

Peran Bakteri Penambat Nitrogen untuk Mengurangi Dosis Pupuk Nitrogen Anorganik pada Padi Sawah

The Role of Nitrogen-Fixing Bacteria to Reduce the Rate of Inorganic Nitrogen Fertilizer on Lowland Rice

Ida Widiyawati^{1*}, Sugiyanta¹, Ahmad Junaedi¹, dan Rahayu Widyastuti²

¹Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

²Departemen Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 19 September 2013/Disetujui 22 Januari 2014

ABSTRACT

The availability of nitrogen in the soil is one of the limiting factors to support growth and rice productivity. Nitrogen-fixing bacteria have the ability to utilize air nitrogen so it becomes available in the soil. The use of nitrogen-fixing bacteria could potentially reduce application of nitrogen fertilizer. The aim of the experiment was to determine the role of nitrogen-fixing bacteria in reducing inorganic N fertilizer on lowland rice. The research was conducted in April-August 2012 at the plastic house of Babakan Sawah Baru Experimental Station, IPB. The experiment was arranged in a randomized block design with were two factors, namely nitrogen fertilizer and type of bacteria. The dosage of N fertilizer (urea) were 0, 50, 75 and 100 kg N ha⁻¹. The types of bacteria were without bacteria, Azotobacter-like, Azospirillum-like, and consortium. The result of the experiment showed that N fertilization significantly affected all variables except the percentage of empty grains per panicle, 1,000 grain weight, and N content of the plant. The types of bacteria significantly affected root dry weight, number of filled grain per panicle, greenness of leaf, uptake and content of nitrogen (shoot and grain), grain weight per plot. The consortium bacteria was able to reduce 25% recommended dosage of N inorganic fertilizer (100 kg N ha⁻¹), based on agronomic effectiveness.

Keywords: Azospirillum-like, Azotobacter-like, consortium of bacteria

ABSTRAK

Ketersediaan unsur hara nitrogen dalam tanah adalah salah satu faktor pembatas untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi. Bakteri penambat nitrogen memiliki kemampuan untuk memanfaatkan nitrogen udara menjadi tersedia dalam tanah. Penggunaan bakteri penambat N berpotensi mengurangi aplikasi pupuk nitrogen. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui peranan bakteri penambat N dalam mengurangi penggunaan pupuk N anorganik pada padi sawah. Penelitian dilaksanakan bulan April-Agustus 2012 di rumah plastik Kebun Percobaan Babakan Sawah Baru, IPB. Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok dengan dua faktor, yaitu dosis pemupukan nitrogen dan jenis bakteri. Faktor dosis pemupukan N (urea) terdiri atas 4 taraf, yaitu 0, 50, 75, dan 100 kg N ha⁻¹. Faktor jenis bakteri terdiri atas 4 taraf, yaitu tanpa bakteri, Azotobacter-like, Azospirillum-like, dan konsorsium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis pemupukan N berpengaruh nyata terhadap semua peubah kecuali persentase gabah hampa per malai, bobot 1,000 butir, dan kandungan N tanaman. Jenis bakteri berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar, jumlah gabah isi per malai, kehijauan daun, serapan dan kandungan N (tajak dan gabah), bobot gabah per petak. Konsorsium bakteri mampu mengurangi 25% penggunaan pupuk N anorganik dari dosis rekomendasi (100 kg N ha⁻¹) berdasarkan pada efektivitas agronomi relatif.

Kata kunci: Azospirillum-like, Azotobacter-like, konsorsium bakteri

PENDAHULUAN

Beras merupakan bahan pangan pokok bagi 95% penduduk Indonesia (Swastika *et al.*, 2007). Laju pertumbuhan penduduk Indonesia sebesar 1.49% per tahun

menyebabkan kebutuhan beras meningkat. Perubahan fungsi lahan sawah menjadi lahan non pertanian akan mengurangi produksi beras sehingga kebutuhan beras meningkat. Upaya peningkatan produktivitas padi sawah terus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan beras dalam rangka menunjang target pemerintah agar Indonesia mencapai surplus beras 10 juta ton tahun 2014 (Setyawati, 2012). Strategi peningkatan produksi dapat melalui penerapan teknologi pengelolaan tanaman terpadu (PTT) pada lahan sawah (Swastika *et al.*,

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: idawidiyawati87@gmail.com

2007). Upaya lain peningkatan produktivitas padi sawah adalah dengan pemupukan. Namun, bila penggunaannya berlebihan atau tidak sesuai maka dalam jangka panjang dapat mengganggu lingkungan.

