

## Isolasi Rhizobakteri dan Pengaruh Aplikasinya dengan Pupuk N-P terhadap Mutu Benih dan Pertumbuhan Bibit Tetua Betina Jagung

### *Isolation of Rhizobacteria and Effect of Its Application with N-P Fertilizer on Seed Quality and Seedling Growth of Maize Female Parent*

Pitri Ratna Asih<sup>1</sup>, Memen Surahman<sup>2\*</sup>, dan Giyanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Kamper, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 16 September 2016/Disetujui 28 Desember 2016

#### ABSTRACT

*Increasing productivity of maize female parent is important in order to reduce the price of hybrid seed. The objectives of this study were to determine the nitrogen fixing bacteria compatible with phosphate solubilizing bacteria (PSB), and using those bacteria to increase physiological seed quality and seedling growth of maize female parent. The research consisted of laboratory and field experiments. Laboratory experiment for the isolation and identification of rhizobacteria resulted in 25 Azotobacter and 29 Actinomycetes non-pathogenic isolates capable of fixing nitrogen and PSB selected for compatibility tests were AB3, B28, P12, P14, P24, and P31. The compatibility test showed 25 pairs of BPF with Azotobacter and 16 pairs of BPF with Actinomycetes were mutually compatible. The BPF pair with Azotobacter or Actinomycetes P24-AzL7, P24-AzL9, B28-AcCKB4, P24-AcCKB9, P24-AcCKB20, and P24-AcCKW5 were able to increase the vigor index of hybrid maize female parent seed. Field experiment was arranged in a split plot design with three replications. The main plot was dosage of N-P fertilizer (0%, 25%, 50%, 75%, and 100% of recommendation dosage), and the subplot was 12 rhizobacteria treatments selected from 25 compatible pairs of BPF with Azotobacter and 16 pairs of BPF with Actinomycetes and 1 control. The application of compatible pairs of bacteria had a significant effect on plant height, the number of leaves at 3 and 4 weeks after planting and plant dry weight. However, the best treatment i.e. B28-AcCKB4 was not significantly different with the nutrient broth treatment (as control).*

*Keywords: Actinomycetes, Azotobacter, isolation, seed quality*

#### ABSTRAK

*Peningkatan produktivitas tetua betina jagung hibrida perlu dilakukan dalam rangka menurunkan harga benih hibrida. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri penambat nitrogen serta menguji kompatibilitasnya dengan bakteri pelarut fosfat (BPF) untuk diaplikasikan pada benih guna meningkatkan mutu fisiologis benih serta pertumbuhan bibit tetua betina jagung hibrida. Penelitian ini terdiri atas percobaan di laboratorium dan di lapang. Percobaan di laboratorium untuk isolasi dan identifikasi rhizobakteri menghasilkan 25 isolat Azotobacter dan 29 isolat Actinomycetes non patogen yang mampu menambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat yang terpilih untuk uji kompatibilitas adalah AB3, B28, P12, P14, P24, dan P31. Hasil uji kompatibilitas menghasilkan 25 pasang BPF dengan Azotobacter dan 16 pasang BPF dengan Actinomycetes yang kompatibel. Pasangan BPF dengan Azotobacter atau Actinomycetes P24-AzL7, P24-AzL9, B28-AcCKB4, P24-AcCKB9, P24-AcCKB20, dan P24-AcCKW5 mampu meningkatkan indeks vigor benih tetua betina jagung hibrida. Percobaan di lapang disusun dengan rancangan split plot dengan tiga ulangan. Petak utama adalah dosis pupuk N dan P (0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari dosis rekomendasi), dan anak petak adalah 12 perlakuan pasangan rhizobakteri yang diseleksi dari 25 pasang BPF dengan Azotobacter dan 16 pasang BPF dengan Actinomycetes yang kompatibel dan 1 kontrol. Aplikasi pasangan bakteri yang kompatibel, berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun pada 3 dan 4 MST serta bobot kering tanaman. Namun demikian, perlakuan terbaik yaitu pasangan B28-AcCKB4 tidak berbeda nyata dengan perlakuan nutrient broth (sebagai pembanding).*

*Kata kunci: Actinomycetes, Azotobacter, isolasi, mutu fisiologis benih*

\* Penulis untuk korespondensi. e-mail: [memensurahman@yahoo.com](mailto:memensurahman@yahoo.com)

## PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas penting di Indonesia. Produksi jagung dalam negeri belum dapat mencukupi konsumsi sehingga dilakukan importasi. Peningkatan produksi dapat dilakukan melalui penggunaan benih hibrida bermutu.

Benih jagung hibrida didapatkan dari tongkol tanaman tetua betina. Menurut Kepmentan (2007), rata-rata hasil produksi tetua betina jagung hibrida Varietas Bima 3 yaitu Nei 9008 hanya 1.60 ton ha<sup>-1</sup>. Hasil tersebut tergolong rendah dan hal ini pula yang menyebabkan harga benih hibrida F1 mahal. Untuk itu, perlu perlakuan yang dapat meningkatkan pertumbuhan tetua betina sehingga menghasilkan benih hibrida dengan produktivitas dan mutu yang tinggi.

