

Potensi Jenis Bahan Pembawa (*Carrier*) Pemfiksasi N untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan hasil Kedelai (*Glycine max L.*) pada Inceptisol Jatinangor

Pujawati Suryatmana¹⁾, Dyah Aditya wati²⁾, Nadia Nuraniya Kamluddin³⁾,
dan Mieke Rochimi Setiawati⁴⁾

¹⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumber daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor

Korespondensi: pujawati@unpad.ac.id

ABSTRACT

Sustainable agriculture is the proper solution for improving the fertility of Inceptisol, which is potentially suitable for soybean cultivation. Balanced fertilization, using both inorganic fertilizers and nitrogen-fixing biofertilizers, is one appropriate solution. To enhance the effectiveness of nitrogen-fixing bacteria, a suitable carrier material is needed. This study aims to assess the potential of different carrier materials for Azotobacter and Bacillus on the growth and yield of soybeans on Inceptisol in Jatinangor. The research employs a Randomized Block Design with two factors: NPK dosage (0%, 50%, and 100%) and Azotobacter sp. and Bacillus sp. in various carriers (compost, bran, and Azolla powder) with 3 replicates. The results indicate that the interaction of Azotobacter sp. and Bacillus sp. in carriers had no significant effect on the height and chlorophyll content of soybean plants. The 100% NPK dosage yielded the highest number of pods compared to the 50% and 0% dosages. The treatment of Azotobacter and Bacillus in carriers did not significantly affect the number of filled pods, plant height, or chlorophyll content.

Keywords: Azolla, Azotobacter sp., Bacillus sp.

1. PENDAHULUAN

Kedelai adalah tanaman pangan utama di Indonesia setelah padi dan jagung. Meskipun produksi kedelai di Pulau Jawa relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pulau lainnya, yaitu sebesar 16,02 kg/ha, Produktifitas kedelai di pulau Jawa tergolong lebih tinggi dibandingkan dengan pulau-pulau lainnya, namun faktor iklim dan kesuburan tanah memberi pengaruh pada tingkat produktivitas pada pulau-pulau lainnya (Balitkabi, 2016).

Salah satu masalah dalam penyediaan nutrisi bagi tanaman yaitu kurangnya daya dukung lahan. Inceptisol merupakan jenis tanah yang memiliki ppotensi yang cukup besar tanaman kedelai. Inceptisol memiliki tekstur liat dan sebagian bertekstur lempung halus (Damanik dkk., 2010). Inceptisol pada daerah lembab umumnya memiliki kandungan liat yang lebih tinggi (35 – 78%), pH berkisar antara 4,5 – 5,5, dan kandungan bahan organik rendah hingga sedang (Nursyamsi dan Suprihati, 2005). Inceptisol asal Jatinangor memiliki pH agak masam, C- organik, N total dan C/N rasio yang cenderung rendah.

Usaha untuk meningkatkan produksi tanaman kedelai pada Inceptisol dapat dilakukan dengan pemupukan untuk menambah ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Menurut Septa *et al.*, (2012). dalam pertanian berkelanjutan pemupukan menggunakan aplikasi pupuk anorganik disertai bahan organik dan pupuk hayati dapat menjaga kualitas unsur hara yang sangat diperlukan oleh tanaman salah satunya yaitu nitrogen. Yusuf dkk. (2017) menyatakan bahwa unsur nitrogen (N) sangat dibutuhkan oleh tanaman kedelai pada jumlah yang tinggi. Salah satu pupuk anorganik yang sering digunakan petani adalah pupuk NPK Majemuk (16:16:16). Kandungan unsur hara pada pupuk NPK sangat cepat diserap tanaman, karena sebagian nitrogen dalam bentuk NO₃ (Nitrat) yang langsung tersedia bagi tanaman (Marlina, 2012), fase generatif (Novizan, 2007).

Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi sebagai penambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah untuk tanaman

(Mazid and Khan, 2015). Bakteri pemfiksasi N non simbiotik diantaranya adalah *Azotobacter* sp. Suryatman dkk (2024) menyatakan *Azotobacter* sp. merupakan mikroorganisme penghasil hormon auxin, zeatin dan giberelin sebagai pemacu tumbuh. Nitrogen tersedia bagi tanaman dapat ditingkatkan oleh *Bacillus* sp. melalui fiksasi gas dinitrogen atmosfer (Mrkovacki *et al.*, 20016). Selain nitrogen, *Bacillus* sp. dapat memproduksi fitohormon auksin atau Indole 3-Acetic Acid (IAA) yang berperan dalam pertumbuhan akar dan tunas pada tanaman (Aroujo *et al.*, 2012; Vejan *et al.*, 2016).