Ketersediaan unsur N dalam tanah merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan padi. Udara mengandung sekitar 78% N, tetapi tanaman tidak dapat menggunakan secara langsung karena berbentuk gas N₂ yang “inert”, sehingga pupuk N selalu ditambahkan sebagai input produksi tanaman (Hindersah dan Tualar, 2004). Sejak tahun 1800-an diketahui terdapat sekelompok bakteri tanah baik yang bersimbiosis ataupun hidup bebas yang mempunyai kemampuan memfiksasi N dari udara. Pilihan penyedia nitrogen secara hayati adalah dengan memanfaatkan bakteri penambat nitrogen bebas seperti *Azotobacter* dan *Azospirillum* (Ekawati dan Syekhiani, 2005). Bakteri tersebut hidup bebas pada daerah perakaran dan jaringan tanaman. Bakteri penambat N sering disebut bakteri *diazotrof* yang mampu menggunakan N udara sebagai sumber N untuk pertumbuhannya. Peranan bakteri dalam memfiksasi nitrogen udara besar pengaruhnya terhadap nilai ekonomi tanah pertanian (Ristiati *et al.*, 2008). Penggunaan bakteri ini berpotensi mengurangi kebutuhan N sintetik, meningkatkan produksi dan pendapatan usaha tani dengan masukan yang lebih murah. Eckert *et al.* (2001) melaporkan bahwa *Azospirillum* digunakan sebagai biofertilizer karena mampu menambat nitrogen (N₂) 30% N dari total N pada jagung.

Penelitian ini mendasarkan pada kerangka pemikiran perlunya peran bakteri tanah dalam meningkatkan penyediaan unsur hara N untuk tanaman padi. Bakteri menyediakan nutrisi tanaman melalui pemecahan bahan organik, mengubah N udara ke dalam bentuk tersedia. Isolat yang unggul diperlukan sebagai bahan inokulasi karena keberhasilan bakteri tergantung kepada kemampuan isolat yang diintroduksi untuk bertahan hidup dan berkembangbiak di tanah secara cepat. Penerapan PTT dengan pengairan berselang yang dapat mengaktifkan mikroba bermanfaat seperti *Azotobacter* dan *Azospirillum* diharapkan dapat mereduksi penggunaan pupuk N sintetik pada padi dan berkontribusi terhadap pertanian berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dosis pemupukan dan bakteri penambat N dalam mengurangi penggunaan pupuk N pada padi sawah.

BAHAN DAN METODE

Isolasi dan Seleksi Bakteri

Isolasi dan seleksi bakteri dilaksanakan bulan September 2011 sampai Maret 2012. Isolasi dan analisis aktivitas bakteri dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, IPB. Sumber isolat yang digunakan yaitu pupuk hayati komersial (tiga jenis bentuk cair dan satu jenis bentuk padat), serta tanah sawah Kebun Percobaan Sawah Baru. Media tumbuh yang digunakan untuk mikroba adalah *nitrogen free mannitol* (NFM) dan *nitrogen free bromthymol blue* (NFB), nutrient agar (NA).

Azotobacter-like diisolasi menggunakan metode cawan hitung pada media NFM, sedangkan *Azospirillum-like* menggunakan metode enrichment pada media NFB. Seleksi kemampuan penambatan N dilakukan berdasarkan pengukuran kelarutan amonium berdasarkan metode destilasi dan titrasi. Uji antagonistik dilakukan pada isolat *Azotobacter-like* dan *Azospirillum-like* dengan menumbuhkan bersama dalam satu cawan pada media NA. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan dipilih 1 bakteri *Azotobacter-like* dan *Azospirillum-like*, yaitu At523 dan Ap533 yang keduanya tidak saling antagonis dan daya tumbuhnya cepat. Mekanisme antagonis meliputi kompetisi nutrisi, antibiosis sebagai hasil pelepasan antibiotika atau senyawa kimia, dan predasi (Gultom 2008). Populasi total isolat yang diinokulasikan adalah 7.88x10⁹ cfu ml⁻¹ m⁻² untuk *Azotobacter-like* dan 7.95x10⁹ cfu ml⁻¹ m⁻² untuk *Azospirillum-like* (Tabel 1).

