

Isolasi dan Seleksi Mikroba Diazotrof Endofitik dan Penghasil Zat Pemacu Tumbuh pada Tanaman Padi dan Jagung

Dwi N. Susilowati, Rasti Saraswati, Elsanti, dan Erny Yuniarti

Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

ABSTRAK

Sejumlah bakteri endofit diketahui memiliki potensi yang nyata dalam menambat N_2 udara (diazotrof) dan menghasilkan zat pemacu tumbuh AIA. Telah diperoleh sebanyak 142 isolat bakteri endofitik yang terdiri dari 95 isolat bakteri endofitik asal tanaman padi dan 47 isolat asal tanaman jagung hasil isolasi dari daerah Jawa Barat, Jawa Timur, dan Kalimantan Selatan. Berdasarkan hasil seleksi dalam hal menambat N_2 udara dan menghasilkan AIA diperoleh 5 isolat bakteri endofitik padi unggul, yaitu BCr 1.2 (AIA 4,530 ppm), BCbd 1.3 (AIA 5,363 ppm; menambat N_2 0,0116 umol/jam/tabung), APK 2.4 (AIA 2,818 ppm; menambat N_2 2,683 umol/jam/tabung), BCr 2.3 (AIA 1,539 ppm; menambat N_2 1,9495 umol/jam/tabung), dan BCr 2.1 (AIA 1,730 ppm; menambat N_2 1,280 umol/jam/tabung). Selain itu, telah terseleksi 5 isolat bakteri endofitik unggul tanaman jagung, yaitu JCbd 2.1 (AIA 5,897 ppm; menambat N_2 0,059 umol/jam/tabung), JCMg 3.3 (menambat N_2 0,039 umol/jam/tabung), JKW 1.1B (AIA 1,036 ppm), JSHC 2.4 (menambat N_2 s 0,219 umol/jam/tabung), dan JLCN 2.3 (AIA 0,677 ppm; menambat N_2 0,469 umol/jam/tabung). Inokulasi bakteri endofitik jagung pada skala laboratorium ternyata mampu meningkatkan perkembangan secara visual akar utama dan serabut tanaman jagung. Inokulasi bakteri diazotrof endofitik isolat JCbd 2.1 dan JLCN 2.3 berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol. Namun, perlakuan inokulasi ternyata tidak berbeda nyata pada pertumbuhan diameter batang, jumlah daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, bobot kering akar, kadar klorofil, dan kadar N. Pemberian dosis pupuk N anorganik pada taraf N1 (Dosis 25%), tidak berbeda nyata dengan kontrol N0 (Tanpa N), tetapi pada N2 (Dosis 50%), N3 (Dosis 75%), dan N4 (Dosis 100%) berpengaruh nyata terhadap kadar N di dalam tanaman bila dibandingkan dengan kontrol N0 (Tanpa N). Namun, perlakuan tersebut tidak berbeda nyata pada pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, bobot kering akar, dan kadar klorofil. Dan tidak ada interaksi antara pemberian inokulasi dan beberapa taraf pupuk N.

Kata kunci: Isolasi, seleksi, diazotrof endofitik, padi, jagung

ABSTRACT

A number of endophytic bacteria had a significant potency on N_2 fixing activity and IAA production. About 142 endophytic bacteria have been obtained from rice (95 isolates) and corn (47 isolates) isolated from West Java, East Java, and South Kalimantan. Based on N_2 fixing activity and IAA production, we have obtained 5 superior isolates from rice, that is BCr 1.2 (IAA 4.530 ppm), BCbd 1.3 (IAA 5.363 ppm; N_2 fixing activity 0.0116 umol/hour/tube), APK 2.4 (IAA 2.818 ppm; N_2 fixing activity 2.683 umol/hour/tube), BCr 2.3 (IAA 1.539 ppm; N_2 fixing activity 1.9495 umol/hour/tube), and BCr 2.1 (IAA 1.730 ppm; N_2 fixing activity 1.280 umol/hour/tube). Moreover we have selected 5 superior isolates from corn, that is JCbd 2.1 (IAA 5.897 ppm; N_2 fixing activity 0.059 umol/hour/

tube), JCrng 3.3 (N_2 fixing activity 0.039 $\mu\text{mol}/\text{hour}/\text{tube}$), JKW 1.1B (IAA 1.036 ppm), JSHC 2.4 (N_2 fixing activity 0.219 $\mu\text{mol}/\text{hour}/\text{tube}$), and JLCN 2.3 (IAA 0.677 ppm; N_2 fixing activity 0.469 $\mu\text{mol}/\text{hour}/\text{tube}$). Inoculation the endophytic bacteria in laboratorium scale visually increased the development of primary and hairy root of corn. Inoculation with JCBD 2.1 and JLCN 2.3 isolates significantly contributed on the height of plant growth compared with control. However, inoculation treatment did not significantly response on stem diameter growth, number of leaf, wet and dry weight of shoot, dry wet of root, chlorophyll content, and total nitrogen. Dosage 25% of anorganic nitrogen (N_1) into soil did not significantly response compared with control (N_0), but dosage 50% (N_2), 75% (N_3), and 100% (N_4) of anorganic nitrogen gave significantly effect on total nitrogen compared with control (N_0). But, this factor did not significantly response on the height of plant growth, stem diameter, number of leaf, wet and dry weight of shoot, dry weight of root, and chlorophyll content. No interaction between inoculation factor with the level of nitrogen given.

Key words: Isolation, selection, endophytic diazotroph, rice, corn

PENDAHULUAN

Dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan di lahan pertanian yang disebabkan adanya penggunaan pupuk kimia secara berlebihan, perlu dicari alternatif penggunaan pupuk yang ramah lingkungan. Diketahui beberapa jenis mikroba rizosfer maupun mikroba yang hidup di lingkungan lain memiliki potensi meningkatkan kesuburan tanah. Potensi yang dimiliki mikroba tersebut adalah kemampuan menambat N_2 udara, sehingga mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia nitrogen dan kemampuan memproduksi senyawa aktif (zat pemacu tumbuh, enzim selulose ekstraselular, hemiselulose, xylan, pektin, atau beberapa jenis antibiotik). Menurut Stierle *et al.* (1995), pemanfaatan mikroba endofitik dalam memproduksi senyawa aktif memiliki beberapa kelebihan, antara lain (1) lebih cepat menghasilkan dengan mutu yang seragam, (2) dapat diproduksi dalam skala besar, dan (3) kemungkinan diperoleh komponen bioaktif baru dengan memberikan kondisi yang berbeda. Di samping itu, James dan Olivares (1996) menambahkan bahwa sejumlah mikroba endofitik yang telah berhasil diisolasi dari bagian dalam beberapa tanaman pangan, yaitu pada tanaman padi, jagung, sorgum, dan tebu dapat meningkatkan secara nyata penambatan N_2 .