Auksin dapat meningkatkan perkembangan tanaman melalui transformasi IAA endogen pada tanaman dapat diubah oleh IAA yang telah disekresikan oleh mikroba tanah sehingga produksi IAA tanaman menjadi lebih banyak (Spaepen *et al.* 2007; Glick 2012). *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. termasuk ke dalam *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) berpotensi digunakan dalam pemupukan tanaman. Untuk menjaga kualitas pupuk hayati dan viabilitasnya tetap terjaga diperlukan bahan pembawa (*carrier*).

Carrier memiliki fungsi tertentu, seperti yang diungkapkan oleh Toago *et al.* (2017), bahwa penggunaan dedak padi sebagai bahan pembawa mampu mempertahankan viabilitas bakteri pelarut fosfat. Bahan pembawa kompos berfungsi sebagai sumber makanan dan sumber energi untuk mikroba yang dapat meningkatkan aktivitas dan populasi mikroba tersebut pada tanah. Menurut Setiawati *et al.* (2017), bahan pembawa berbasis *Azolla pinnata* mampu menjaga viabilitas bakteri *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., bakteri pelarut fosfat, dan bakteri endofitik penambat N₂ di dalamnya.

Bakteri pemfiksasi N yang potensial digunakan salah satunya *Azotobacter* sp. Arjumend (2006) menyatakan *Azotobacter* dapat memproduksi hormon tumbuh sekaligus dapat memberikan keuntungan terhadap imobilisasi *Rhizobium* di rizosfer untuk pembentukan bintil akar tanaman kedelai (Hindersah dkk., 2017). Bakteri *Bacillus* sp.

dapat meningkatkan kandungan fosfat yang dapat diserap tanaman. *Bacillus* sp. mampu menghasilkan fitohormon, pemfiksasi N, zat antibiotik, siderofor serta melarutkan fosfat (Astuti, 2008).

Tepung *Azolla* yaitu bahan pembawa yang berasal dari tanaman paku air. *Azolla pinnata* merupakan jenis paku air yang memiliki bentuk segitiga atau poligonal dan tumbuh dengan cara mengapung di permukaan air pada kolam, selokan, dan sawah yang berada di wilayah beriklim tropis dan subtropis. Kompos *Azolla pinnata* memiliki kandungan N sebesar 0,82%, K₂O sebesar 10,30 %, P₂O₅ sebesar 19,96% dan mengandung unsur lainnya seperti Fe, Mn, Cu, dan Zn serta memiliki rasio C-N sebesar 12. (Suryatmana, dkk., 2020). *Azolla pinnata* kering memiliki nilai C/N ratio rendah yaitu 10,4 sehingga mudah dan cepat termineralisasi haranya. *Azolla pinnata* mengandung N-total yang tinggi dikarenakan terdapat kemampuan simbiosis mutualisme dengan *Anabaena azollae* penambat N₂ sehingga kandungan N-total pada *Azolla pinnata* tinggi (Setiawati dkk., 2017).

Dedak mengandung energi metabolis sebesar 2100 kkal/kg dengan serat kasar 7 – 11%, kandungan karbohidrat sebesar 34 – 52%, lemak sebesar 15 – 20%, protein sebesar 11 – 14%, dan sejumlah kecil sumber vitamin lainnya (Nadiyah, dkk., 2005). Kandungan karbohidrat dalam dedak cukup tinggi hal ini dapat dimanfaatkan untuk *carrier* bakteri pemfiksasi N, dan dapat dimanfaatkan untuk proses pertumbuhan dan mendukung viabilitas bakteri (Nisa dkk., 2008).

Kompos adalah produk menyerupai humus yang relatif stabil dan kompos berasal dari proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi aerobik yang terkendali (Larasati dkk., 2010). Kompos memiliki potensi untuk dijadikan bahan pembawa bakteri pemfiksasi N. Aplikasi kombinasi media pembawa bakteri penambat nitrogen dapat meningkatkan unsur nitrogen tanah dan membuat pH menjadi netral, sehingga kondisi tanah lebih sesuai untuk pertumbuhan bakteri (Rohmah *et al.*, 2016).

Bahan pembawa yang sesuai dapat mempertahankan kualitas bakteri pemfiksasi nitrogen sebelum digunakan. Aplikasi inokulan bakteri *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. dalam bahan pembawa dedak, kompos, tepung *Azolla pinnata*, dan kombinasi ketiga bahan pembawa tersebut berpotensi dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah Inceptisol.