Persiapan Tanam dan Pengamatan

Penelitian dilaksanakan bulan April sampai Agustus 2012 di rumah plastik Kebun Percobaan Babakan Sawah Baru, IPB. Analisis pupuk dan sifat tanah dilaksanakan di Laboratorium Tanah, Balai Penelitian Tanah, sedangkan analisis jaringan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Kesuburan Tanah, IPB. Bahan yang digunakan, yaitu padi varietas Ciherang, pupuk urea (sesuai dosis perlakuan), 50 kg SP-36 ha⁻¹, 100 kg KCl ha⁻¹, isolat *Azotobacter-like* (At523) dan *Azospirillum-like* (Ap533).

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok dua faktor dengan tiga ulangan.

Tabel 1. Informasi sumber dan aktifitas isolat bakteri untuk aplikasi

Uraian informasi	Kode isolat	
	<i>(Azotobacter-like)</i> At523	<i>(Azospirillum-like)</i> Ap533
Sumber isolat	Tanah sawah baru	Tanah sawah baru
Kandungan penambatan N ₂ di laboratorium	3.0 ppm ¹⁾	4.8 ppm ²⁾
Hasil uji antagonistik	Tidak bersifat antagonis	Tidak bersifat antagonis
Populasi yang diaplikasikan ke dalam tanah	7.88x10 ⁹ cfu ml ⁻¹ m ⁻²	7.95x10 ⁹ cfu ml ⁻¹ m ⁻²

Keterangan: ¹⁾ Isolat *Azotobacter-like* diukur kandungan amonium yang ditumbuhkan pada *nitrogen free mannitol* cair

²⁾ Isolat *Azospirillum-like* diukur kandungan amonium yang ditumbuhkan pada *nitrogen free bromthymol blue* cair

Faktor yang dicoba, yaitu pemupukan nitrogen dan jenis bakteri. Faktor dosis pemupukan nitrogen terdiri atas 4 dosis, yaitu 0, 50, 75, dan 100 kg N ha⁻¹ (dosis rekomendasi). Pupuk N yang digunakan adalah urea. Faktor jenis bakteri terdiri atas 4 taraf, yaitu tanpa bakteri, *Azotobacter-like*, *Azospirillum-like*, konsorsium (*Azotobacter-like* dan *Azospirillum-like*).

Unit percobaan menggunakan petakan terpal berukuran 1.25 m x 0.8 m x 0.5 m. Kedalaman tanah yang telah dilakukan pelumpuran tiga kali adalah 0.3 m. Bibit padi berumur 17 hari setelah semai (HSS) ditanam di petakan terpal dengan jarak tanam jajar legowo 2:1 (25 cm x 50 cm x 12.5 cm). Pupuk SP-36 dan KCl diberikan sekaligus pada saat tanam, pupuk urea sebagai perlakuan diberikan dua kali, yaitu setengah dosis pada umur 7 hari setelah tanam (HST) dan setengah dosis pada 30 HST. Inokulasi bakteri diberikan tiga kali dengan cara menyiramkan larutan bakteri di sekitar akar tanaman per petak, yaitu saat tanam, 2 minggu setelah tanam (MST), dan 4 MST. Pengairan yang digunakan adalah *intermittent irrigation* dengan frekuensi 3-4 hari sekali.

