

PENINGKATKAN PRODUKTIVITAS BENIH JAGUNG HIBRIDA DENGAN APLIKASI MIKROBA DAN PUPUK FOSFAT

Awaludin Hipi, Giyanto, B. dan Tri Ratna Erawati
Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat
Email: awl_h@yahoo.co.id

ABSTRAK

Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas jagung adalah dengan menggunakan benih jagung yang bermutu. Untuk menghasilkan benih jagung yang bermutu diperlukan teknologi produksi benih yang mampu meningkatkan vigor dan viabilitas benih, serta efisien seperti penggunaan mikroba yang dapat berfungsi sebagai biostimulan, biofertilizer, dan bioprotektan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi mikroba dan pupuk fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas benih jagung hibrida. Percobaan dilaksanakan di Desa Lembar, kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat (NTB) dari bulan July hingga Nopember 2012. Percobaan disusun mengikuti rancangan perlakuan petak terpisah. Petak utama adalah dosis pupuk P (kontrol, 50 kg, 100 kg, 150 kg, dan 200 kg SP-36 ha⁻¹), dan anak petak adalah perlakuan mikroba(kontrol, bakteri B42, bakteri ATS4 dan bakteri AJ14). Masing-masing kombinasi perlakuan diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara aplikasi bakteri dengan pupuk fosfat. Perlakuan pupuk P 100 kg SP-36 ha⁻¹ dapat meningkatkan produktivitas benih jagung dibanding kontrol. Isolat bakteri AJ14 dan ATS4 mampu meningkatkan tinggi tanaman umur 6 minggu setelah tanam (MST) dan fase generatif, serta dapat meningkatkan bobot biomas (77,00 g/tan dan 76,84 g/tan), produktivitas (3,29 t ha⁻¹ dan 3,17 t ha⁻¹) dan rendemen benih (67,45% dan 65,99%).

Kata kunci: *Aktinomiset, Bacillus, efisiensi fosfat*

ABSTRACT

An effort to improve maize productivity is through the use of good quality maize seed. The objective of this research was to know the effect of microba and P fertilizer for increasing growth and productivity of maize hybrid seed. The experiments were conducted at Lembar village, West Lombok district, West Nusa Tenggara province from July until Nopember 2012. This experiment was arranged in a randomized block design where treatments were arranged in split plot design with three replications. The main plot was P fertilizer (untreated, 50 kg, 100 kg, 150 kg, and 200 kg SP-36 ha⁻¹), and the subplot was bacteria treatment (untreated, bacteria B42, bacteria ATS4 and bacteria AJ14). The results showed that application of 100 kg SP-36 ha⁻¹ increased productivity of maize hybrid compared untreated. Bacteria AJ14 and ATS4 increased heigth plant (6 DAP and generative fase), and increased of biomass (77,0 g/plant dan 76,8 g/plant), productivity (3,29 t ha⁻¹ dan 3,17 t ha⁻¹), and seed percentage (67,5% dan 65,9%).

Key words: *Actinomycetes, Bacillus, phosphate efficiency*

PENDAHULUAN

Jagung merupakan komoditas unggulan nasional, dan menjadi salah satu komoditas prioritas yang diprogramkan oleh Kementerian Pertanian. Produksi jagung pada tahun 2010 dan 2011 ditargetkan mencapai 19.8 dan 22 juta ton (Dirjen Tanaman Pangan 2010), namun hanya mencapai 18.3 dan 17.6 juta ton (BPS Indonesia 2012). Untuk memenuhi kebutuhan jagung dalam negeri, pada tahun 2011 pemerintah telah melakukan impor mencapai 3.2 juta ton.

Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas jagung adalah dengan mengembangkan varietas unggul yang berdaya hasil tinggi dan adaptif pada kondisi lingkungan tertentu, seperti varietas hibrida. Di Indonesia, penggunaan benih hibrida pada tahun 2010 sebesar 54% dari luas tanam jagung, dan diproyeksikan menjadi 75% pada tahun 2014 (Dirjen Tanaman Pangan 2010). Untuk menunjang penggunaan varietas jagung hibrida, diperlukan penyediaan benih yang berkualitas prima.

Berkaitan dengan mutu benih, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah teknik produksi benih berkualitas, teknik mempertahankan kualitas benih yang telah dihasilkan dan pendistribusiannya, dan teknik deteksi kualitas benih (Saenong *et al.* 2005). Mutu benih mencakup mutu genetis, mutu fisiologis, mutu fisik, dan mutu patologis (Ilyas 2012). Mutu fisiologis benih berpengaruh besar terhadap produksi tanaman. Benih dengan mutu fisiologis yang tinggi akan menghasilkan tanaman yang sehat dengan sistem perakaran yang berkembang dengan baik, dapat lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, pertumbuhan bibit yang cepat, dan terbukti berkorelasi dengan hasil yang tinggi (Harris *et al.* 2000).