Adapun tujuan penelitian ini ialah untuk memperoleh isolat-isolat unggul bakteri endofitik pada tanaman padi dan jagung yang memiliki kemampuan menambat N_2 udara dan menghasilkan zat pemacu tumbuh auksin, sehingga nantinya dapat dikembangkan sebagai bahan aktif pupuk mikroba ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Isolasi Bakteri Endofitik dari Tanaman Padi dan Jagung

Bakteri endofitik diisolasi dari bagian batang dan akar tanaman padi dan jagung. Pada awalnya bagian batang dan akar tanaman dicuci dengan air mengalir dan dibilas dengan air bebas ion. Selanjutnya bagian tanaman tersebut dipotong-

potong dengan ukuran 2-3 cm dan dikeringkan dengan kertas tisu. Setelah itu, dilakukan sterilisasi permukaan dengan cara sebanyak 10 g bagian tanaman di-shaker selama 30 menit dalam 500 ml Erlenmeyer yang berisi 250 ml air bebas ion steril. Jaringan tanaman kemudian dipindahkan ke dalam beaker steril, dicuci dua kali dengan akuades steril, dan disterilisasi permukaannya dengan 0,2% HgCl_2 (30 detik untuk akar dan 60 detik untuk batang). Kemudian dicuci enam kali dengan akuades steril, dipotong kecil-kecil dan diblender hingga homogen. Setelah itu, dibuat pengenceran serial dan dari masing-masing pengenceran (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) diambil 100 μl untuk dimasukkan ke dalam medium semi padat JNFB. Medium JNFB merupakan medium malat semi solid, dengan pH 5,8, tanpa pemberian vitamin, dan konsentrasi fosfat tiga kali lebih tinggi dari medium untuk *Azospirillum* spp. (Baldani *et al.*, 1992). Untuk membedakan bakteri yang akan diisolasi dengan *Azospirillum* spp., bakteri yang tumbuh pada medium JNFB digores ke cawan NFB agar yang mengandung *bromothymol blue* dan 50 mg/ml ekstrak khamir. Kemudian setelah satu minggu bakteri yang akan diisolasi akan memperlihatkan warna putih, halus, dan dengan warna biru atau hijau di tengahnya (Baldani *et al.*, 1992; Olivares *et al.*, 1996).

Seleksi Bakteri Endofitik dalam Hal Kemampuan Menambat N_2 dan Menghasilkan Zat Pemacu Tumbuh AIA

Pengukuran Kemampuan Penambatan N_2 dengan GC. Kemampuan penambatan N_2 diukur dengan menggunakan teknik reduksi asetilin. Isolat-isolat bakteri endofitik diazotrof ditumbuhkan di dalam medium cair JNFB pada suhu ruang selama 4 hingga 7 hari. Selanjutnya kultur cair berumur 4 hari tersebut diinokulasikan ke dalam medium semi padat JNFB dan kembali diinkubasi hingga terbentuk pelikel warna putih seperti cincin. Setelah pelikel terbentuk, baru dilakukan analisis menggunakan GC, dengan terlebih dahulu dilakukan penggantian sumbat kapas dengan penutup karet. Selanjutnya 10% udara diambil dengan menggunakan jarum suntik dan diganti dengan volume yang sama dengan gas asetilin. Inkubasi dilakukan selama 15, 35, dan 45 menit. Etilin yang terbentuk kemudian dideksi dan diukur dengan menggunakan GC.

Pengukuran Konsentrasi AIA secara Spektrofotometri. Pengukuran AIA dilakukan sesuai prosedur Gordon dan Weber (1951). Kultur bakteri diazotrof endofitik ditumbuhkan pada media JNFB cair dan diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hingga 7 hari. Kultur disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 xg selama 10 menit. Supernatan dipindahkan ke tabung reaksi bersih dan steril, lalu diberi pereaksi Salkowski (20 ml FeCl_3 0,1 M; 400 ml H_2SO_4 pekat; 580 ml air suling) dengan volume yang sama. Campuran supernatan dan pereaksi diinkubasi selama 60 menit, kemudian diukur absorbansinya pada $\lambda = 530 \text{ nm}$ menggunakan *Hitachi Spectrophotometer* 150-20.

Uji Kompatibilitas Bakteri Endofitik terhadap Tanaman Jagung

Sterilisasi permukaan benih jagung varietas Arjuna dilakukan dengan cara (1) benih jagung direndam di dalam alKohol 95% selama 10 menit, (2) benih

jagung direndam di dalam 10% larutan pemucat (bayclean) yang telah ditambah 0,05% Tween 20 (v/v), (3) benih jagung dibilas dengan akuades steril 3 x 10 atau 15 menit, (4) benih yang sudah disterilisasi selanjutnya diletakkan pada permukaan water agar 1% + Luria Bertani Agar 0,7%, dan (5) benih yang telah ditanam pada permukaan media dibiarkan di tempat gelap pada suhu 28°C hingga berkecambah selama kurang lebih 4 hari. Pertumbuhan kecambah dicek terhadap kontaminan dan benih terkontaminasi dibuang.

Benih jagung yang telah berkecambah selanjutnya dipindahkan ke dalam 25 ml medium Magnavaca semi padat yang telah disiapkan pada tabung berukuran besar 25 mm x 200 mm. Komposisi medium Magnavaca terdiri atas 6 macam larutan stok, yaitu larutan A (270 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan 33,8 g NH_4NO_3 per liter), larutan B (18,6 g KCl; 44,0 g K_2SO_4 ; dan 24,6 g KNO_3 per liter), larutan C (142,40 g $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ per liter), larutan D (17,6 g KH_2PO_4 per liter), larutan E (20,3 g $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan 13,4 g HEDTA per liter), dan larutan F (2,34 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 2,04 g H_2BO_3 ; 0,88 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,20 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; dan 0,26 g $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ per liter). Setiap liter akuades diambil sebanyak 3,08 ml larutan A; 2,31 ml larutan B; 1,54 ml larutan C; 0,35 ml larutan D; 1,54 ml larutan E; dan 0,77 ml larutan F, kemudian ditambahkan agar sebanyak 0,3%. Setelah diinkubasi selama semalam, diinokulasi dengan 1 ml kultur bakteri endofitik yang telah diketahui unggul menambat N_2 dan atau menghasilkan zat pemacu tumbuh auksin yang disiapkan pada medium JNFB cair yang telah berumur 5 hari. Untuk tanaman kontrol, diberi 1 ml medium JNFB cair tanpa inokulasi bakteri. Setelah itu, tanaman dipindahkan ke rumah kaca dengan menancapkan tabung-tabung ke dalam pasir yang selalu dijaga kelembabannya. Setelah tanaman berumur 30 hari, dicabut dan dicuci secara perlahan-lahan. Akar dan batang dipisahkan dan ditimbang bobot keringnya dengan terlebih dahulu dioven pada suhu 70°C selama 2 hari hingga bobotnya konstan. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap perkembangan akar utama dan serabut akar.