Peubah yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah anakan, bobot kering tajuk dan akar, jumlah gabah per malai (isi dan hampa), persentase gabah hampa per malai, bobot 1,000 butir, kehijauan daun, kandungan dan serapan N (gabah dan tajuk), bobot gabah per petak, serta nilai efektivitas agronomi relatif (EAR). Nilai EAR dihitung dengan rumus: $EAR = \frac{Pp - Pk}{Pa - Pk} \times 100\%$, dimana, Pp = produksi akibat pupuk dan atau bakteri yang diteliti; Pk = produksi tanaman tanpa pupuk dan tanpa bakteri; Pa = produksi akibat pupuk anjuran tanpa bakteri. Data dianalisis menggunakan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila analisis ragam menunjukkan keragaman nyata dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ciri Awal Tanah Penelitian

Tanah yang digunakan dalam penelitian termasuk dalam jenis liat berdebu (*silty clay*). Nilai pH tanah tergolong masam dengan kandungan bahan organik rendah (C/N ratio 9%). Status kandungan N termasuk sedang (0.31%), P₂O₅ (HCl 25%) sangat tinggi (148 mg 100 g⁻¹), dan K₂O (HCl 25%) sangat rendah (9 mg 100 g⁻¹).

Pertumbuhan Vegetatif

Dosis pemupukan N berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan, tetapi jenis bakteri dan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap peubah tersebut (Tabel 2). Peningkatan dosis pemupukan N meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan dibandingkan tanpa pemupukan. Tinggi tanaman dan jumlah anakan tertinggi diperoleh pada dosis pemupukan N rekomendasi, tetapi tidak berbeda nyata sampai pemupukan 50 kg N ha⁻¹, yang berarti bahwa pengurangan dosis sampai

Tabel 2. Pengaruh dosis pemupukan N dan jenis bakteri terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan pada 9 MST

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah anakan
Dosis pemupukan N (kg N ha ⁻¹)		
0	101b	7.3b
50	105a	10.6a
75	106a	11.4a
100	108a	12.3a
Jenis bakteri		
Tanpa bakteri	105	10.4
<i>Azotobacter-like</i>	104	9.5
<i>Azospirillum-like</i>	105	10.7
Konsorsium	107	11.1

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

50% dosis rekomendasi tidak mengurangi tinggi tanaman dan jumlah anakan.

Pemupukan N meningkatkan tinggi tanaman karena N berfungsi membentuk protoplasma, memperbanyak dan memperpanjang sel tanaman termasuk bagian batang tanaman, sehingga meningkatkan tinggi tanaman. Menurut Endrizal dan Bobihoe (2004), N berperan dalam pertumbuhan vegetatif dan merangsang jumlah anakan padi. Jumlah anakan yang banyak akan mendukung pembentukan anakan produktif karena fotosintat yang dihasilkan juga tinggi. Pemberian bakteri pada penelitian ini belum terlihat pengaruhnya pada parameter pertumbuhan vegetatif.

Bobot kering tajuk dan akar tertinggi terdapat pada pemupukan 100 kg N ha⁻¹, tetapi tidak berbeda nyata sampai dosis pemupukan 50 kg N ha⁻¹. Pengurangan dosis pemupukan sampai 50% dosis rekomendasi tidak menurunkan bobot kering tajuk dan akar. Jenis bakteri tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk, tetapi berpengaruh terhadap bobot kering akar (Tabel 3). Secara statistik konsorsium bakteri meningkatkan bobot kering akar. Peningkatan bobot kering akar diduga disebabkan peranan bakteri sebagai pemacu pertumbuhan tanaman yaitu penghasil hormon pertumbuhan. *Azotobacter* selain dapat mengikat N₂ udara, juga menghasilkan *indole acetic acid* (IAA) dalam jumlah yang berbanding lurus dengan kepadatan populasinya (Ismiarni *et al.*, 2007). *Azospirillum* juga memiliki kemampuan dalam menghasilkan IAA (Lestari *et al.*, 2007). Kandungan IAA berguna merangsang pertumbuhan akar melalui pertambahan panjang atau luas permukaan, sehingga akar mampu mengikat air dan menambah bobot basah (Razie dan Anas, 2005).