Upaya untuk peningkatan produktivitas dan mutu fisiologis benih diantaranya adalah dengan pemberian pupuk fosfor (P). Pupuk P yang diberikan pada tanaman hanya 10 – 30 % yang diserap oleh tanaman, dan selebihnya tersimpan dalam tanah sebagai residu (Jones 1982). Pupuk P yang diberikan mengalami proses pengikatan atau fiksasi oleh tanah sehingga sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman. Penggunaan bakteri perlarut fosfat dapat melarutkan bentuk-bentuk fosfat yang sukar larut sehingga menjadi tersedia bagi tanaman (Rodriquez 1999; Rao 2007; Prihartini 2009). Glick *et al.* (2007) melaporkan bahwa fungsi bakteri terhadap pertumbuhan tanaman adalah: (i) membantu dalam memperoleh nutrisi seperti nitrogen, fosfor atau

besi; (ii) mencegah perkembangbiakan organisme patogen; dan (iii) menyediakan hormon tanaman seperti auksin atau sitokinin, atau menurunkan produksi etilen melalui aktivitas enzim *1-aminocyclopropane-1-karboksilat* (ACC) deaminase.

Di Indonesia, penggunaan rizobakter sebagai *biostimulants* dan *biofertilizer* untuk meningkatkan produksi pertanian terutama untuk produksi benih belum banyak dilakukan, meskipun berbagai artikel menunjukkan bahwa bakteri berpotensi dalam meningkatkan produksi pertanian. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan dalam usaha untuk meningkatkan produksi pertanian yang efisien dan ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi bakteri dan pupuk P terhadap pertumbuhan, dan produktivitas benih jagung hibrida.

BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan di Desa Lembar, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat (NTB). Perbanyakan isolat dilakukan di Balai Laboratorium Perlindungan Tanaman Perkebunan NTB. Percobaan lapang dilakukan pada musim tanam II (April 2012 – Agustus 2012). Lokasi percobaan secara geografis terletak pada 08°LS, 116°BT dengan ketinggian 44 m dari permukaan laut (dpl), dan merupakan lahan kering berpengairan sumur dangkal. Tanah di lokasi penelitian bertekstur lempung berdebu, memiliki kandungan nitrogen yang sangat rendah, P tersedia rendah hingga sedang, K tersedia tinggi, dan kandungan bahan organik yang rendah.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan rancangan perlakuan petak terbagi. Petak utama terdiri atas lima taraf dosis pupuk P yaitu: P₁) kontrol (tanpa P), P₂) 50 kg SP-36 ha⁻¹, P₃) 100 kg SP-36 ha⁻¹, P₄) 150 kg SP-36 ha⁻¹, dan P₅) 200 kg SP-36 ha⁻¹, dan anak petak adalah perlakuan bakteri yaitu R₀) tanpa bakteri, R₁) bakteri B42, R₂) bakteri ATS4, dan R₃) bakteri AJ14. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang tiga kali. Isolat bakteri B42, ATS4 dan AJ14 merupakan koleksi Laboratorium Bakteriologi Departemen Proteksi Tanaman IPB. Isolat bakteri ini merupakan hasil seleksi terbaik melalui serangkaian penelitian di rumah kaca, penelitian di polybag dan penelitian lapang (Surahman *et al.* 2011). Selain itu isolat bakteri B42 dan ATS4 tidak merupakan patogen terhadap tanaman (Budiman 2012). Benih tetua betina (Nei 9008) dan tetua jantan (MR-14) berasal dari Balitsereal Maros yang digunakan dalam memproduksi benih jagung hibrida Bima-3.

Tetua betina ditanam empat baris sepanjang 5 meter, sedang tetua jantan ditanam satu baris sepanjang 5 meter disamping tetua betina untuk satu plot percobaan. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 0,75 meter antar baris, 0,20 meter dalam baris, satu benih per lubang dengan perbandingan antara tetua jantan dan betina 1 : 4. Aplikasi pupuk P dan bakteri dilakukan terhadap tetua betina sesuai dengan perlakuan. Dosis dan waktu pemberian pupuk: 1) Pupuk I: 100 kg urea, dan 75 kg KCl ha⁻¹ diberikan 7 hari setelah tanam (HST), 2) Pupuk II: 200 kg urea dan 25 kg KCl ha⁻¹ diberikan 30 HST, 3) Pupuk P diberikan saat tanam sesuai perlakuan. Bakteri diaplikasikan dua kali yaitu pada perlakuan benih dan saat tanaman berumur 35 HST. Sebelum ditanam, benih direndam dalam suspensi bakteri dengan kepadatan populasi 10⁷-10⁹ cfu ml⁻¹ selama 12 jam, kemudian dikeringanginkan. Pada perlakuan tanpa bakteri, benih direndam dengan air, kemudian dikeringanginkan (Afzal *et al.* 2002; Khalimi 2009). Aplikasi kedua, suspensi bakteri disiram pada pangkal tanaman, saat tanaman berumur 35 HST. Pemeliharaan tanaman berupa penyiangan, pembumbunan, pengairan, dan pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara intensif.