Pengaruh Inokulasi Bakteri Endofitik Jagung di Rumah Kaca

Benih jagung disterilisasi permukaannya terlebih dahulu, selanjutnya dicambahkan pada media water agar 1% ditambah Luria Bertani Agar 0,7%, dan benih yang telah ditanam pada permukaan media dibiarkan di tempat gelap pada suhu 28°C hingga berkecambah selama kurang lebih 4 hari. Kecambah jagung yang telah tumbuh, selanjutnya dicelup di dalam kultur bakteri endofitik selama 1 jam dengan taraf perlakuan inokulasi I0 (diinokulasi dengan campuran kultur bakteri yang telah diautoklaf), I1 (diinokulasi dengan kultur bakteri endofitik strain JLkCN 2.3), dan I2 (diinokulasi dengan kultur bakteri endofitik strain JCbd 2.1). Kecambah jagung yang telah diinokulasi selanjutnya ditanam di dalam media tanam di dalam polybag (2 kg tanah/polybag). Perlakuan untuk media tanam ialah N0 (tanpa N anorganik), N1 (25% dosis rekomendasi N anorganik), N2 (50% dosis rekomendasi N anorganik), N3 (75% dosis rekomendasi N anorganik), dan N4 (100% dosis rekomendasi N anorganik).

Dosis rekomendasi yang digunakan untuk jagung ialah 200 kg/ha urea, 150 kg/ha SP36, dan 100 kg/ha KCl. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman,

kadar N tanaman, bobot kering tajuk, diameter batang, banyaknya daun, kadar klorofil, dan bobot kering akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri Endofitik dari Tanaman Padi dan Jagung

Hingga saat ini, telah didapatkan 142 isolat bakteri endofitik dari bagian batang dan akar tanaman padi dan jagung yang terdiri dari 95 isolat bakteri endofitik padi dan 47 isolat bakteri endofitik jagung sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Isolat-isolat bakteri endofitik dari tanaman padi dan jagung koleksi Balitbiogen

No.	Kode isolat	Jenis isolat	Sumber isolat	Asal isolat
1.	PM 1.11	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
2.	PM 1.12	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
3.	PM 1.13	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
4.	PM 1.14	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
5.	PM 1.15	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
6.	PM 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
7.	PM 2.22	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
8.	PM 2.31	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
9.	PM 2.32	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
10.	PM 2.33	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
11.	PM 2.34	Bakteri endofitik	Batang padi	Muara, Ciapus, Bogor
12.	PM 3.1	Bakteri endofitik	Batang pada	Muara, Ciapus, Bogor
13.	PM 3.2	<i>Chromobacterium lividum</i>	Batang pada	Muara, Ciapus, Bogor
14.	PCms 3.5	Bakteri endofitik	Batang padi	Ciomas, Bogor
15.	JCmg 1.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cimanggu, Bogor
16.	JCmg 1.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cimanggu, Bogor
17.	JCmg 1.3	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cimanggu, Bogor
18.	JCmg 3.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cimanggu, Bogor
19.	JCmg 3.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cimanggu, Bogor
20.	JCmg 3.3	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cimanggu, Bogor
21.	JCbdt 2.1	<i>Pseudomonas diminuta</i>	Batang jagung	Gg. Walet, Cibadak, Bogor
22.	JCbdt 2.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Gg. Walet, Cibadak, Bogor
23.	JCbdt 2.3	Bakteri endofitik	Batang jagung	Gg. Walet, Cibadak, Bogor
24.	JCbdt 2.4	Bakteri endofitik	Batang jagung	Gg. Walet, Cibadak, Bogor
25.	JLk-CN 2.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Lowak, Curug Nangka, Bogor
26.	JLk-CN 2.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Lowak, Curug Nangka, Bogor
27.	JLk-CN 2.3	<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>	Batang jagung	Lowak, Curug Nangka, Bogor
28.	JLk-CN 2.4	Bakteri endofitik	Batang jagung	Lowak, Curug Nangka, Bogor
29.	JLk-CN 2.5	Bakteri endofitik	Batang jagung	Lowak, Curug Nangka, Bogor
30.	JSHC 2.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Sibandar Hilir, Cianjur
31.	JSHC 2.3	Bakteri endofitik	Batang jagung	Sibandar Hilir, Cianjur
32.	JSHC 2.4	<i>Enterobacter agglomerans</i>	Batang jagung	Sibandar Hilir, Cianjur
33.	JSHC 3.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Sibandar Hilir, Cianjur
34.	JSHC 3.3	Bakteri endofitik	Batang jagung	Sibandar Hilir, Cianjur
35.	JSHC 3.4	Bakteri endofitik	Batang jagung	Sibandar Hilir, Cianjur
36.	JSHC 3.5	Bakteri endofitik	Batang jagung	Sibandar Hilir, Cianjur
37.	JCpg 2.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cipadung, Bogor
38.	JCpg 2.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cipadung, Bogor
39.	JCpg 2.3	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cipadung, Bogor
40.	JCpg 2.4	Bakteri endofitik	Batang jagung	Cipadung, Bogor