Pertumbuhan tanaman dapat ditingkatkan dengan pemberian pupuk nitrogen (N) dan fosfat (P). Nitrogen berfungsi dalam pembentukan protein, klorofil dan komponen sel lainnya (Kraiser *et al.*, 2011). Fosfat berfungsi dalam pembentukan biji, transfer energi, dan pembentukan *nucleoprotein*. Tanaman cukup P tidak mudah roboh dan lebih tahan penyakit (Czarnecki *et al.*, 2013). Pemberian unsur tersebut pada tahap produksi akan menghasilkan benih dengan mutu fisiologis tinggi (Hillerislanders *et al.*, 2009; Agustiansyah *et al.*, 2013; Bogdziewicz *et al.*, 2016).

Masalah yang dihadapi adalah N dan P tersedia di dalam tanah seringkali sedikit. Nitrogen diambil tanaman dalam bentuk amonium yang sering terikat pada mineral *illit* dan nitrat yang mudah tercuci (Bloom, 2009). Unsur P pada tanah masam mengalami fiksasi oleh unsur Al dan Fe sedangkan jika tanah alkalis unsur P diikat oleh Ca sehingga tidak dapat digunakan tanaman (Czarnecki *et al.*, 2013).

Kebutuhan N dan P tanaman dapat dipenuhi dengan bantuan bakteri penambat nitrogen yang mampu mengikat gas N<sub>2</sub> dari udara dan bakteri pelarut fosfat (BPF) yang mampu melarutkan P yang terfiksasi. Hasil penelitian Widiyawati *et al.* (2014) menunjukkan konsorsium *Azotobacter-like* dan *Azospirillum-like* mampu mengurangi 25% penggunaan urea dan meningkatkan hasil hingga 8.59%. Penelitian Hipi *et al.* (2013) menunjukkan bahwa aplikasi *Actinomyces* meningkatkan tinggi tanaman, produktivitas benih jagung hibrida, serta mengurangi pupuk SP-36 hingga 50%. Budiman (2012) menyebutkan bahwa rhizobakteri mampu meningkatkan mutu benih.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri penambat N serta menguji kompatibilitasnya dengan BPF untuk diaplikasikan pada benih guna meningkatkan mutu fisiologis benih serta pertumbuhan bibit tetua betina jagung hibrida varietas Bima-3.

## BAHAN DAN METODE

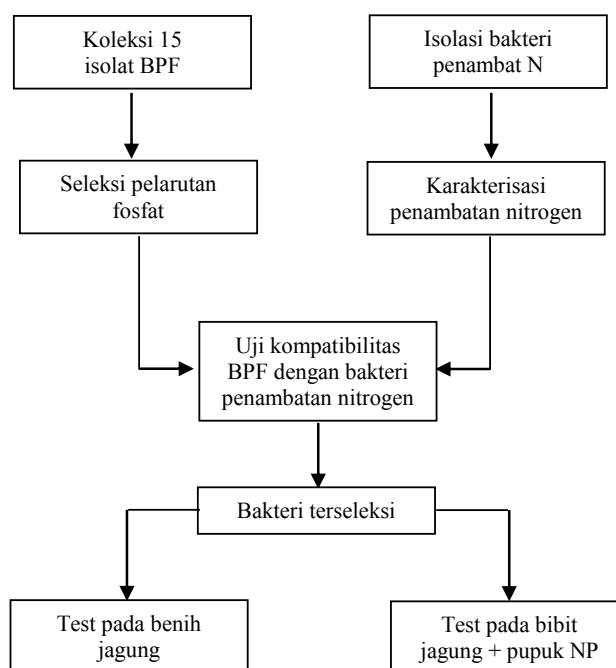
Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan November 2015 di Laboratorium Kesehatan Benih Departemen Agronomi dan Hortikultura, Laboratorium Bakteri Departemen Proteksi Tanaman Institut Pertanian Bogor, dan Kebun Percobaan Muara BB Padi. Benih yang digunakan adalah tetua betina jagung hibrida varietas Bima-

3 yaitu Nei 9008 (kadar air 8.9% dan daya berkecambah 76%). Isolat BPF yang digunakan adalah *Pseudomonas* kelompok *fluorescens*, *Bacillus*, dan *Actinomyces*, koleksi Laboratorium Bakteri yang digunakan dalam penelitian Budiman (2012). Alur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada bagan riset (Gambar 1).

### Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen

Tanah diambil dari KP Muara, Cikabayan, Cikarawang, Leuwikopo, dan Sawah Baru. Isolasi bakteri dilakukan dengan cara memasukkan 10 g tanah ke dalam erlenmeyer berisi 90 mL larutan fisiologis (NaCl 0.85%) sebagai pengenceran 10<sup>-1</sup>. Suspensi tersebut dikocok dengan menggunakan shaker pada kecepatan 150 rpm selama 30 menit. Ekstrak tanah tersebut selanjutnya diencerkan hingga 10<sup>-4</sup> kemudian 0.1 mL dari pengenceran 10<sup>-3</sup> dan 10<sup>-4</sup> ditetaskan pada masing-masing media untuk isolasi *Azotobacter* atau *Actinomyces*, lalu diinkubasi selama 3 hari. Isolasi *Azotobacter* menggunakan media NFM (*nitrogen free manitol*) dan *Actinomyces* dengan media SCA (*starch casein agar*). Koloni *Azotobacter* ditandai dengan ciri bening seperti tetesan air, permukaan cembung, sedangkan koloni *Actinomyces* berwarna putih, diameter 3-20 mm, permukaan awal licin kemudian bertepung (Holt *et al.*, 1994).

