tanah serta hasil padi sawah akibat aplikasi *Azolla pinnata* dan *Azotobacter chroococum*, *Pseudomonas ceapacea*. *Agrologia* 3(1): 28–36.

- Simanungkalit R.D.M, Suriadikarta D.A, Saraswati R, Setyorini D, Hartatik. W. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayat. Bogor: Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Singh, S., T. Chowdhury, S. K. Yadav. 2024. Selection of effective azotobacter isolates for tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). International Journal of Research in Agronomy. 7(6): 398 – 407.
- Suriadikusumah, A. 2014. Pengaruh aplikasi hidrogel terhadap beberapa karakteristik tanah. Jurnal Teknotan, 8(1): 1144-1149.
- Suryantini. 2016. Formulasi *carrier* pupuk hayati pelarut fosfat untuk kedelai di tanah masam. Buletin Palawija, 14(1): 28-35.
- Tabri, F. 2009. Teknik pemupukan N dengan menggunakan BWD pada beberapa varietas padi dan jagung terhadap pertumbuhan dan hasil. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Jakarta.
- Zahroh, F., Kusrinah, dan S. M. Setyawati. 2018. Perbandingan variasi konsen-trasi pupuk organik cair dari limbah ikan terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). Al-Hayat Journal of Biology and Applied Biology, 1(1): 50-57