Tabel 1. Lanjutan

No.	Kode isolat	Jenis isolat	Sumber isolat	Asal isolat
41.	JDNC 2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Dopir, Nanca, Cianjur
42.	AP-SD 2	Bakteri endofitik	Akar padi	Sindang Barang, Bogor
43.	AP-SD 2.1	Bakteri endofitik	Akar padi	Sindang Barang, Bogor
44.	AP-SD 2.2	Bakteri endofitik	Akar padi	Sindang Barang, Bogor
45.	PKmS 1.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Daerah Gambut, Banjar, Kalimantan Selatan
46.	PKmS 3B.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Daerah Gambut, Banjar, Kalimantan Selatan
47.	PKmS 3B.2	Bakteri Endofitik	Batang padi	Daerah Gambut, Banjar, Kalimantan Selatan
48.	PKmS 3B.3	<i>Chromobacterium violaceum</i>	Batang padi	Daerah Gambut, Banjar, Kalimantan Selatan
49.	JKW 1.1B	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kedung Waringin, Cimanggu
50.	JKW 1.2B	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kedung Waringin, Cimanggu
51.	JKW 1.3B	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kedung Waringin, Cimanggu
52.	JKW 1.3A	Bakteri endofitik	Akar jagung	Kedung Waringin, Cimanggu
53.	JKW 2.1A	Bakteri endofitik	Akar jagung	Kedung Waringin, Cimanggu
54.	JKW 2.2A	Bakteri endofitik	Akar Jagung	Kedung Waringin, Cimanggu
55.	C2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Cikarang, Bekasi
56.	C2.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Cikarang, Bekasi
57.	C2.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Cikarang, Bekasi
58.	C2.4	Bakteri endofitik	Batang padi	Cikarang, Bekasi
59.	BPr 1.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung, Bogor, Jawa Barat
60.	BPr 1.2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung, Bogor, Jawa Barat
61.	BPr 1.2.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung, Bogor, Jawa Barat
62.	BPr 1.2.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung, Bogor, Jawa Barat
63.	BPr 2.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung, Bogor, Jawa Barat
64.	BPr 2.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung, Bogor, Jawa Barat
65.	BCr 1.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
66.	BCr 1.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
67.	BCr 1.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
68.	BCr 1.3.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
69.	BCr 1.3.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
70.	BCr 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
71.	BCr 2.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
72.	BCr 2.3	<i>Erwinia</i> sp.	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
73.	BCr 3.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
74.	BCr 3.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
75.	BCr 3.4	Bakteri endofitik	Batang padi	Caringin, Bogor, Jawa Barat
76.	BRb 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Rabak, Rumpin, Bogor, Jawa Barat
77.	BRb 2.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Rabak, Rumpin, Bogor, Jawa Barat
78.	BRb 2.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Rabak, Rumpin, Bogor, Jawa Barat
79.	BRb 3.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Rabak, Rumpin, Bogor, Jawa Barat
80.	BRb 3.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Rabak, Rumpin, Bogor, Jawa Barat
81.	BRb 3.31	Bakteri endofitik	Batang padi	Rabak, Rumpin, Bogor, Jawa Barat
82.	BRb 3.32	Bakteri endofitik	Batang padi	Rabak, Rumpin, Bogor, Jawa Barat

Tabel 1. Lanjutan

No.	Kode isolat	Jenis isolat	Sumber isolat	Asal isolat
83.	BRb 3.4	Bakteri endofitik	Batang padi	Rabak, Rumpin, Bogor, Jawa Barat
84.	BLw 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Leuwiliang, Bogor, Jawa Barat
85.	BLw 2.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Leuwiliang, Bogor, Jawa Barat
86.	BLw 3.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Leuwiliang, Bogor, Jawa Barat
87.	BLw 3.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Leuwiliang, Bogor, Jawa Barat
88.	BCbd 1.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat
89.	BCbd 1.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat
90.	BCbd 1.4	Bakteri endofitik	Batang padi	Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat
91.	BCbd 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat
92.	BCbd 2.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat
93.	BCbd 2.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat
94.	BCbd 2.4	Bakteri endofitik	Batang padi	Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat
95.	BCbd 3.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat
96.	BCbd 3.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat
97.	ABd 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
98.	ABd 3.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
99.	ABd 3.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
100.	BBd 1	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
101.	BBd 1.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
102.	BBd 3.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
103.	BBd 3.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
104.	BBd 3.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
105.	IBd 1.0	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
106.	IBd 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
107.	IBd 2.10	Bakteri endofitik	Batang padi	Bendo, Magetan, Jawa Timur
108.	BS III 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Ciomas, Bogor, Jawa Barat
109.	BS III 3.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Ciomas, Bogor, Jawa Barat
110.	BS III 3.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Ciomas, Bogor, Jawa Barat
111.	BS III 3.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Ciomas, Bogor, Jawa Barat
112.	BGb 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Gobang, Bogor, Jawa Barat
113.	BGb 2.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Gobang, Bogor, Jawa Barat
114.	BGb 2.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Gobang, Bogor, Jawa Barat
115.	BNg 1.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Ngawi, Jawa Timur
116.	BNg 1.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Ngawi, Jawa Timur
117.	APK 1.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
118.	APK 2.1	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
119.	APK 2.2	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
120.	APK 2.3	Bakteri endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
121.	APK 2.4	Bakteri Endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
122.	APK 3.1	Bakteri Endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
123.	APK 3.2	Bakteri Endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
124.	APK 3.3	Bakteri Endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
125.	BPK 1	Bakteri Endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
126.	BPK 2.1	Bakteri Endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
127.	BPK 2.2	Bakteri Endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
128.	BPK 2.3	Bakteri Endofitik	Batang padi	Parung Kuda, Sukabumi, Jawa Barat
129.	AB 2.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
130.	AB 2.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
131.	AB 4.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
132.	AB 4.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat

Tabel 1. Lanjutan

No.	Kode isolat	Jenis isolat	Sumber isolat	Asal isolat
133.	AB 4.3	Bakteri endofitik	Batang jagung	Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
134.	AB 4.4	Bakteri endofitik	Batang jagung	Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
135.	BB 1.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kompleks AURI, Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
136.	BB 1.3	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kompleks AURI, Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
137.	BB 2.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kompleks AURI, Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
138.	BB 2.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kompleks AURI, Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
139.	BB 2.3	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kompleks AURI, Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
140.	BB 4.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kompleks AURI, Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
141.	BB 4.2	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kompleks AURI, Parakan Jaya, Salabenda, Bogor, Jawa Barat
142.	CB 1.1	Bakteri endofitik	Batang jagung	Kayu Manis, Bogor, Jawa Barat

Daerah pengambilan sampel tanaman padi dan jagung sebagai sumber isolat bakteri endofitik masih terbatas dari daerah Jawa Barat (Bogor, Cianjur, Bekasi, Sukabumi), Jawa Timur (Magetan dan Ngawi), dan Kalimantan Selatan (Banjar). Isolat yang didapatkan tidak semuanya mampu membentuk pelikel di bawah permukaan media semi padat JNFB yang mengindikasikan kemampuannya di dalam menambat N_2 . Isolat-isolat bakteri endofitik disimpan di dalam media JNFB agar miring dan selanjutnya dilakukan skrining di dalam hal kemampuannya menambat N_2 dan menghasilkan zat pemacu tumbuh AIA.