Pengujian reaksi hipersensitifitas dilakukan dengan menumbuhkan isolat bakteri pada media *nutrient broth* (NB) dan dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 24 jam. Isolat dengan kerapatan 10<sup>9</sup> cfu mL<sup>-1</sup> diambil sebanyak 1 mL dengan jarum suntik steril lalu diinjeksikan ke permukaan bawah daun tembakau secara perlahan. Perubahan yang terjadi pada daun tembakau diamati, jika spot yang disuntikkan menunjukkan gejala nekrosis (HR+) maka mengindikasikan mikroba tersebut



Gambar 1. Bagan riset

merupakan patogen tanaman. Isolat dengan HR+ tidak diuji lebih lanjut (BBPPMBTPH, 2007). Kemampuan bakteri untuk menambat N diuji pada media *Ashby nitrogen free medium* (Raut dan Bajekal, 2009).

#### *Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat Berdasarkan Kemampuan dalam Melarutkan P*

Sebanyak 15 isolat BPF koleksi yang telah digunakan pada penelitian Budiman (2012) berumur 24-48 jam masing-masing diambil sedikit dengan menggunakan tusuk gigi steril hingga membentuk sebuah titik pada media Pikovskaya (Nugraha *et al.*, 2014). Inkubasi dilakukan selama 7 hari. Kemampuan bakteri dalam melarutkan P dilihat dari nilai Indeks Pelarutan (IP) yang dihitung dari perbandingan antara diameter zona bening dan diameter koloni bakteri.

#### *Uji Kompatibilitas antara Bakteri Penambat Nitrogen dan Bakteri Pelarut Fosfat*

Uji kompatibilitas dilakukan dengan cara meneteskan 0.01 mL suspensi bakteri penambat N pada kertas saring berdiameter 5 mm yang ditempatkan pada media NA yang telah disebar dengan 0.1 mL suspensi biakan BPF. Pengujian dengan menukar posisi antara dua jenis bakteri yang diuji dilakukan sebagai pembandingan.

#### *Pengaruh Aplikasi Bakteri Penambat N dan Pelarut Fosfat terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Tetua Betina Jagung Hibrida*

Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap dengan satu faktor. Terdapat 26 perlakuan yang terdiri atas 24 pasangan kompatibel terseleksi ditambah 2 perlakuan kontrol (akuades dan NB). Benih direndam dengan akuades, NB, atau berbagai suspensi bakteri kerapatan  $10^9$  cfu mL<sup>-1</sup> selama 12 jam (b/v = 1 : 1.2) (Budiman, 2012). Benih dikecambahkan dengan metode UKDdp (BBPPMBTPH, 2010) menggunakan *germinator* IPB tipe 72-1 dengan suhu kamar. Variabel yang diamati meliputi: (1) daya berkecambah, dihitung dari persentase jumlah kecambah normal (KN) pada pengamatan hitungan ke-1 (4 hari) dan pengamatan hitungan ke-2 (7 hari), (2) indeks vigor, dihitung dari persentase KN pada pengamatan hitungan ke-1, (3) kecepatan tumbuh benih ( $K_{CT}$ ), dihitung berdasarkan jumlah pertambahan persentase KN/etmal (1 etmal = 24 jam), diamati hingga pengamatan hitungan ke-2, dan (4) bobot kering kecambah normal, dilakukan dengan cara mengeringkan KN yang endospermnya telah dibuang pada oven (60 °C, 3 x 24 jam) lalu ditimbang.

#### *Pengaruh Aplikasi Bakteri Penambat N dan Pelarut P serta Dosis Pupuk terhadap Pertumbuhan Bibit Tetua Betina Jagung Hibrida*

Percobaan disusun menggunakan rancangan split plot. Petak utama adalah dosis pupuk N dan P yaitu: 0, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari dosis rekomendasi (300 kg ha<sup>-1</sup> Urea

dan 200 kg ha<sup>-1</sup> SP-36). Pemupukan dilakukan pada umur 1 MST. Dosis urea dan SP-36 diberikan sesuai perlakuan dan dikonversi sesuai kebutuhan tanaman per polibag. Pupuk KCl juga diaplikasikan dengan dosis 100 kg ha<sup>-1</sup>. Anak petak adalah 13 perlakuan bakteri terseleksi hasil percobaan sebelumnya. Benih ditanam pada polibag berukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm dan diletakkan di lapang. Tanah yang digunakan merupakan tanah di KP Muara, BB Padi yang telah dianalisis di lab sebelum tanam untuk memastikan bahwa kandungan P dan N rendah atau sedang. Pengamatan yang dilakukan meliputi: daya tumbuh, tinggi tanaman (2 dan 4 MST), jumlah daun (2, 3, dan 4 MST) dan bobot kering tanaman (4 MST). Data dianalisis menggunakan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila analisis ragam nyata pada taraf 5%, maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen*

Hasil isolasi yang dilanjutkan dengan pengujian hipersensitivitas dan fiksasi N, diperoleh 25 isolat *Azotobacter* dan 29 isolat *Actinomyces* non patogen yang mampu menambat N. Kemampuan bakteri tumbuh pada media bebas N menunjukkan bakteri mampu memfiksasi N<sub>2</sub> karena menghasilkan enzim nitrogenase (Ristiati *et al.*, 2008).