Pemberian *Azospirillum* sp. pada padi yang ditanam di pot dan kultur invitro memberikan pengaruh signifikan pada jumlah anakan, bobot kering tajuk dan akar (Lestari *et*

Tabel 3. Pengaruh dosis pemupukan nitrogen dan jenis bakteri terhadap bobot kering tajuk dan bobot kering akar

Perlakuan	Bobot kering tajuk (g)	Bobot kering akar (g)
Dosis pemupukan N (kg N ha ⁻¹)		
0	13.9b	1.62b
50	22.5a	2.47ab
75	22.8a	3.01ab
100	24.0a	3.72a
Jenis bakteri		
Tanpa bakteri	21.2	1.53b
<i>Azotobacter-like</i>	18.7	2.13b
<i>Azospirillum-like</i>	20.3	2.90ab
Konsorsium	23.0	4.26a

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

al., 2007). Faktor lingkungan yang baik juga berpengaruh pada ketersediaan bakteri dalam tanah, sehingga diharapkan mampu meningkatkan bobot kering akar yang akhirnya akan meningkatkan bobot kering tajuk.

Komponen Hasil dan Hasil

Dosis pemupukan N berpengaruh nyata terhadap jumlah gabah isi dan hampa per malai, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap persentase gabah hampa per malai dan bobot 1,000 butir. Jenis bakteri hanya berpengaruh

nyata terhadap jumlah gabah isi per malai. Interaksi antara dosis pemupukan N dan jenis bakteri tidak berpengaruh nyata terhadap parameter hasil dan hasil (Tabel 4).

Persentase gabah hampa per malai meningkat seiring dengan peningkatan jumlah gabah isi dan gabah hampa per malai. Lu *et al.* (2008) menyebutkan bahwa berkurangnya persentase gabah isi lebih ditentukan oleh kekurangan pasokan input (*source*) dan faktor genetik. Dosis pemupukan N tidak berpengaruh terhadap bobot 1,000 butir, karena adanya faktor proses pengisian gabah dan genetik tanaman padi (ukuran palea dan lemma). Jumlah gabah isi dan hampa per malai tertinggi pada pemupukan 100 kg N ha⁻¹ dan terendah pada dosis pemupukan 0 kg N ha⁻¹. Jumlah gabah isi yang meningkat disebabkan adanya hasil fotosintat dan asimilat yang cukup untuk membentuknya. Jumlah gabah per malai yang tidak diikuti dengan kapasitas *source* yang cukup menyebabkan distribusi fotosintat untuk pengisian gabah tidak merata dan banyaknya gabah hampa yang dihasilkan. Akbari *et al.* (2007) menyatakan bahwa bakteri menghasilkan hormon pertumbuhan hingga 285.51 mg L⁻¹ dari total medium kultur, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan.

Jumlah gabah isi per malai tertinggi pada perlakuan konsorsium, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan tunggal, dan terendah pada perlakuan tanpa bakteri. Penambahan N oleh bakteri terutama bakteri konsorsium dapat menambah dan mencukupi kebutuhan N, sehingga jumlah gabah isi meningkat. Menurut Munarso (2011), jumlah gabah per malai juga dipengaruhi oleh faktor percabangan, eksersi, dan banyaknya malai, diferensiasi bulir selama antesis, serta intensitas radiasi surya.

Analisis Hara Jaringan Tanaman

Perlakuan dosis pemupukan N dan jenis bakteri berpengaruh nyata terhadap kehijauan daun dan serapan N tanaman. Perlakuan dosis pemupukan N tidak berpengaruh

Tabel 4. Pengaruh dosis pemupukan N dan jenis bakteri terhadap jumlah gabah isi, hampa, persentase gabah hampa per malai, dan bobot 1,000 butir

Perlakuan	Jumlah gabah isi per malai (butir)	Jumlah gabah hampa per malai (butir)	Persentase gabah hampa per malai (%)	Bobot 1,000 butir (g)
Dosis pemupukan N (kg N ha ⁻¹)				
0	76.4b	49.1b	40.1	23.7
50	82.0ab	56.2ab	40.4	22.7
75	89.9ab	62.1ab	40.9	23.3
100	94.8a	71.7a	42.3	23.2
Jenis bakteri				
Tanpa bakteri	76.0b	55.8	42.4	23.6
<i>Azotobacter-like</i>	90.5ab	65.6	41.5	23.2
<i>Azospirillum-like</i>	83.2ab	60.4	42.3	22.9
Konsorsium	93.4a	57.2	37.5	23.2

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

nyata terhadap kandungan N, tetapi jenis bakteri berpengaruh nyata terhadap kandungan N (tajak dan gabah). Interaksi antara dosis pemupukan N dan jenis bakteri tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tersebut (Tabel 5).