Beberapa isolat bakteri endofitik ternyata mampu merubah warna media semi padat JNFB (pH 5,8) menjadi berwarna hijau atau biru, dan sebagian yang lain tetap kuning. Perubahan ini merupakan indikasi bahwa isolat-isolat bakteri tersebut menunjukkan reaksi basa (alkali). Alkalinisasi medium yang mengandung malat disebabkan malat mengalami oksidasi. Pada *Azospirillum lipoferum* mungkin berkaitan dengan perkembangan polimorfism.

Di samping itu, beberapa isolat bakteri endofitik mampu membentuk pelikel dengan jelas dan berada beberapa mm di bawah permukaan medium JNFB semi padat, namun isolat bakteri endofitik yang lain menunjukkan pelikel yang kurang jelas pada permukaan medium. Adanya pelikel yang berupa kabut tipis ini memberikan kondisi yang baik untuk aktivitas nitrogenase (penambatan N_2). Pembentukan pelikel pada permukaan media semisolid yang mengandung malat juga dijumpai oleh Kirchhof *et al.* (1997) pada berbagai strain *Herbaspirillum*.

Seleksi Bakteri Endofitik dalam Hal Kemampuan Menambat N_2 dan Menghasilkan Zat Pemacu Tumbuh AIA

Hasil seleksi bakteri endofitik dalam hal kemampuannya menambat N_2 dan menghasilkan zat pemacu tumbuh AIA ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik potensi isolat-isolat bakteri endofitik dari tanaman padi dan jagung

No.	Kode isolat	Produksi AIA (ppm)	ARA (umol/jam/tabung atau umol/g/30 menit)
1.	ABd 2.1	***	***
2.	ABd 3.1	---	0,1334
3.	ABd 3.2	1,182	---
4.	BBd 1	8,295	---
5.	BBd 1.2	4,699	---
6.	BBd 3.1	***	***
7.	BBd 3.2	3,636	0,0150
8.	BBd 3.3	1,420	---
9.	IBd 1.0	***	***
10.	lbd 2.1	---	---
11.	lbd 2.10	***	***
12.	BCr 1.1	1,197	---
13.	BCr 1.2	4,530	---
14.	BCr 1.3	---	0,0188
15.	BCr 1.3.1	***	***
16.	BCr 1.3.2	1,545	0,0209
17.	BCr 2.1	1,727	1,2770
18.	BCr 2.2	0,513	---
19.	BCr 2.3	1,539	1,9495
20.	BCr 3.1	1,727	0,0162
21.	BCr 3.2	4,091	0,0014
22.	BCr 3.4	1,727	---
23.	BCbd 1.2	0,770	0,0144
24.	BCbd 1.3	5,363	0,0116
25.	BCbd 1.4	0,428	---
26.	BCbd 2.1	0,941	0,0090
27.	BCbd 2.2	0,599	---
28.	BCbd 2.3	1,435	0,0690
29.	BCbd 2.4	0	0,0060
30.	BCbd 3.1	---	---
31.	BCbd 3.2	---	0,0189
32.	BS III 2.1	***	***
33.	BS III 3.1	1,079	---
34.	BS III 3.2	1,420	0,0124
35.	BS III 3.3	***	***
36.	PCms 3.5	0,711	0,3564
37.	BGb 2.1	1,363	0,0173
38.	BGb 2.2	1,818	---
39.	BGb 2.3	---	---
40.	PKmS 1.2	1,171	---
41.	PKmS 3B.1	0,460	0,0192
42.	PKmS 3B.2	0,711	---
43.	PKmS 3B.3	1,046	0,0110
44.	BLw 2.1	---	---
45.	BLw 2.2	0,342	0,0169
46.	BLw 3.1	1,636	---
47.	BLw 3.2	1,624	0,0134
48.	PM 1.11	***	***
49.	PM 1.12	0,627	0,0129
50.	PM 1.13	2,050	---
51.	PM 1.14	4,100	---
52.	PM 1.15	***	***
53.	PM 2.1	---	0,0191
54.	PM 2.22	***	***
55.	PM 2.31	1,129	---

Tabel 2. Lanjutan

No.	Kode isolat	Produksi AIA (ppm)	ARA (umol/jam/tabung atau umol/g/30 menit)
56.	PM 2.32	1,297	0,0164
57.	PM 2.33	1,506	0,0151
58.	PM 2.34	2,636	***
59.	PM 3.1	***	***
60.	PM 3.2	1,129	0,0161
61.	BNg 1.1	7,102	---
62.	BNg 1.2	---	0,0168
63.	BPr 1.1	1,000	0,0060
64.	BPr 1.2.1	0,711	0,1210
65.	BPr 1.2.2	2,454	0,0620
66.	BPr 1.2.3	0,770	0,0170
67.	BPr 2.2	2,000	0,0310
68.	BPr 2.3	5,795	---
69.	APK 1.2	---	0,0127
70.	APK 2.1	2,636	0,3690
71.	APK 2.2	2,454	4,4400
72.	APK 2.3	***	***
73.	APK 2.4	2,818	2,6830
74.	APK 3.1	2,727	0,0168
75.	APK 3.2	3,522	---
76.	APK 3.3	---	0,0206
77.	BPK 1	0,365	---
78.	BPK 2.1	---	---
79.	BPK 2.2	***	***
80.	BPK 2.3	***	***
81.	BRb 2.1	0,711	0,0020
82.	BRb 2.2	0,513	0,0104
83.	BRb 2.3	1,420	0,0194
84.	BRb 3.1	0,342	0,0104
85.	BRb 3.2	0,257	0,0154
86.	BRb 3.31	0,170	0,0147
87.	BRb 3.32	0,454	---
88.	BRb 3.4	0,460	0,0089
89.	BRb 3.5	0,342	0,0136
90.	AP-SD 2.1	0,057	0,0643
91.	AP-SD 2.2	---	0,0158
92.	C2.1	***	***
93.	C2.2	***	***
94.	C2.3	1,255	---
95.	C2.4	0,962	0,0850
96.	JCmg 1.1	---	0,0240
97.	JCmg 1.2	1,129	---
98.	JCmg 1.3	0,000	0,0230
99.	JCmg 3.1	---	---
100.	JCmg 3.2	---	0,0400
101.	JCmg 3.3	1,290	0,0390
102.	JCb d 2.1	5,897	0,0590
103.	JCb d 2.2	0,121	0,2570
104.	JCb d 2.3	0,564	---
105.	JCb d 2.4	***	***
106.	JLk-CN 2.1	0,040	---
107.	JLk-CN 2.2	0,279	---
108.	JLk-CN 2.3	0,677	0,4690
109.	JLk-CN 2.4	3,145	0,0390
110.	JLk-CN 2.5	---	---