Kajian penelitian ini difokuskan pada potensi ke tiga bahan pembawa isolate *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp dalam pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai pada Inceptisol.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Lahan Percobaan Ciparaje, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran (752 meter diatas permukaan laut). Pembuatan biakan pupuk hayati dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Benih kedelai diperoleh dari Laboratorium Pemuliaaaa fakultas Pertanian unpad, dan isolate *Azotobacter* sp dan *Bacillus* sp. diperoleh dari laboratorium Biologi tanah, Fakultas Pertanian Unpad.

2.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Faktor pertama yaitu dengan dosis pupuk NPK sebanyak 3 taraf, yaitu: 0%, 50% dan 100%. Faktor kedua yaitu aplikasi inokulan campuran (*Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp.) dalam bahan pembawa kompos, tepung azolla, dan dedak dengan bentuk inokulan padat dengan ulangan sebanyak 3 kali.

Faktor Pertama yaitu dosis NPK 16:16:16

(A) dengan 3 taraf perlakuan:

a0 = 0 % dosis anjuran

a1 = 50 % dosis anjuran

a2 = 100% dosis anjuran

Faktor ke dua yaitu inokulan *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. dalam jenis bahan pembawa (*carrier*), dengan 8 taraf perlakuan:

b0 = *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. kultur cair

b1 = *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. dalam *carrier* Kompos

b2 = *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. dalam *carrier* Tepung Azolla

b3 = *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. dalam *carrier* Dedak.

Pupuk hayati yang digunakan adalah 50 kg/ha atau 0,25 g per *polybag*. *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam *carrier*. Pupuk NPK yang digunakan 300 kg/ha atau 1,5 g per *polybag* (dosis anjuran 100 %) dan 150 kg/ha atau 0,75 g per *polybag* (dosis anjuran 50 %).

2.2 Pengujian Data

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh menyebar secara normal atau tidak, data yang menyebar secara tidak normal dilakukan transformasi data. Analisis data untuk mengetahui pengaruh faktor perlakuan menggunakan uji F taraf nyata 5%, jika hasil yang didapatkan berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut jarak berganda Duncan dengan taraf nyata 5%.

2.3 Pelaksanaan Percobaan

2.3.1 Penyiapan bibit kedelai

Benih kedelai varietas direndam dalam inokulan Rhizobium. Dosis anjuran yang digunakan yaitu 10,5g/kg benih. Benih yang digunakan yaitu 144 benih. Perbanyak Rhizobium dilakukan pada Erlenmeyer steril yang berukuran 300 ml yang berisi 150 ml media cair Yeast Manitol dan diinkubasikan selama 5 hari dengan pengocokan 110 rpm, dengan populasi mencapai 10^7 CFU g^{-1} . Benih kedelai direndam dalam kultur Rhizobium dalam *petridish*, lalu didiamkan selama 1 jam.

2.3.2 Penyiapan Inokulan Pemfiksasi N

Inokulan *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. di diperoleh dari koleksi Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Pembuatan inokulan pupuk hayati diawali dengan isolat *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. disuspensikan menggunakan

larutan garam NaCl fisiologis (85% NaCl). Selanjutnya sebanyak 5% suspensi *Azotobacter* sp. diinokulasi ke dalam media Ashby cair (Suryatmana dkk, 2020) dan 5% suspensi *Bacillus* sp. diinokulasikan ke dalam media TSA cair. Masing - masing kultur *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. diinkubasi selama 3 hari. *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. dipanen dengan kepadatan sel sebanyak 10^7 CFU g⁻¹. Selanjutnya kultur diinkulasikan ke dalam bahan pembawa.

Bahan pembawa kompos dan dedak didapat dari toko pertanian dan pakan ternak. Azolla diperbanyak di kolam Azolla selama 10 hari di lahan Percobaan Fakultas Pertanian. Tepung azolla diperoleh dengan cara mengeringkan terlebih dahulu biomassa Azolla segar selama lima hari sampai mencapai kadar air 8 – 10%. Kemudian bahan pembawa ini dihaluskan dan disaring (200 mesh) dan diformulasikan sesuai dengan perlakuan.

Bahan pembawa masing-masing sebanyak 100g dimasukkan ke dalam kantong plastik polypropylene, disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 120 °C selama 20 menit. Selanjutnya bahan pembawa diinjeksi dengan inokulan cair *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. masing - masing sebanyak 10 % (w/v) dengan tepung tapioka sebagai perekat dan kompos sebagai pupuk hayati memiliki komposisi 10% inokulan, 1% tepung tapioka, 495 g kompos sebagai bahan pengenceran, dan *carrier* yang persentasenya berbeda tiap perlakuan. Pupuk hayati yang sudah diformulasikan dimasukkan ke kemasan aluminium sebanyak 50 g. Kemudian *carrier* yang sudah diformulasi diinkubasi selama 7 hari sebelum diaplikasikan.