### *Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat dalam Melarutkan P*

Bakteri pelarut fosfat yang terpilih untuk uji kompatibilitas adalah AB3, B28, P12, P14, P24, dan P31 berdasarkan IP fosfat (Tabel 1). Zona bening yang terbentuk

Tabel 1. Indeks pelarutan fosfat 15 bakteri pelarut fosfat pada media Pikovskaya

No	Bakteri	Indeks pelarut fosfat
1	AB2	0.000
2	AB3	2.165
3	AB11	1.434
4	ATS4	0.637
5	ATS5	0.555
6	B13	1.359
7	B28	1.397
8	B37	1.478
9	B42	1.280
10	B46	1.220
11	P12	2.158
12	P14	2.614
13	P24	1.649
14	P31	4.048
15	P34	0.000

pada media Pikovskaya menunjukkan bahwa bakteri mampu melarutkan P pada media yaitu  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{OH}$ . Enzim fosfatase yang dihasilkan bakteri mampu melarutkan P tidak tersedia menjadi  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  agar dapat diserap tanaman (Suliasih dan Rahmat, 2007; Richardson *et al.*, 2009). B28 dipilih meski memiliki IP lebih rendah dibandingkan AB11 dan B37 karena menghasilkan zona bening satu hari lebih cepat (data tidak ditampilkan).

#### Uji Kompatibilitas antara Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat

Hasil uji kompatibilitas menghasilkan 25 pasang BPF dengan *Azotobacter* dan 16 pasang BPF dengan *Actinomyces* yang kompatibel. Kompatibilitas dari dua bakteri ditunjukkan dengan tidak adanya zona bening pada media NA (Gambar 2) dan merupakan faktor yang penting agar dapat berfungsi dengan baik setelah diinokulasikan.

#### Pengaruh Bakteri Penambat N dan Pelarut P terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Tetua Betina Jagung Hibrida Varietas Bima 3

Perlakuan benih dengan bakteri penambat N *Azotobacter* dan *Actinomyces* yang dikombinasikan dengan BPF terpilih mampu meningkatkan indeks vigor (IV) benih tetua betina jagung hibrida yaitu pada perlakuan B8 (P24-AzL7), B9 (P24-AzL9), B15 (B28-AcCKB4), B20 (P24-AcCKB9), B23 (P24-AcCKB20), dan B24 (P24-AcCKW5) dibandingkan dengan kontrol B0 maupun B1 (Tabel 2). Beberapa penelitian (Glick *et al.*, 2007; Nimnoi *et al.*, 2010; Raka *et al.*, 2012; Datta *et al.*, 2015) menunjukkan bahwa kelompok bakteri tersebut mampu memproduksi hormon pertumbuhan, menambat N, siderofor, melarutkan P, memproduksi antibiotik, dan enzim-enzim ekstraselular yang melindungi tanaman dari patogen.

Perlakuan bakteri berpengaruh nyata terhadap IV (pengamatan 4 HST), namun tidak berpengaruh nyata untuk tolok ukur vigor yang lain yaitu  $K_{CT}$  dan BKKN (pengamatan 7 HST). Bryd (1983) menyatakan bahwa benih yang berkecambah lebih lambat dan mempunyai perbedaan yang besar antara hitungan pertama dan terakhir mempunyai vigor yang rendah.

Perlakuan benih dengan memanfaatkan rhizobakteri penambat N dan BPF telah banyak dilakukan dan mampu meningkatkan vigor kc. lentil (Kumari *et al.*, 2010), jagung manis (El Hamed *et al.*, 2012), dan gandum (Mohammad, 2014).

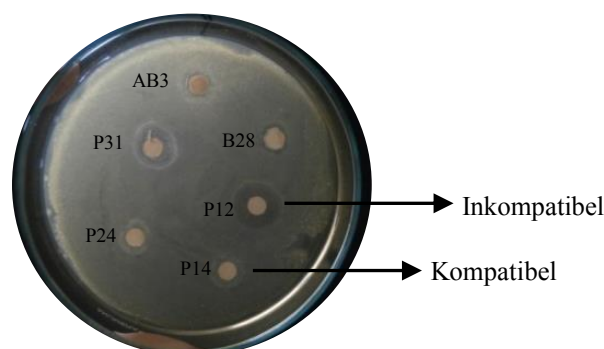
Percobaan selanjutnya hanya menggunakan 12 perlakuan bakteri, oleh karena itu, dari percobaan ini hanya diseleksi 12 perlakuan bakteri dari nilai daya berkecambahnya. Perlakuan terseleksi itu adalah B3, B8, B9, B10, B12, B13, B15, B17, B20, B21, B23, dan B24. Selain daya berkecambah, penyeleksian bakteri juga mempertimbangkan agar setiap jenis atau spesies bakteri memiliki perwakilan untuk diaplikasikan di percobaan lapang.