Penurunan dosis pemupukan N sampai 25% dosis rekomendasi tidak menurunkan kehijauan daun, sedangkan penurunan 50% dosis rekomendasi tidak menurunkan serapan N tanaman. Pemupukan N menyebabkan peningkatan kehijauan daun dan serapan N dibandingkan tanpa pemupukan N. Peningkatan dosis pemupukan N akan meningkatkan kandungan klorofil daun sehingga akan membuat bagian tanaman menjadi lebih hijau. Serapan hara N oleh tanaman padi salah satunya dipengaruhi oleh faktor ketersediaan unsur hara N. Semakin tinggi nilai serapan N tanaman, maka semakin tinggi pula kandungan N dalam tanaman. Tingginya serapan N gabah dibandingkan tajuk diduga karena kemampuan tanaman dalam mentranslokasikan N dari organ vegetatif ke generatif.

Pemberian bakteri pada media tanam memperbesar kemungkinan meningkatnya ketersediaan N karena peran bakteri dalam membantu penyediaan hara tanaman yaitu sebagai penambat N. Peubah kehijauan daun, kandungan, dan serapan N lebih tinggi pada pemberian konsorsium bakteri dibandingkan tanpa bakteri. Hal tersebut menunjukkan konsorsium bakteri berpotensi meningkatkan peubah tersebut. Menurut Lestari *et al.* (2007), *Azospirillum* menghasilkan hormon IAA yang berpengaruh terhadap panjang akar padi, mempermudah serapan hara. Konsorsium bakteri lebih meningkatkan dibandingkan jenis tunggal, karena kombinasi isolat bakteri dapat mengaktivasi dan meningkatkan kinerja bakteri lain yang diaplikasikan bersamaan.

Efektivitas Agronomi dan Bobot Gabah per Petak (g m⁻²)

Perlakuan dosis pemupukan N dan jenis bakteri berpengaruh nyata terhadap bobot gabah kering giling

per petak, tetapi interaksi antara dosis pemupukan N dan jenis bakteri tidak berpengaruh (Tabel 6). Bobot gabah per petak tertinggi pada dosis pemupukan 100 kg N ha⁻¹, tetapi tidak berbeda nyata dengan 75 kg N ha⁻¹. Bobot gabah per petak tertinggi pada konsorsium bakteri tetapi tidak berbeda nyata dengan tanpa bakteri dan *Azospirillum-like*, dan terendah pada *Azotobacter-like*. *Azotobacter-like* tunggal belum mampu meningkatkan bobot gabah per petak, tetapi berpotensi jika dikonsorsiumkan dengan *Azospirillum-like*. Jenis bakteri yang diaplikasikan belum terlihat pengaruhnya karena merupakan musim tanam pertama dan diduga bakteri yang diaplikasikan kalah bersaing dengan bakteri indigenous. Menurut Simanungkalit *et al.* (2006), perbedaan jumlah N yang ditambah bakteri dan perkembangbiakannya tergantung kemampuannya bersaing dengan mikroba lain yang hidup. Selain itu diduga karena tertekan oleh genangan air, walaupun sudah dilakukan pengairan intermitten. Namun demikian, konsorsium bakteri berpotensi meningkatkan bobot gabah per petak.

Banyaknya anakan yang terbentuk akan meningkatkan jumlah gabah yang terbentuk pada malai, sehingga menyebabkan peningkatan bobot gabah per petak. Hasil fotosintat dan asimilat sebagian ditranslokasikan untuk pembentukan biji, sehingga semakin banyak fotosintat dan asimilat yang dihasilkan, kemungkinan translokasi fotosintat dan asimilat untuk pembentukan biji semakin tinggi. Menurut Khan *et al.* (2009), hasil gabah per petak berhubungan dengan hasil gabah per tanaman.