2.3.3 Aplikasi Inokulan

Inokulan *Azotobacter* sp. dan *Bacillus* sp. dalam masing jenis *carrier* diinokulasikan di lubang tanam dengan kedalaman 5 cm tiap *polybag* yang berisi 10 kg Inceptisol dengan ukuran *polybag* 35 x 35 cm, sebanyak 50 kg/ha atau sebanyak 2,5gram untuk setiap *polybag*. Tanah dalam *polybag* yang sudah diberi inokulan ditutup kembali dengan tanah. Pupuk hayati diaplikasikan pada awal tanam.

2.3.4 Penanaman Benih Kedelai dan Pemupukan

Benih kedelai yang telah direndam selama 1 jam dalam biakan Rhizobium, memasukan satu benih kedelai setiap *polybag*, Selanjutnya lubang tanam ditutup kembali. Penanaman ini menggunakan jarak tanam antar *polybag* 20 x 20 cm.

Pupuk NPK yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan yaitu dosis anjuran 0%, 50%, dan 100%. Pupuk NPK dosis anjuran 0% yaitu tanpa menggunakan pupuk NPK (kontrol), pupuk NPK dosis anjuran 50% yaitu 150 kg/ha, dan pupuk NPK dosis anjuran 100% yaitu 300 kg/ha. Pemupukan dilakukan pada awal tanam dan pada umur empat minggu setelah tanam. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara ditugal sedalam 5 cm pada bagian sisi samping lubang tanam kemudian lubang tanam ditutup kembali menggunakan tanah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Tanah Awal

Tabel 1 menggambarkan sifat kimia-fisik tanah yang digunakan dalam penelitian. Tekstur tanah termasuk ke dalam kelas liat berdebu. Nilai pH tanah 5 yang tergolong masam. Nilai pH ini berpengaruh terhadap mikroorganisme yang hidup di dalam tanah tersebut. Salah satu unsur hara yang kurang tersedia pada pH rendah adalah fosfat.

Kadar C-organik 1,78% tergolong rendah, dengan N total tergolong sedang yaitu 0,21%, sehingga nilai C/N ratio = 9 yang menunjukkan kategori rendah. P₂O₅ HCl 25% tergolong sedang yaitu dengan nilai 34,58 mg/100g dan K₂O 12,58 mg 100g⁻¹ tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa perlu penambahan pupuk untuk menyediakan unsur hara bagi tanaman.

Berdasarkan hasil analisis tanah awal dengan kriteria kesesuaian tanah untuk tanaman kedelai menunjukkan bahwa tanah yang digunakan dalam penelitian ini belum memenuhi kriteria untuk pertumbuhan tanaman kedelai secara optimal, maka diperlukan pemupukan, terutama dengan pemberian pupuk hayati.

Tabel 1 Karakteristik Kimia dan Fisik Tanah Awal

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria
1.	pH : H ₂ O	-	5,69	Agak Masam
2.	pH : KCl 1N	-	4,51	-
3.	C-organik	(%)	1,78	Rendah
4.	N-total	(%)	0,21	Sedang
5.	C/N	-	9	Rendah
6.	P ₂ O ₅ HCl 25%	(mg 100g ⁻¹)	34,58	Sedang
7.	P ₂ O ₅ (Bray)	(ppm P)	4,48	Sangat Rendah
8.	K ₂ O HCl 25%	(mg 100g ⁻¹)	12,58	Rendah
9.	Susunan Kation :			
	K-dd	(cmol kg ⁻¹)	0,50	Sedang
	Na-dd	(cmol kg ⁻¹)	0,24	Rendah
	Ca-dd	(cmol kg ⁻¹)	6,01	Sedang
	Mg-dd	(cmol kg ⁻¹)	2,99	Tinggi
10.	KTK	(cmol kg ⁻¹)	37,8	Tinggi
11.	Kejenuhan Basa	(%)	2,35	Sangat Rendah
12.	Al-dd	(cmol kg ⁻¹)	0,39	
13.	H-dd	(cmol kg ⁻¹)	0,09	
14.	Kejenuhan Al	(%)		
15.	Tekstur :			
	Pasir	(%)	13	
	Debu	(%)	44	Liat Berdebu
	Liat	(%)	43	