#### Pengaruh Aplikasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat serta Dosis Pupuk N & P terhadap Pertumbuhan Bibit Tetua Betina Jagung Hibrida Varietas Bima 3

Percobaan di lapang menunjukkan bahwa daya tumbuh perlakuan B8, B9, B10, B15, dan B17 tidak berbeda nyata dengan kontrol (Gambar 3) yang menandakan bahwa bakteri tidak bersifat fitotoksik terhadap benih. Daya tumbuh benih cukup rendah yaitu hanya berkisar 50%. Uji viabilitas awal menunjukkan DB 76 % dan benih yang digunakan telah disimpan selama 6 bulan dalam kemasan plastik pada suhu 20 °C. Rendahnya daya tumbuh benih diduga karena benih yang digunakan merupakan galur murni hasil penyerbukan sendiri individu tanaman heterozigot selama beberapa generasi yang mengakibatkan terjadinya penurunan vigor (*inbreeding depression*) (Poehlman, 1983).

Interaksi antara dosis pupuk dan bakteri tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi, jumlah daun, dan bobot kering tanaman tetua betina jagung hibrida hingga 4 MST. Perlakuan pupuk berpengaruh nyata pada tolok ukur jumlah daun serta tinggi tanaman. Perlakuan P4 (100% dosis pupuk N-P) memberikan respon tinggi tanaman serta jumlah daun terbaik pada 3 dan 4 MST dan nyata lebih baik dibandingkan kontrol (tanpa pupuk) meskipun tidak berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3 (Tabel 3). Hal ini karena dengan meningkatkan dosis pupuk akan meningkatkan unsur N dan P yang bisa diserap tanaman.

Penelitian Hipi *et al.* (2013) menunjukkan bahwa pemberian pupuk fosfat 100% dari dosis rekomendasi (200 kg SP-36 ha<sup>-1</sup>) mampu meningkatkan tinggi tanaman umur 4 dan 6 MST tetua betina jagung hibrida. Perlakuan P4 yang tidak berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3 mengindikasikan bahwa, dengan pemberian perlakuan P1 (25% dosis pupuk N-P) mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun setara dengan respon P4 sehingga pemberian pupuk dengan perlakuan P1 lebih efisien, terutama dari segi biaya. Namun demikian, berdasarkan data bobot kering tanaman 4 MST, pemupukan cukup sampai P2 (50 % dosis pupuk N-P) untuk bisa meningkatkan nilainya nyata lebih baik dari kontrol.

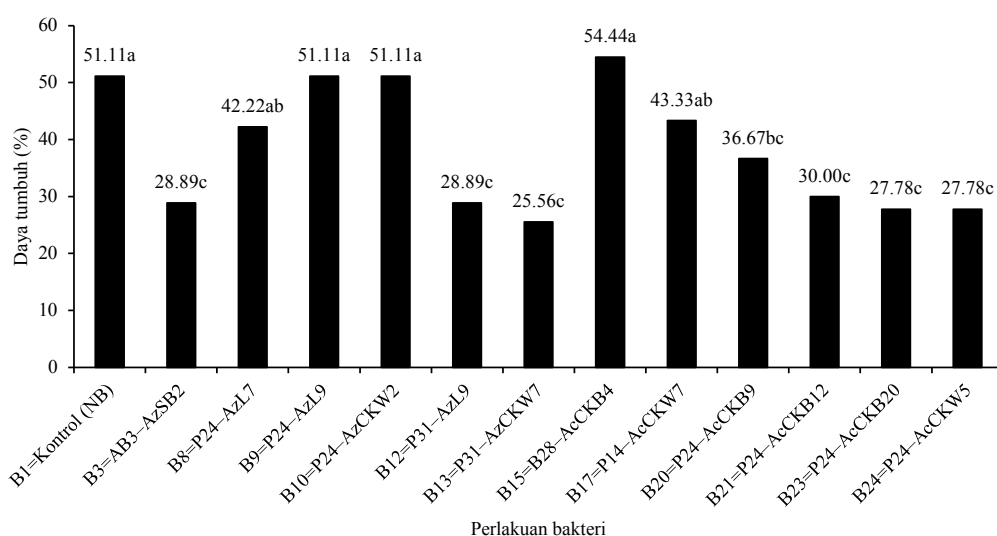


Gambar 2. Uji kompatibilitas antara bakteri penambat nitrogen *Actinomyces* AcCKW7 (*base*) dengan pelarut fosfat. Respon kompatibel ditunjukkan oleh isolat *Pseudomonas* P14

Tabel 2. Pengaruh perlakuan bakteri terhadap mutu fisiologis benih tetua betina jagung hibrida varietas Bima 3