Tabel 2. Lanjutan

No.	Kode isolat	Produksi AIA (ppm)	ARA (umol/jam/tabung atau umol/g/30 menit)
111.	JSHC 2.2	***	***
112.	JSHC 2.3	---	0,0150
113.	JSHC 2.4	0,322	0,2190
114.	JSHC 3.2	***	***
115.	JSHC 3.3	1,089	0,0550
116.	JSHC 3.4	0,160	---
117.	JSHC 3.5	---	---
118.	JCpg 2.1	***	***
119.	JCpg 2.2	3,629	0,1020
120.	JCpg 2.3	6,210	0,0360
121.	JCpg 2.4	---	0,0830
122.	JDNC 2	2,298	0,0440
123.	JKW 1.1B	1,036	0,0620
124.	JKW 1.2B	***	***
125.	JKW 1.3B	---	0,0580
126.	JKW 2.2B	---	0,0540
127.	JKW 1.3A	***	***
128.	JKW 2.1A	***	***
129.	JKW 2.2A	2,318	0,0860
130.	AB 2.1	---	***
131.	AB 2.2	0,598	***
132.	AB 4.1	***	***
133.	AB 4.2	***	***
134.	AB 4.3	---	***
135.	AB 4.4	***	***
136.	BB 1.1	---	***
137.	BB 1.3	***	***
138.	BB 2.1	0,956	***
139.	BB 2.2	---	***
140.	BB 2.3	***	***
141.	BB 4.1	***	***
142.	BB 4.2	0,120	***
143.	CB 1.1	0,239	***

*** Belum dilakukan pengamatan, --- = tidak terdeteksi

Isolat yang mampu membentuk pelikel diuji kemampuan menambat N_2 berdasarkan aktivitas nitrogenasenya (enzim nitrogenase dapat mereduksi N_2 menjadi NH_3 yang setara dengan kemampuan mereduksi asetilen menjadi etilen). Etilen hasil reduksi diukur dengan alat gas kromatografi. Dari 95 isolat bakteri endofitik padi yang diuji aktivitas nitogenasenya, diperoleh 3 isolat yang kemampuannya menambat N_2 tinggi, yaitu BCr 2.3 (1,9495 umol/jam/tabung), BCr 2.1 (1,277 umol/jam/tabung), dan APK 2.4 (2,683 umol/jam/tabung).

Di samping mampu menambat N_2 , ada beberapa isolat bakteri endofitik yang mampu menghasilkan zat pemacu tumbuh auksin (AIA) dan diukur dengan metode kolorimetri menggunakan spektrofotometer. Kelebihan metode ini dibandingkan pengukuran dengan HPLC ialah mudah, cepat, namun cukup sensitif untuk seleksi isolat bakteri dalam jumlah banyak. Hasil uji terhadap isolat menunjukkan kisaran produksi AIA ialah 0-8,295 ppm.

Berdasarkan hasil seleksi terhadap isolat-isolat bakteri endofitik di atas dapat diseleksi 5 isolat unggul bakteri endofitik padi dan 5 isolat unggul bakteri endofitik jagung. Isolat-isolat unggul yang dimaksud ialah (1) BCr 1.2 dengan kemampuan produksi AIA 4,530 ppm, namun kemampuan menambat N_2 -nya rendah, sehingga isolat ini dipilih berdasarkan besarnya kemampuan produksi AIA; (2) BCbd 1.3 dengan kemampuan produksi AIA 5,363 ppm dan kemampuan menambat N_2 udara sebesar 0,0116 umol/jam/tabung; (3) APK 2.4 dengan kemampuan produksi AIA 2,818 ppm dan kemampuan menambat N_2 udara sebesar 2,683 umol/jam/tabung; (4) BCr 2.3 dengan kemampuan produksi AIA 1,539 ppm dan kemampuan menambat N_2 udara sebesar 1,9495 umol/jam/tabung, dan (v) BCr 2.1 dengan kemampuan produksi AIA 1.727 ppm dan kemampuan menambat N_2 sebesar 1,2800 umol/jam/tabung. Kelima isolat unggul bakteri endofitik padi tersebut selanjutnya akan dilakukan uji kompatibilitasnya terhadap tanaman inang (tanaman padi varietas IR64). Kriteria pemilihan kelima isolat unggul didasarkan pada 2 hal, yaitu kemampuannya di dalam menambat N_2 dan atau kemampuannya di dalam menghasilkan zat pemacu tumbuh AIA.

Selain itu, telah diperoleh dan diseleksi sebanyak 5 isolat unggul endofitik untuk tanaman jagung, yaitu (1) JCbd 2.1 dengan kemampuan produksi AIA 5,897 ppm dan kemampuan menambat N_2 sebesar 0,059 umol/jam/tabung; (2) JCMg 3.3 dengan kemampuan menambat N_2 udara sebesar 0,039 umol/jam/tabung; (3) JKW 1.1B dengan kemampuan produksi AIA 1,036 ppm, namun kemampuan menambat N_2 udaranya rendah; (4) JSHC 2.4 dengan kemampuan menambat N_2 udara sebesar 0,219 umol/jam/tabung; dan (5) JLkCN 2.3 dengan kemampuan produksi AIA 0,677 ppm dan kemampuan menambat N_2 udara sebesar 0,469 umol/jam/tabung.

Uji Kompatibilitas Bakteri Endofitik terhadap Tanaman Jagung

Perlakuan perkembangan akar utama dan serabut akar tanaman jagung di dalam medium Magnavaca ditambah agar pada perlakuan diinokulasi dengan kultur bakteri endofitik lebih baik (serabut akar lebih banyak) daripada perkembangan akar tanaman kontrol medium dan kontrol campuran kultur bakteri endofitik yang diautoklaf. Hasil analisis statistik pada peubah bobot kering akar ternyata tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan-perlakuan tersebut.