3.2 Tinggi Tanaman Kedelai

Berdasarkan uji statistika pada parameter tinggi tanaman kedelai menyatakan interaksi antara faktor dosis NPK dengan formula bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam *carrier* tidak berpengaruh nyata. Faktor mandiri dosis NPK tidak berpengaruh nyata. Faktor mandiri formula bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam *carrier* tidak berpengaruh nyata pada tinggi tanaman disajikan pada Tabel 2. bahwa rata-rata perlakuan dengan dosis NPK berpotensi lebih baik untuk meningkatkan tinggi tanaman, pada perlakuan dosis NPK 100% yaitu 43.1667. Peningkatan tersebut disebabkan oleh input NPK yang duverukan melebihi dosis yang lainnya, sehingga dapat memacu pertumbuhan menjadi lebih baik. Peran nitrogen bagi tanaman diantaranya adalah untuk mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman seperti tinggi, diameter batang, dan pertumbuhan daun (Lingga dan Marsono, 2006).

Formula pupuk hayati yang memiliki potensi lebih baik untuk meningkatkan tinggi tanaman terjadi pada formula bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam *carrier* Azolla (b2) dengan nilai rata-rata 42.6667 sedangkan

perlakuan yang memiliki hasil terendah yaitu pada formula bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* kultur cair (b0) dengan nilai rata-rata 36.5778, meskipun belum signifikan perbedaannya.

Tabel 2 Hasil analisis pengaruh dosis NPK dengan pupuk hayati *Azotobacter* dan *Bacillus* terhadap tinggi tanaman kedelai

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)
Dosis NPK	
a0	38,26 a
a1	40,33 a
a2	43,17 a
Formula Bakteri <i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i>	
b0 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> kultur cair)	36,58
b1 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + <i>carrier</i> Kompos)	41,48
b2 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + <i>carrier</i> Azolla)	42,67
b3 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + <i>carrier</i> Dedak)	40,47

Keterangan : Angka- angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan faktor perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada $\alpha=5\%$.

Pemberian konsorsium *Azotobacter* dan *Bacillus* menunjukkan berpotensi meningkatkan tinggi tanaman lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian konsorsium *Azotobacte* sp. dan *Bacillus* sp. dalam *carrier* tepung Azolla memiliki potensi untuk meningkatkan tinggi tanaman. Menurut Wuriesyiane *et al.*, (2013) adanya potensi peningkatkan tinggi tanaman diduga karena mikroba konsorsium yang terkandung mempunyai hubungan sinergisme sehingga dapat saling membantu dalam meningkatkan tinggi tanaman kedelai dan berada dalam bahan pembawa yang dapat menunjang aktifitas fungsionalnya. Bahan pembawa berbasis azolla yang memiliki kandungan N-Total dan kalium yang tinggi yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Setiawati *et al.*, 2017). Tinggi tanaman akan optimal apabila unsur nitrogen tercukupi sehingga pembelahan sel berlangsung dengan baik (Yuliana dkk., 2015).

3.3 Kandungan klorofil

Uji kandungan klorofil dilakukan pada 7 MST pada fase vegetative akhir. Uji statistika yang dilakukan pada kandungan klorofil menyatakan bahwa tidak terdapat interaksi antara faktor dosis NPK dengan formula bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam *carrier* yang tertera pada Tabel 3, Dosis NPK dan formula pupuk hayati dalam *carrier* sebagai faktor mandiri keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil. Perlakuan dosis NPK 100% memiliki rerata kandungan klorofil tertinggi namun tidak nyata yaitu sebesar 25,38. Kandungan klorofil meningkat seiring dengan kenaikan dosis NPK. Unsur N dalam pupuk NPK berperan penting dalam produksi protein, serta pembentukan sel dan klorofil (Hardjowigeno, 2007).

Perlakuan aplikasi variasi dosi NPK 50% dan 100% dosis anjuran menunjukkan peninkkatan yang signifikan dibandingkan control. Sedangkan perlakuan inokulan dalam *carrier* tidak menunjukkan peningaktan yang signifikan. Namun demikian kandungan klorofil cenderung lebih tinggi pada pwelakuan inokulan menggunakan *carrier* tepung azolla yaitu sebesar 24,12 (CCI). Sedangkan

kandungan klorofil terendah terdapat pada perlakuan *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam kultur cair (b0) dengan nilai rata-rata 22.81.