Efektivitas agronomi relatif (EAR) adalah perbandingan antara kenaikan hasil karena penggunaan suatu pupuk dengan kenaikan hasil penggunaan pupuk standar dikalikan 100 (Suriadikarta *et al.*, 2004). Nilai EAR penelitian ini dihitung dari peubah bobot gabah per petak (Tabel 7). Pupuk dinyatakan efektif secara agronomi apabila memiliki nilai EAR > 100, yang berarti pupuk tersebut dapat meningkatkan hasil lebih besar dibandingkan dengan peningkatan hasil pupuk pembanding terhadap kontrol.

Tabel 5. Pengaruh dosis pemupukan nitrogen dan jenis bakteri terhadap kehijauan daun, kandungan N, dan serapan N tanaman

Perlakuan	Kehijauan daun		Kandungan N (% g ⁻¹)		Serapan N tanaman (%)	
	Vegetatif	Generatif	Tajak	Gabah	Tajak	Gabah
Dosis pemupukan N (kg N ha ⁻¹)						
0	39.5c	36.9b	2.03	2.20	29.3b	32.6b
50	39.6bc	38.3b	2.07	2.43	48.4a	50.5a
75	40.9ab	40.6a	2.01	2.52	47.0a	62.6a
100	41.9a	40.4a	2.13	2.46	53.1a	56.6a
Jenis bakteri						
Tanpa bakteri	39.0b	37.1c	1.97b	2.41ab	43.2b	55.9ab
<i>Azotobacter-like</i>	40.8a	39.1b	1.70b	2.15b	32.2b	36.9c
<i>Azospirillum-like</i>	40.4a	39.4ab	1.97b	2.35b	40.8b	47.4bc
Konsorsium	41.6a	40.7a	2.61a	2.70a	61.6a	61.7a

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

Perlakuan dosis pemupukan 75 kg N ha⁻¹ dan konsorsium bakteri efektif secara agronomi karena menghasilkan nilai EAR>100. Perlakuan 75 kg N ha⁻¹ dan konsorsium bakteri dikatakan efektif karena meningkatkan hasil hingga 1.17 kali lipat (117.01%) dibandingkan peningkatan hasil oleh perlakuan pembanding terhadap kontrol.

Tabel 6. Pengaruh dosis pemupukan nitrogen dan jenis bakteri terhadap bobot gabah kering panen per petak

Perlakuan	Bobot gabah per petak (g m ⁻²)
Dosis pemupukan N (kg N ha ⁻¹)	
0	236c
50	314b
75	409a
100	401a
Jenis bakteri	
Tanpa bakteri	347ab
<i>Azotobacter-like</i>	282b
<i>Azospirillum-like</i>	347ab
Konsorsium	384a

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

Tabel 7. Nilai efektivitas agronomi relatif terhadap produksi (bobot gabah)

Perlakuan	Nilai efektivitas agronomi relatif (%)
Kontrol (N0B0)	0
Pembanding (N3B0)	100.0
0 + <i>Azotobacter-like</i>	-20.6
0 + <i>Azospirillum-like</i>	25.0
0 + konsorsium	34.6
50 + tanpa bakteri	53.5
50 + <i>Azotobacter-like</i>	29.1
50 + <i>Azospirillum-like</i>	20.5
50 + konsorsium	77.9
75 + tanpa bakteri	88.7
75 + <i>Azotobacter-like</i>	51.5
75 + <i>Azospirillum-like</i>	99.2
75 + konsorsium	117.0
100 + <i>Azotobacter-like</i>	64.0
100 + <i>Azospirillum-like</i>	97.2
100 + konsorsium	79.7

Keterangan: Dosis pemupukan N (0, 50, 75, 100 kg ha⁻¹)