Variabel yang diamati adalah: tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, jumlah daun, bobot tongkol, bobot biji, rendemen benih, bobot biomas, dan produktivitas. Data dianalisis dengan analisis ragam (Anova) dengan bantuan software SAS versi 9,0. Jika terdapat pengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf α 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis statistik, tidak terdapat interaksi antara aplikasi pupuk P dengan inokulasi mikroba terhadap variabel agronomi, hasil dan komponen hasil benih jagung hibrida. Aplikasi pupuk P berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pada 4 minggu setelah tanam (MST), 6 MST, dan 8 MST, namun belum berpengaruh pada saat tanaman berumur 2 MST (Tabel 1). Tinggi tanaman pada aplikasi pupuk P 200 kg ha⁻¹, tidak berbeda nyata dibanding 50 kg ha⁻¹ pada umur 4 MST, dan tidak berbeda nyata dengan dosis 50 dan 150 kg SP-36 ha⁻¹ pada umur 6 dan 8 MST.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi pupuk P terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun

Pupuk P (kg SP-36 ha ⁻¹)	Umur tanaman (MST)			
	2	4	6	8
----- Tinggi tanaman (cm) -----				
0	22.95 a	64.99 c	125.36 b	170.70 b
50	23.26 a	69.53 a	132.91 a	174.00 a
100	22.51 a	64.39 c	126.72 b	169.72 b
150	23.15 a	65.95 bc	128.18 ab	172.59 ab
200	23.94 a	68.78 ab	132.98 a	172.50 ab
----- Jumlah daun -----				
0	3.40 a	5.51 b	7.35 b	11.80 b
50	3.40 a	5.73 ab	7.82 a	12.13 a
100	3.21 a	5.79 a	7.80 a	11.98 ab
150	3.23 a	5.71 ab	7.89 a	12.01 ab
200	3.45 a	5.89 a	7.89 a	12.12 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan $\alpha= 5\%$; MST= minggu setelah tanam

Perlakuan benih dengan bakteri berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada saat umur tanaman 8 MST, sedangkan terhadap jumlah daun tidak berpengaruh nyata (Tabel 2). Perlakuan benih dengan isolat ATS4 menghasilkan tinggi tanaman 173.85 cm lebih tinggi dibanding kontrol, namun tidak berbeda nyata dibanding perlakuan isolat AJ14 dan B42 pada umur 8 MST. Untuk variabel jumlah daun, perlakuan benih dengan bakteri tidak berbeda nyata dibanding kontrol saat umur 2 MST - 8 MST. Egamberdiyeva (2005) dan Bae *et al.* (2007) menyatakan bahwa agens hayati dalam memacu pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman dapat melalui beberapa mekanisme yaitu mampu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, dan memproduksi hormon pertumbuhan tanaman seperti IAA, giberelin, dan sitokinin.

Pengaruh bakteri terhadap pertumbuhan tanaman cenderung lambat, diduga bakteri masih melakukan adaptasi dengan lingkungan rizosfer, dan melakukan fungsinya melindungi tanaman terhadap patogen seperti lignifikasi dinding sel, dan juga bersaing dengan sejumlah bakteri indigenus.

Tabel 2. Pengaruh aplikasi bakteri terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun

Isolat Bakteri	Umur tanaman (MST)			
	2	4	6	8
----- Tinggi tanaman (cm) -----				
B42	23.04 a	66.78 a	127.39 a	171.75 ab
ATS4	22.98 a	65.99 a	130.08 a	173.85 a
AJ14	24.02 a	67.66 a	131.45 a	172.80 a
Kontrol	22.59 a	66.49 a	127.99 a	169.22 b
----- Jumlah daun -----				
B42	3.27 a	5.71 a	7.64 a	12.02 a
ATS4	3.44 a	5.73 a	7.72 a	12.07 a
AJ14	3.37 a	5.77 a	7.89 a	12.05 a
Kontrol	3.27 a	5.69 a	7.75 a	12.02 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan $\alpha= 5\%$; MST= minggu setelah tanam

Aplikasi pupuk P 200 kg ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi letak tongkol dibanding perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata pada variabel daya tumbuh (Tabel 3). Pada variabel bobot biomas, aplikasi 200 kg ha⁻¹ SP-36 dapat meningkatkan bobot biomas dibanding kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan aplikasi pupuk P 100 kg ha⁻¹ dan 150 kg ha⁻¹. Hal ini berarti untuk peningkatan bobot biomas tanaman jagung untuk produksi benih, cukup memerlukan pupuk SP-36 100 kg ha⁻¹.