Tabel 3 Hasil analisis pengaruh dosis npk dengan pupuk hayati *Azotobacter* dan *Bacillus* terhadap kandungan klorofil

Perlakuan	Kandungan Klorofil (CCI)
Dosis NPK	
a0	23,23 a
a1	24,20 b
a2	25,38 c
Formula Bakteri <i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i>	
b0 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + kultur cair)	22,81
b1 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + <i>carrier</i> Kompos)	23,63
b2 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + <i>carrier</i> Azolla)	24,12
b3 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + <i>carrier</i> Dedak)	22.78

Keterangan : Angka- angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan faktor perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada $\alpha=5\%$. CCI - chlprophyl content index

Kandungan klorofil yang lebih tinggi pada perlakuan *Azotobacter* dan *Bacillus* dengan *carrier* azolla (b2) dibandingkan *Azotobacter* dan *Bacillus* kultur cair (b0). Mikroba pemfiksasi N yang digunakan dalam penelitian ini belum dapat meningkatkan kandungan klorofil kedelai, menginagt kandunagn hara tanah yang rendah, sehingga aktifitas inokualn tidak dapat menyediakan unsur N yang cukup. Selain unsur hara, pembentukan klorofil juga dipengaruhi oleh gen, intensitas cahaya, air, dan temperature. Kandungan klorofil juga terkait langsung dengan tingkat fotosintesis tanaman (Nurchayani dkk., 2019). Adanya kaitan unsur hara N dengan proses pembentukan klorofil dibutuhkan suplai hara Nitrogen dalam jumlah yang cukup agar kandungan klorofil semakin tinggi. Proses fotosintesis akan berjalan dengan baik apabila kandungan unsur hara N yang cukup pada tanaman maka pembentukan klorofil berjalan optimal. Unsur hara Fe dan N dibutuhkan tanaman ketika proses sintesis protein,

pembentukan klorofil, dan pertumbuhan vegetatif tanaman (Permatasari dan Nurhidayati, 2014).

3.3 Jumlah Polong Isi

Polong kedelai terbentuk setelah kemunculan bunga pertama. Banyaknya polong pada setiap etiak tangkai daun dapat bervariasi antara 1-10 buah per kelompok. Setiap tanaman dapat mengandung 50 hingga ratusan polong. Bentuk dan ukuran polong menjadi maksimal pada awal periode pemasakan biji berlangsung dengan baik.

Tabel 4 Hasil analisis pengaruh dosis NPK dengan pupuk hayati *Azotobacter* dan *Bacillus* terhadap jumlah polong isi kedelai

Perlakuan	Rataan Jumlah Polong isi
Dosis NPK	
a0	16,0 a
a1	24,51 b
a2	31,11 b
Formula Bakteri <i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i>	
b0 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> kultur cair)	34,14
b1 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + <i>carrier</i> Kompos)	22,41
b2 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + <i>carrier</i> Azolla)	21,84
b3 (<i>Azotobacter</i> dan <i>Bacillus</i> + <i>carrier</i> Dedak)	23,18

Keterangan: Angka- angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan faktor perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada $\alpha=5\%$.

Berdasarkan uji statistika pada jumlah polong isi ditampilkan pada Tabel 4., tidak terdapat interaksi antara faktor dosis NPK dengan formula bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam *carrier*. Dosis NPK sebagai faktor mandiri memiliki pengaruh nyata terhadap jumlah polong isi sedangkan pada faktor formula bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam *carrier* tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong isi. Perlakuan dosis pupuk NPK 100% (a2) memiliki nilai rerata tertinggi yaitu sebesar 31,1054 dan nilai rerata terendah yaitu pada perlakuan dosis NPK 0%

(a0). Sedangkan pada perlakuan formula bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam kultur cair (b0) memiliki jumlah polong isi rerata tertinggi tapi tidak nyata yaitu sebesar 31,14.

Pemberian unsur hara N, P, dan K dengan dosis 100% sudah cukup memadai dan tersedia bagi tanaman kedelai. Pemberian pupuk NPK dengan dosis 100% ini cenderung dapat memenuhi kebutuhan unsur hara N, P, dan K untuk tanaman, sehingga menghasilkan produksi tertinggi. Dosis tersebut dianggap optimal dalam meningkatkan jumlah polong per tanaman kedelai. Unsur hara nitrogen memainkan peran penting dalam penyusunan protein, yang akan digunakan oleh tanaman untuk meningkatkan jumlah polong berisi. Hanum (2010) mengemukakan bahwa peningkatan nitrogen dalam tanaman akan mempengaruhi laju serapan P, yang berdampak pada laju pengisian biji. Tanaman membutuhkan unsur hara N dan P dalam jumlah besar untuk pembentukan bijinya.