Pengaruh Inokulasi Bakteri Endofitik terhadap Pertumbuhan Vegetatif Jagung di Rumah Kaca

Varietas Arjuna dipilih untuk pengujian ini karena daya tumbuhnya tinggi (90%), varietas Arjuna merupakan varietas unggul bukan hibrida yang saat ini sangat terkenal dan paling banyak digunakan karena umur cukup pendek, hasil tinggi, dan tahan penyakit. Pada saat pembenihan pada bak media pasir steril yang disertai dengan penyiraman dengan akuades steril pertumbuhan benih mengalami keserempakan tumbuh hingga 85% pada hari keempat.

Penanaman dan inokulasi dilakukan pemindahan benih dari bak pembenihan ke polibag dilakukan pada saat benih berumur 5 hari. Selanjutnya dilakukan pe-

nyiraman dengan menggunakan akuades steril sebanyak 80% dari total air kapasitas lapang, kemudian ditimbang sebagai patokan penyiraman selanjutnya yang dilakukan 2 hari sekali.

Penyulaman tidak dilakukan karena pertumbuhan di media tanah dalam polibag tidak mengalami kendala, sehingga seluruh kecambah yang ditanam tidak mengalami kematian. Selain penyulaman, penyiangan juga tidak dilakukan karena tidak ada gulma yang tumbuh. Hal ini dikarenakan perlakuan sterilisasi tanah sebanyak 3 kali sebelum penanaman.

Berdasarkan hasil analisis kandungan bahan organik di dalam tanah yang digunakan dalam percobaan sebelum dilakukan perlakuan memiliki pH 5,7; 0,19% N; 0,65% P; 1,74% C; dan C/N Rasio 9,265. Hal itu menunjukkan pH tanah agak masam, kandungan N rendah, kandungan P sangat rendah, kandungan C rendah dan C/N Rasio rendah.

Pemanenan dilakukan 2 hari, yaitu hari pertama pemanenan tajuk yang digunakan sebagai pengamatan klorofil, luas daun, bobot basah tajuk, dan dioven 70°C selama 72 jam untuk mendapatkan bobot kering tajuk. Selanjutnya pada hari kedua pengambilan akar dari dalam tanah dengan cara merendam tanah dan menyiram dengan air untuk memisahkan akar dengan tanah.

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan salah satu peubah dari pertumbuhan vegetatif yang dapat diamati untuk melihat pengaruh inokulasi dan pemupukan nitrogen. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian inokulasi berpengaruh nyata, pemberian dosis pupuk N tidak berpengaruh nyata serta tidak terdapat interaksi pada perlakuan. Pada pengamatan (6 MST) perlakuan inokulasi (JCbd 2.1 dan JLkCN 2.3) meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol, yaitu JLkCN 2.3 = 75,47 cm, JCbd 2.1 = 72,87 cm, dan kontrol = 66,80 cm (Tabel 3).

Kadar N Tanaman

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan terhadap peubah kadar N tanaman menunjukkan tidak berbeda nyata pada perlakuan inokulasi, berbeda nyata pada pemberian taraf pupuk N, tetapi tidak ada interaksi antar kedua perlakuan. Pada pengamatan (6 MST) pemberian dosis N menunjukkan bahwa pelaku-

Tabel 3. Respon tinggi tanaman pada pengaruh taraf perlakuan inokulasi

Inokulasi	Tinggi Tanaman (cm)
I0	66,80 b
I1	72,87 a
I2	75,47 a

Angka-angka pada satu kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 5\%$

an N2, N3, dan N4 berbeda nyata dengan N1 dan N0, yaitu N4 = 2,616%, N3 = 2,550%, N2 = 2,696%, N1 = 2,217%, dan N0 = 2,046% (Tabel 4).

Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan 50 hingga 100% N anorganik tidak menunjukkan perberbedaan nyata terhadap peubah kadar N tanaman, namun apabila dibandingkan dengan kontrol perlakuan ternyata pemberian N anorganik 50% sudah dapat memberikan respon yang positif.

Bobot Kering Tajuk

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan terhadap peubah bobot kering tajuk menunjukkan tidak berbeda nyata pada perlakuan inokulasi, tidak berbeda nyata pada taraf pemupukan N, dan tidak ada interaksi pada kedua perlakuan.

Diameter Batang

Pengamatan (6 MST) yang dilakukan terhadap peubah diameter batang menunjukkan tidak berbeda nyata antara perlakuan inokulasi, pemberian N dan tidak ada interaksi pada kedua perlakuan.

Banyaknya Daun

Dari hasil pengamatan yang dilakukan terhadap peubah banyaknya daun menunjukkan tidak berbeda nyata antara perlakuan inokulasi, pemberian N dan tidak ada interaksi pada kedua perlakuan.

Kadar Klorofil

Dari hasil pengamatan yang dilakukan terhadap peubah klorofil menunjukkan tidak berbeda nyata antara perlakuan inokulasi, pemberian N dan tidak ada interaksi pada kedua perlakuan.

Bobot Basah Tajuk

Dari hasil pengamatan yang dilakukan terhadap peubah bobot basah tajuk menunjukkan tidak berbeda nyata antara perlakuan inokulasi, pemberian N dan tidak ada interaksi pada kedua perlakuan.

Tabel 4. Pengaruh pemberian pupuk N terhadap kadar N tanaman (%)

Pemberian N	Kadar N (%)
N0	2,046 b
N1	2,217 b
N2	2,696 a
N3	2,550 a
N4	2,616 a

Angka-angka pada satu kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 5\%$

Bobot Kering Akar

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan terhadap peubah bobot kering akar menunjukkan tidak berbeda nyata pada perlakuan inokulasi, pemberian N, dan tidak ada interaksi pada kedua perlakuan.

Peranan unsur N sangat diperlukan sebagai unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman jagung. Adanya perbaikan pertumbuhan tinggi tanaman jagung terkait dengan aktivitas bakteri diazotrof endofitik sebagai penambat N_2 udara dan juga sebagai penghasil hormon pertumbuhan tanaman. Sejumlah bakteri diazotrof endofitik selain mampu menambat N_2 bebas udara juga mengsekresikan AIA (fitohormon auksin pada tanaman). Auksin diketahui memacu pemanjangan dan pembelahan sel, dominasi apikal, inisiasi akar, diferensiasi jaringan vaskuler, dan biosintesis etilen.