Perlakuan bakteri	DB (%)	PTM (%)	IV (%)	KCT (%/etmal)	BKKN (g)
B0 (kontrol aquades)	75abc	89abc	33i	18.195	1.033abc
B1 (kontrol NB)	71abc	88abcd	42efghi	16.183	0.89bcdef
B2 (AB3–AzSB1)	67c	76de	37hi	16.929	0.728f
B3 (AB3–AzSB2)	72abc	83abcde	39ghi	15.350	0.835def
B4 (B28–AzL4)	66c	81cde	43efghi	15.576	0.898bcdef
B5 (B28–AzLB3)	66c	76de	46defghi	17.855	0.97abcde
B6 (P14–Az L4)	71abc	81cde	49cdefghi	16.919	0.845cdef
B7 (P14–AzLB4)	69bc	84abcde	43efghi	18.326	0.873bcdef
B8 (P24–AzL7)	85a	92abc	61abcd	16.881	1.048ab
B9 (P24–AzL9)	83ab	95a	73ab	17.969	0.983abcde
B10 (P24–AzCKW2)	74abc	88abcd	42efghi	16.350	0.858bcdef
B11 (P31–AzL7)	68bc	82bcde	40fghi	15.148	0.745f
B12 (P31–AzL9)	73abc	90abc	46defghi	17.721	0.805def
B13 (P31–AzCKW7)	72abc	90abc	53cdefgh	18.676	0.84cdef
B14 (AB3–AcSB2)	51d	74e	46defghi	17.562	0.79ef
B15 (B28–AcCKB4)	78abc	92abc	63abcd	19.536	0.94abcde
B16 (B28–AcCKB6)	70abc	86abcde	53cdefgh	16.969	0.873bcdef
B17 (P14–AcCKW7)	75abc	83abcde	59bcde	18.26	0.875bcdef
B18 (P24–AcBBP13)	69bc	83abcde	55cdefg	16.643	0.888bcdef
B19 (P24–AcCKB4)	73abc	86abcde	57bcdef	17.286	0.863bcdef
B20 (P24–AcCKB9)	83ab	93abc	76a	18.195	0.995abcd
B21 (P24–AcCKB12)	75abc	86abcde	59bcde	17.095	0.79ef
B22 (P24–AcCKB18)	71abc	88abcd	54cdefgh	18.000	0.955abcde
B23 (P24–AcCKB20)	75abc	91abc	64abc	19.812	1.113a
B24 (P24–AcCKW5)	79abc	91abc	72ab	18.438	0.918bcdef
B25 (P24–AcSB4)	74abc	89abc	59bcde	17.417	0.898bcdef

Keterangan: DB = daya berkecambah; PTM = potensi tumbuh maksimum; IV = indeks vigor; KCT = kecepatan tumbuh; BKKN = bobot kering kecambah normal. Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%



Gambar 3. Pengaruh perlakuan bakteri terhadap daya tumbuh (%) benih tetua betina jagung hibrida varietas Bima-3. Angka-angka pada diagram batang yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Tabel 3. Tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot kering tanaman tetua betina jagung hibrida varietas Bima 3 pada berbagai dosis pemupukan N dan P serta perlakuan bakteri

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)		Jumlah daun (helai)			Bobot kering 4 MST (g)
	2 MST	4 MST	2 MST	3 MST	4 MST	
<b>Dosis pupuk</b>						
P0 (tidak dipupuk)	13.38	34.62b	3.2	4.2b	5.7ab	18.39b
P1 (25% dosis N dan P)	13.04	36.68ab	3.5	4.4ab	5.5b	20.483ab
P2 (50% dosis N dan P)	13.97	43.81ab	3.3	4.5ab	6.2ab	24.165a
P3 (75% dosis N dan P)	13.61	37.46ab	3.0	4.3ab	5.6ab	20.312ab
P4 (100% dosis N dan P)	14.81	45.11a	3.4	5.0a	6.3a	22.732ab
<b>Bakteri</b>						
B1 (kontrol NB)	16.18a	43.75ab	3.4	4.9ab	6.3ab	25.031a
B3 (AB3–AzSB2)	15.29ab	44.87ab	3.5	4.7abcd	6.4a	21.112abcd
B8 (P24–AzL7)	13.99ab	43.07ab	3.3	4.6abcde	5.8abc	21.257abcd
B9 (P24–AzL9)	15.41ab	44.91ab	3.4	4.8abc	6.2ab	21.981abc
B10 (P24–AzCKW2)	15.46ab	42.69ab	3.7	4.7abcd	6.2ab	20.968bcd
B12 (P31–AzL9)	12.54ab	35.5bcd	3.0	4.2bcde	5.5abc	19.327cd
B13 (P31–AzCKW7)	11.58b	32.56cd	2.8	4.1cde	5.4abc	20.506bcd
B15 (B28–AcCKB4)	16.00a	45.75a	3.5	5.0a	6.4a	24.028ab
B17 (P14–AcCKW7)	12.49ab	37.90abcd	2.8	4.0de	6.1ab	19.577cd
B20 (P24–AcCKB9)	13.12ab	36.37abcd	3.3	4.5abcde	5.9abc	20.361bcd
B21 (P24–AcCKB12)	12.45ab	30.11d	3.2	3.9e	5.0c	17.842d
B23 (P24–AcCKB20)	11.71b	40.26abc	3.4	4.3abcde	5.8abc	21.162abcd
B24 (P24–AcCKW5)	12.38ab	35.18bcd	3.2	4.5abcde	5.2bc	23.109abc
Interaksi	Tidak nyata					