Penggunaan P paling besar terjadi sejak pembentukan polong hingga sekitar 10 hari sebelum biji berkembang penuh (Silalahi, 2009). Menurut Rasyad dan Idwar (2010), persentase polong bernas lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti ketersediaan unsur hara, dibandingkan dengan faktor genetik tanaman. Pemberian pupuk N juga mempengaruhi jumlah polong pada tanaman kedelai (Mayani dan Hapsah, 2011), yang menunjukkan bahwa unsur N berperan dalam pembentukan polong. Namun, dalam penelitian ini, pemberian inokulan *Azotobacter* dan *Bacillus* dengan ketiga jenis *carrier* yang digunakan tidak menunjukkan peningkatan hasil yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga jenis *carrier* tersebut tidak mampu meningkatkan aktivitas fiksasi dari kultur *Azotobacter* dan *Bacillus*, sehingga tidak memberikan efek yang berarti dalam peningkatan hasil polong.

4. KESIMPULAN

Aplikasi pupuk NPK pada dua variasi dosis dan aplikasi formula bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam *carrier* serta interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi

tanaman, kandungan klorofil, jumlah polong isi. Aecara mandiri menunjukkan bahwa aplikasi dosis NPK 100% secara signifikan dapat meningkatkan kandungan klorofil dan jumlah polong isi. Perlakuan bakteri *Azotobacter* dan *Bacillus* dalam ke tiga *carrier* (kompos, Azolla dan dedak) tidak dapat meningkatakn kandunagn klorofil, tinggi tanman dan jumlah polong isi.

DAFTAR PUSTAKA

- Araujo FF, Souza EC, Guerreiro RT, Guaberto LM, Aroujo ASF. 2012. Diversity and growth promoting activities of *Bacillus* sp. in maize. *Revista Caatinga* 25:1-7.
- Arjumend, H. 2006. *Agro Technology of Organic Farming*. New Delhi: Grassroots Institute.
- [Balitkabi] Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Kedelai 1918-2016. Diambil dari: <https://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/wpcontent/uploads/2016/09/kedelai.pdf>.
- Damanik, M.M., Bachtiar E.H., Sarifuddin dan Hanum, H. 2010. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Medan: USU Press.
- Glick BR. 2012. Plant growth promoting bacteria mechanism and applications. *Science* 2012:1-15.
- Permatasari, A. D., dan Nurhidayati, T. 2014. Pengaruh inokulan bakteri penambat Nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza asal Desa Condro, Lumajang, Jawa Timur terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(2):44-48.
- Hanum, C. 2010. Pertumbuhan dan Hasil Kedelai yang Diasosiasikan dengan Rhizobium pada Zona Iklim Kering (Klasifikasi Oldeman). *Bionatura*, 12(3): 176-183.
- Hardjowigeno, S. and Widiatmaka. 2007. *Land Suitability Evaluation and Land Use Planning*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hindersah, R., Rostini, N., Harsono, A., dan Nuryani. 2017. Peningkatan populasi, pertumbuhan dan serapan nitrogen tanaman kedelai dengan pemberian *Azotobacter* penghasil eksopolisakarida. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 45(1): 30-45.
- Larasati, T.R.D., Mulayana, N., dan Sudrajat, D. 2010. Kompos dan vermikompos sebagai bahan pembawa potensial untuk produksi inokulan mikroba. 225-23.
- Lingga dan Marsono. 2006. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Marlina. E. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max L. Merrill*). Aceh. Diakses dari <http://media.neliti.com>. Pada Tanggal 21 Juli 2022.
- Mayani, N. dan Hapsoh. 2011. Potensi Rhizobium dan Pupuk Urea untuk Meningkatkan Produksi Kedelai (*Glycine max L.*) pada Lahan Bekas Sawah. *Jurnal Ilmu Pertanian Kultivar*, 5(2):67-75.
- Mazid, M & Khan, T. 2014. Future of Bio-fertilizers in Indian Agriculture: An Overview. *Agricultural and Food Sciences*, 3(3): 10-23.
- Mrkovacki N, Dalovic I, Josic D. 2016. The effect of PGPR strains on microbial abundance in maize rhizosphere in field conditions. *Ratarstvoi Povrtarstvo* 53:15-19.
- Nadiyah, Krisbiyanto dan A. Azizah 2005 Kemampuan bakteri *Acetobacter sylinum* Mengubah Karbohidrat pada Limbah Padi (Bekatul) Menjadi Selulosa *Bioscience*, 2: 37-47.
- Nisa, F.C., Kusnadi, J., dan Chrisnasari, R. 2008. Viabilitas dan deteksi subletal bakteri probiotik pada susu kedelai fermentasi instan metode pengeringan beku (kajian jenis isolate dan konsentrasi sukrosa sebagai krioprotektan). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(1):23-27.