Peningkatan taraf pemberian pupuk N mampu meningkatkan kadar N tanaman, karena semakin banyak unsur N yang diberikan ke dalam tanah akan semakin banyak unsur N yang diserap oleh tanaman dalam proses pertumbuhan. Unsur N juga merupakan unsur keempat penyusun bobot kering pada tanaman jagung setelah oksigen, karbon, dan hidrogen (Latshaw dan Miller, 1924 di dalam Loveless, 1987).

Pada beberapa peubah yang diamati pada pertumbuhan tanaman jagung seperti diameter batang, banyak daun, kadar klorofil, bobot basah tajuk, menunjukkan tidak ada pengaruh dari inokulasi, pemberian pupuk N anorganik, dan tidak terdapat interaksi pada kedua faktor. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian inokulasi dan pupuk N tidak efektif. Tidak efektifnya kedua faktor tersebut dimungkinkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Pemberian inokulasi bakteri diazotrof endofitik tidak efektif karena kandungan bahan organik di dalam tanah sangat rendah. Pemberian inokulasi *Azotobacter* pada tanah atau biji efektif dalam meningkatkan hasil panen budi daya pada tanah yang dipupuk dengan kandungan bahan organik yang cukup. Hal yang sama juga dikemukakan oleh penggunaan inokulan penambat nitrogen dan pelarut fosfat baik sebagai inokulan tunggal maupun campuran, umumnya dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman jagung yang ditanam pada media tanah dan kompos dengan perbandingan 2 : 1.
2. Pemberian inokulasi bakteri diazotrof endofitik tidak efektif karena diterapkan pada media tumbuh yang kering (tidak tergenang). Studi yang dilaksanakan pada IRRI (International Rice Research Institute) menunjukkan bahwa tanah yang digenangi memiliki kemampuan yang lebih besar untuk memfiksasi nitrogen atmosfer dibandingkan dengan tanah yang tidak digenangi. Hal ini disebabkan oleh sifat bakteri diazotrof endofitik yang membutuhkan kondisi lingkungan yang rendah oksigen (mikroaerofil).
3. Pemberian pupuk N tidak efektif pada tanah yang mempunyai kandungan bahan organik rendah, karena KTK (kapasitas tukar kation) yang diperankan oleh koloid tanah menjadi kecil. Hal ini mengakibatkan berkurangnya ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Pengaruh bahan organik terhadap KTK tanah sangat

nyata, karena daya jerap bahan organik sangat besar. Bahan organik juga menghasilkan humus yang mempunyai KTK jauh lebih tinggi dari pada mineral liat. Oleh karena itu, semakin tinggi bahan organik semakin tinggi pula nilai KTK-nya (Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1991). Karena sifat pupuk N yang mudah mengalami kehilangan akibat pencucian dan penguapan, jika tanah memiliki KTK rendah maka pemupukan akan mengalami kehilangan melalui pencucian dan penguapan.

KESIMPULAN

1. Telah diperoleh 142 isolat bakteri endofitik yang terdiri dari 95 isolat bakteri endofitik tanaman padi dan 47 isolat bakteri endofitik tanaman jagung hasil isolasi dari daerah Jawa Barat, Jawa Timur, dan Kalimantan Selatan.
2. Dari hasil seleksi dalam hal kemampuan menambat N₂ udara dan menghasilkan zat pemacu tumbuh AIA diperoleh 5 isolat bakteri endofitik padi unggul, yaitu BCr 1.2, BCbd 1.3, APK 2.4, BCr 2.3, dan BCr 2.1. Di samping itu, juga telah terseleksi 5 isolat bakteri endofitik unggul tanaman jagung, yaitu JCbd 2.1, JCMg 3.3, JKW 1.1B, JSHC 2.4, dan JLkCN 2.3.
3. Inokulasi bakteri diazotrof endofitik isolat JCbd 2.1 dan JLkCN 2.3 meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol. Namun, perlakuan inokulasi tidak berbeda nyata pada pertumbuhan diameter batang, jumlah daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, bobot kering akar, kadar klorofil, dan kadar N.
4. Pemberian dosis 25% pupuk N anorganik tidak berbeda nyata dengan kontrol, tetapi pada dosis 50, 75, dan 100% pupuk N anorganik berpengaruh nyata terhadap kadar N tanaman apabila dibandingkan kontrol. Namun, perlakuan ini tidak berbeda nyata pada pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, bobot kering akar, dan kadar klorofil.
5. Pemberian inokulasi dan beberapa taraf pupuk N tidak terdapat interaksi yang disebabkan oleh tidak efektifnya kedua faktor yang dimungkinkan oleh kandungan bahan organik yang rendah di dalam tanah, inokulasi diterapkan pada media yang kering, dan rendahnya KTK dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Baldani, V.L.D., J.I. Baldani, F.L. Olivares, and J. Dobereiner. 1992. Identification and ecology of *Herbaspirillum seropedicae* and closely related *Pseudomonas rubrisubalbicans*. *Symbiosis* 13:65-73.
- Gordon, S.A. and R.P. Weber. 1951. Colorimetric estimation of indolacetic acid. *Plant Physiol.* 26:192-195.

- James, E.K. and F.L. Olivares. 1997.** Infection and colonization of sugar cane and other graminaceous plants by endophytic diazotrophs. *Critical Reviews in Plant Science* 17:77-119.
- Kirchhof, G., V.M. Reis, J.I. Baldani, B. Eckert, J. Dobereiner, A. Hartmann. 1997.** Occurrence, physiological, and molecular analysis of endophytic diazotrophic bacteria in gramineous energy plants. *Plant Soil* 194:45-55.
- Loveless, A.R. 1987.** Prinsip-prinsip biologi tumbuhan untuk daerah tropik. Gramedia. Jakarta.
- Olivares, F.L., V.L.D. Baldani, V.M. Reis, J.I. Baldani, and J. Dobereiner. 1996.** Occurrence of the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum* spp. *In* Roots, Stems and Leaves Predominantly of Gramineae. *Biol. Fertil. Soils* 21:197-200.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1991.** Kesuburan tanah. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Stierle, A., D. Stierle, G. Strobel, G. Bigman, and P. Grothes. 1995.** Bioactive metabolites of the endophytic fungi of pasific yew *Taxus brevifolia*. Elsevier Scientific Publ., Ireland.