Keterangan: P0 = tidak dipupuk; P1 = 25% dosis N dan P dari dosis rekomendasi; P2 = 50 % dosis N dan P dari dosis rekomendasi; P3 = 75% dosis N dan P dari dosis rekomendasi; P4 = 100% dosis N dan P dari dosis rekomendasi; MST (minggu setelah tanam) Dosis rekomendasi yang digunakan adalah 300 kg Urea ha<sup>-1</sup> dan 200 kg SP-36 ha<sup>-1</sup>. Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Perlakuan bakteri berpengaruh nyata terhadap tinggi, jumlah daun 3 dan 4 MST serta bobot kering tanaman dengan B15 (B28–AcCKB4) sebagai perlakuan terbaik. Hasil ini berbeda dari percobaan sebelumnya dimana bakteri mampu meningkatkan IV. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba di lapang seperti nutrisi, suhu, pH, dan persaingan dengan mikroba indigenous tanah. Kondisi pH rendah (<6) menyebabkan metabolisme tidak berjalan optimum. Bakteri mampu hidup pada pH 4.5-8.5 (Holt *et al.*, 1994), namun kisaran pH optimal untuk pertumbuhan dan penambatan N adalah 7-7.5 (Barnes *et al.*, 2007; Carpa *et al.*, 2010).

Media tanah yang digunakan memiliki pH rendah yaitu 5.5 namun tidak ada upaya untuk meningkatkan pH karena akan menyebabkan P tersedia meningkat (Czarnecki *et al.*, 2013). Upaya yang dilakukan adalah dengan melakukan pengujian secara *invitro* sebelum tanam untuk mengetahui aktivitas penambatan N dan BPF pada media pH 5.6 dan semua isolat menunjukkan pertumbuhan yang baik. Selain disebabkan oleh pH, hal ini terkait dengan efektifitas kinerja bakteri. Bakteri yang digunakan ini mampu meningkatkan

vigor pada benih dengan kondisi viabilitas yang sedang. Namun ketika viabilitas benih terlalu rendah bakteri tidak mampu meningkatkannya menjadi lebih baik dibandingkan kontrol. Benih dengan tingkat viabilitas sedang-tinggi masih mampu bermetabolisme lebih baik, sehingga dengan perlakuan invigorasi atau perendaman, viabilitas benih masih dapat diperbaiki (Widajati *et al.*, 1990; Ilyas *et al.*, 2002).

## KESIMPULAN

Isolasi dan karakterisasi bakteri penambat N dari lima sampel tanah di wilayah Bogor diperoleh 25 isolat *Azotobacter* dan 29 isolat *Actinomyces* yang mampu menambat N. Sebanyak 25 pasang BPF kompatibel dengan *Azotobacter* dan 16 pasang BPF kompatibel dengan *Actinomyces*. Aplikasi bakteri penambat N dan BPF kompatibel nyata meningkatkan indeks vigor benih. Bakteri tidak mempengaruhi viabilitas benih berdasarkan tolok ukur daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM) sehingga aman untuk perlakuan benih. Aplikasi

pasangan bakteri yang kompatibel, berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung sampai umur empat MST, tetapi perlakuan terbaik tidak berbeda nyata dengan perlakuan *nutrient broth* (sebagai pembanding).