- Novizan. 2007. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Nurchayani, E., Sumardi, Qudus. H. I., Palupi, A., dan Sholehah. 2019. Analysis of Chlorophyll Phalaenopsis amabilis (L.) Bl. Result of the Resistance to Fusarium oxysporum and Drought Stress. Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS), 12(11): 44.
- Nursyamsi, D dan Suprihati, 2005, Sifat-sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*) dan Kedelai (*Glycine max*) Bul Agron, 33(3): 40-47.
- Pranatami, D. A., dan Arum, S. 2017. Pengaruh pemberian dosis dan frekuensi biofertilizer terhadap kadar klorofil daun bibit sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). Indonesian Journal of Applied Sciences, 7(3): 44-50.
- Rasyad, A., Idwar. 2010. Interaksi genetik x lingkungan dan stabilitas komponen hasil berbagai genotipe kedelai di Provinsi Riau. J. Agron. Indonesia, 38:25-29.
- Rohmah, Nuzulul., Wirdhatul M., dan Tutik Nurhidayati. 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.
- Saraswati, R., Husen, E., dan Simanungkalit, R.D.M. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Bogor: Balittanah.
- Septa, N. K., Kumar, A., Yadav, J., Srivastava, R. B. 2012. Effect of Integrated Nutrient Management on Growth, Yield and Quality of Tomato in Trans Himalayan. Ann. Pl. Soil Res, 14 (2): 120 – 123.
- Setiawati, M.R., Suryatmana, P., dan Chusnul, A. 2017. Karakteristik *azolla pinnata* sebagai pengganti bahan pembawa pupuk. Jurnal Soilrens, 15(1): 46-52.
- Setiawati, M.R., Suryatmana, P., Machfud, Y., dan Tridendra, Y. 2019. Aplikasi *Azolla pinnata* dan bakteri endofitik penambat N₂ untuk meningkatkan sifat kimia tanah, tanaman, dan bobot kering tanaman jagung pada inceptisol jatinangor. Jurnal Agrologia, 8 (1):1-11.
- Silalahi, H. 2009. Pengaruh inokulasi Rhizobium dan pupuk fosfor terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* L.Merill). Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- unsur hara N, P, K untuk pertumbuhan tanaman panili (*Vanilla planifolia* Andrews). Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 18(1) : 49-59.
- Spaepen S, Vanderleyden J, Remans R. 2007. Indole-3-acetic acid in microbial and
- Suryatmana, P., Putri, S.R., Kamaluddin, N.N., dan Setiawati, M.R. 2020. potensi jenis bahan organik sebagai biostimulan dalam meningkatkan populasi *Azospirillum* sp. dan hasil kedelai (*Glycine max*. L.) pada Inceptisol Jatinangor. Jurnal Soilrens, 18(1): 1-9.
- Suryatmaan, P., Handayani, S., Bang, S & Hindersah, R. 2024. Screening and profiling of mercury-resistant Azotobacter isolated from gold mine tailing in Pongkor, West Java. urnal of Degraded and Mining Lands Management 11(2):5287-5300,
- Toago, Saddam P., Iskandar., dan Henry. 2017. Aplikasi Kompos dan *Azotobacter* sp. terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). e-J. Agroteknobis. 5(3): 291-299.
- Vejan P, Abdullah R, Khadiran T, Ismail S, Boyce AN. 2016. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability. Molecules 21:537
- Wuriesylane, N. Gofar, A. Madjid, A. Widjadjanti, dan Ni Luh Putu S.R. 2013. Pertumbuhan dan hasil padi pada inceptisol asal rawa lebak yang diinokulasi berbagai konsorsium

bakteri penyumbang unsur hara.
Jurnal Lahan Suboptimal, 2(1): 18-27.

Yuliana, R. Elfi dan P. Indah. 2015. Aplikasi Pupuk Kandang Sapi dan Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) di Media Gambut. Jurnal Agroteknologi, 5(2): 37-42.

Yusuf, F., Hadie, J., dan Yusran, M.F.H. 2017. Respon Tanaman kedelai terhadap serapan hara NPK pupuk daun yang diberikan melalui akar dan daun pada tanah gambut dan podsolik. Jurnal Daun, 4(1): 17-