KESIMPULAN

Dosis pemupukan N berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan, bobot kering tajuk dan akar, jumlah gabah per malai (isi dan hampa), kehijauan daun, serapan N tanaman, dan bobot gabah per petak. Jenis bakteri berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar, jumlah gabah isi per malai, kehijauan daun, serapan dan kandungan N (tajuk dan gabah), bobot gabah per petak. Konsorsium bakteri mampu mengurangi 25% penggunaan pupuk N anorganik dari dosis rekomendasi (100 kg N ha⁻¹) berdasarkan pada efektivitas agronomi relatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, Gh. A., S.M. Arab, H.A. Alikhani, I. Allahdadi, M.H. Arzanesh. 2007. Isolation and selection of indigenous *Azospirillum* spp. and IAA of Superior strain on wheat roots. *World J. Agric. Sci.* 3:523-529.
- Eckert, B., O.B. Weber, G. Kirchof, A. Halbritter, M. Stoffels, A. Hartmann. 2001. *Azospirillum doebereineriae* sp. nov., A nitrogen-fixing bacterium associated with the C4-grass *Miscanthus*. *International J. of Systematic and Evolutionary Microbiology* 51:17-26.
- Endrizal, J. Bobihoe. 2004. Efisiensi Penggunaan Pupuk Nitrogen dengan Penggunaan Pupuk Organik pada Tanaman Padi Sawah. *J. Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 7:118-124.
- Ekawati, I., Syekhfani. 2005. Dekomposisi tajuk padi oleh biakan campuran bakteri selulolisis dan penambat nitrogen. *J. Pembangunan Pedesaan* 5:120-128.
- Gultom, J.M. 2008. Pengaruh pemberian beberapa jamur antagonis dengan berbagai tingkat konsentrasi untuk menekan perkembangan jamur *Phytophthora* sp. penyebab rebah kecambah pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). <http://repository.usu.ac.id/pdf> [9 Januari 2013].
- Hindersah, R., S. Tualar. 2004. Potensi rizobakteri *Azotobacter* dalam meningkatkan kesehatan tanah. *J. Natur Indonesia* 5:127-133.
- Isminarni, F., S. Wedhastri, J. Widada, B.H. Purwanto. 2007. Penambatan nitrogen dan penghasilan indol asam asetat oleh isolat-isolat *Azotobacter* pada pH rendah dan aluminium tinggi. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7:23-30.
- Khan, A.S., M. Imran, M. Ashfaq. 2009. Estimation of genetic variability and correlation for grain yield component in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agric. Environ. Sci.* 6:585-590.

- Lestari, P., D.N. Susilowati, E.I. Riyanti. 2007. Pengaruh hormon asam indol asetat yang dihasilkan *Azospirillum* sp. terhadap perkembangan akar padi. *J. Agrobiogen.* 3:66-72.
- Lu, Y., X.J. Wang, H.C. Zhang, Z.Y. Huo, Q.G. Dai, K. Xu. 2008. A study on the yielding mechanism of different rice cultivars under-different planting density conditions. *J. Agric. Sci.* 1:18-20.
- Munarso, Y.P. 2011. Keragaan hasil beberapa varietas padi hibrida pada beberapa teknik pengairan. *J. Agron. Indonesia* 39:147-152.
- Razie, F., I. Anas. 2005. Potensi *Azotobacter* spp. (dari lahan pasang surut Kalimantan Selatan) dalam menghasilkan *indole acetic acid* (IAA). *J. Tanah dan Lingkungan* 7:35-39.
- Ristiati, N.P., S. Muliadihardja, F. Nurlita. 2008. Isolasi dan identifikasi bakteri penambat nitrogen non simbiosis dari dalam tanah. *J. Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora.* 2:68-80.
- Setyawati, T. 2012. Dinamika Produksi Padi di Jawa Timur vs Target Surplus 10 Juta Ton Beras Nasional 2014. Seminar Nasional: Kedaulatan Pangan Energi Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura.
- Simanungkalit, R.D.M., R. Saraswati, R.D. Hastuti, E. Husen. 2006. Bakteri Penambat Nitrogen, Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Suriadikarta, D.A., D. Setyorini, W. Hartatik. 2004. Petunjuk Teknis Uji Mutu dan Efektivitas Pupuk Alternatif Anorganik. Balai Penelitian Tanah, Puslitbangtanak, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Swastika, D.K.S., Wargiono, J. Hasanuddin, A. 2007. Analisis kebijakan peningkatan produksi padi melalui efisiensi pemanfaatan lahan sawah di Indonesia. *J. Analisis Kebijakan Pertanian* 5:36-52.