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) melalui Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) dengan S.K. No. 1094/E4.4/2013 dan Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) atas bantuan dana dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, S. Ilyas, Sudarsono, M. Machmud. 2013. Perlakuan benih dengan agen hayati dan pemupukan P untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, Hasil, dan mutu benih padi. *J. Agron. Indonesia* 41:98-104.
- Barnes, R.J., S.J. Baxter, R.M. Lark. 2007. Spatial covariation of *Azotobacter* abundance and soil properties: A case study using the wavelet transform. *Soil Biology & Biochemistry*. 39:295-310.
- [BBPPMBTPH]. Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan Hortikultura. 2007. Deteksi Bakteri Patogen Benih. Jakarta (ID): Dirjen Tanaman Pangan. Dirjen Hortikultura. Deptan.
- Bloom, A.J. 2009. As carbon dioxide rises, food quality will decline without careful nitrogen management. *California Agriculture*. 63:67-72.
- Bogdziewicz, M., E.E. Crone, M.A. Steele, R. Zwolak. 2016. Effects of nitrogen deposition on reproduction in a masting tree: benefits of higher seed production are trumped by negative biotic interactions. *Journal of Ecology*. 1-11.
- Bryd, H.W. 1983. Pedomam Teknologi Benih. Pembimbing Massa. Jakarta.
- Budiman, C. 2012. Pengaruh perlakuan rizobakteri pada benih dan tanaman serta pemupukan fosfat terhadap pertumbuhan tanaman tetua betina jagung hibrida. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Carpa, R., C. Dobrota, A. Keul-Butiuc, M.C. Maiop, V. Muntean, M. Dragan-Bularda. 2010. Influence of pH on growth and nitrogen fixation bacterial strains isolated from altitudinal vegetation zones of parang mountains (Romania). *Tom*. XVII:76-83.
- Czarnecki, O., J. Yang, D.J. Weston, G.A. Tuskan, J. G. Chen. 2013. A dual role of strigolactones in phosphate acquisition and utilization in plants. *Int. J. Mol. Sci.* 14:7681-7701.
- Datta, M., D. Paul, S.N. Sinha, C. Sengupta. 2015. Plant growth promoting rhizobacteria improve the production and enhancement of alkaloid content in chilli. *Frontier in Environmental Microbiology*. 1:24-26.
- El-Hamed, K., M. Elwan, W. Shaban. 2012. Enhanced sweet corn propagation: studies on transplanting feasibility and seed priming. *Vegetable Crops Research Bulletin*. 75:31-50.
- Glick, B.R., Z. Cheng, J. Czarny, J. Duan. 2007. Promotion of plant growth by ACC deaminase producing soil bacteria. *Journal of Plant Pathology*. 119:329-339.
- Hillierislammers, J.H., W.S. Harpole, S.S. Chnitzer, D. Tilman, and P.B. Reich. 2009. CO<sub>2</sub>, nitrogen, and diversity differentially affect seed production of prairie plants. *Ecology*. 90:1810-1820.
- Hipi, A., M. Surahman, S. Ilyas, Giyanto. 2013. Pengaruh aplikasi rizobakteri dan pupuk fosfat terhadap produktivitas dan mutu fisiologis benih jagung hibrida. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 32:192-198.
- Holt, J., N. Krieg, P. Sneath, J. Staley, S. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth ed. Williams and Wilkins. Baltimore.
- Ilyas, S., G.A.K. Sutariati, F.C. Suwarno, dan Sudarsono. 2002. Matricconditioning improves the quality and protein level of medium vigor hot pepper seed. *Seed Technology*. 24:65-75.
- [Kepmentan]. Keputusan Menteri Pertanian. 2007. Pelepasan Galur Jagung Hibrida ST Nei9008/Mr14 sebagai Varietas Unggul dengan Nama Bima 3 Bantimurung. [Internet]. [2015 Jul 2]. Tersedia pada: <http://perundangan.pertanian.go.id/admin/file/SK-76-07.pdf>.
- Kraiser, T., D.E. Gras, A.G. Gutierrez, B. Gonzalez, R.A. Gutierrez. 2011. A holistic view of nitrogen acquisition in plants. *Journal of Experimental Botany*. 62:1455-1466.
- Kumari, M., D. Vasu, A. Sharma, Z.U. Hasan. 2010. Germination, survival and growth rate (shoot length, root length, and dry weight) of lens culinaris medik. the masoor. induces by biofertilizers treatment. *J. Biological Forum*. 2:65-67.
- Mohammad, Y. 2014. Enhancement of seed germination and seedling vigor of wheat (*Triticum aestivum* L.) following PGPR treatments. *Sch J Agric Vet Sci*. 1:121-124.

- Nimnoi, P., N. Pongsilp, S. Lumyong. 2010. Endophytic actinomycetes isolated from *Aquilaria crassna* Pierre ex Lec and screening of plant growth promoters production. World J. Microbiol Biotechnol. 26:193-203.
- Nugraha, R., A. Asdyati, Suharjono. 2014. Eksplorasi bakteri selulolitik yang berpotensi sebagai agen *biofertilizer* dari tanah perkebunan apel Kota Batu, Jawa Timur. Jurnal Biotropika. 2:159-163.
- Poehlman J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2<sup>nd</sup>ed. Westport: The Avi Pub. Com., Inc.
- Raka, I.G.N., K. Khalimi, I.D.N. Nyana, I.K. Siadi. 2012. Aplikasi rizobakteri *Pantoea agglomerans* untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays*, L.) varietas hibrida Bisi-2. Agrotrop. 2:1-9.
- Raut, A.A., S.S. Bajekal. 2009. Nitrogen fixing *Actinomycetes* from the saline alkaline environment of lonar lake : a meteorite impact crater. Journal of Environmental Research And Development. 3:784-789.
- Richardson, A.E., J.M. Barea, A.M. McNeill, C. Prigent-Combaret. 2009. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. Plant Soil. 321:305-339.
- 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.
- Suliasih, Rahmat. 2007. Aktivitas fosfatase dan pelarutan kalsium fosfat oleh beberapa bakteri pelarut fosfat. Biodiversitas. 8:23-26.
- Widajati, E., F. C. Suwarno, dan E. Murniati. 1990. Pengaruh perlakuan "priming" terhadap vigor bibit kacang tanah. Keluarga Benih. 1:14-20.
- Widiyawati, I., Sugiyanta, A. Junaedi, R. Widyastuti. 2014. Peran bakteri penambat nitrogen untuk mengurangi dosis pupuk nitrogen anorganik pada padi sawah. J. Agron. Indonesia 42:96-102.