Tabel 3. Pengaruh pupuk P terhadap daya tumbuh, tinggi letak tongkol, dan bobot biomas

Pupuk P (kg SP-36 ha ⁻¹)	Daya tumbuh (%)	Tinggi letak tongkol (cm)	Bobot biomas/ tanaman (g)
0	78.83 a	86.28 c	70.67 b
50	81.33 a	91.36 b	67.41 b
100	84.58 a	91.59 b	74.22 ab
150	80.41 a	91.51 b	78.22 ab
200	82.08 a	94.58 a	86.09 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan $\alpha= 5\%$; MST= minggu setelah tanam

Aplikasi bakteri tidak berbeda nyata dengan kontrol terhadap tinggi letak tongkol, daya tumbuh, dan bobot biomas (Tabel 4). Aktivitas bakteri, selain untuk pemacu pertumbuhan, bakteri juga dapat menghasilkan senyawa organik (siderofor) yang mampu mengkhelat unsur Fe (besi) yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan pathogen, sehingga menghambat pertumbuhan patogen (Siddiqui 2005). Selain itu bakteri dapat menghasilkan senyawa antimikroba seperti senyawa 2.4 diacetylphloroglucinol yang dihasilkan *Pseudomonas* spp. dan bacitracin oleh *Bacillus* spp. (Awais *et al.* 2007).

Tabel 4. Pengaruh bakteri terhadap tinggi letak tongkol, daya tumbuh, dan bobot biomas

Isolat bakteri	Daya tumbuh (%)	Tinggi letak tongkol (cm)	Bobot biomas/ tanaman (g)
B42	83.07 a	90.99 a	76.23 a
ATS4	82.00 a	92.52 a	76.84 a
AJ14	79.40 a	90.15 a	77.01 a
Kontrol	81.33 a	90.61 a	71.21 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan $\alpha= 5\%$; MST= minggu setelah tanam.

Pemberian pupuk P dan bakteri berpengaruh nyata terhadap produktivitas (Tabel 3). Perlakuan pupuk P 200 kg ha⁻¹ dapat meningkatkan produktivitas 23% dibanding kontrol, namun tidak berbeda nyata dibanding perlakuan pupuk P 150 kg ha⁻¹ dan P 100

kg ha⁻¹ yang dapat meningkatkan produktivitas masing-masing 21% dan 19%. Hal ini berarti bahwa penggunaan pupuk P di lapang cukup dengan 100 kg SP-36 ha⁻¹, sehingga dapat menghemat penggunaan pupuk SP-36.

Tabel 5. Pengaruh aplikasi pupuk P terhadap bobot tongkol, bobot biji, rendemen, dan produktivitas benih jagung hibrida

Pupuk P (kg SP-36 ha ⁻¹)	Bobot tongkol (kg)	Bobot biji (kg)	Rendemen benih (%)	Produktivitas (t/ha)
0	1.86 b	1.35 b	71.98 a	2.66 c
50	1.98 ab	1.43 ab	72.11 a	2.88 bc
100	2.01 a	1.48 ab	73.59 a	3.04 ab
150	1.96 ab	1.46 ab	74.50 a	3.05 ab
200	2.06 a	1.55 a	74.77 a	3.20 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan $\alpha=5\%$; MST= minggu setelah tanam.

Aplikasi pupuk P dapat meningkatkan bobot tongkol, bobot biji, dan produktivitas benih jagung hibrida, namun tidak dapat meningkatkan rendemen benih (Tabel 5). Perlakuan pupuk P 200 kg ha⁻¹ mampu meningkatkan produktivitas 20,3% dibanding kontrol, namun tidak berbeda nyata dibanding perlakuan P 150 kg ha⁻¹ dan P 100 kg ha⁻¹. Hal ini berarti bahwa dengan pemupukan P dengan dosis 100 kg ha⁻¹, cukup untuk meningkatkan produktivitas benih jagung hibrida, sehingga dapat menghemat 50% dari dosis rekomendasi.

Tabel 6. Pengaruh aplikasi bakteri terhadap bobot tongkol, bobot biji, rendemen, dan produktivitas benih jagung hibrida

Isolat bakteri	Bobot tongkol (kg)	Bobot biji (kg)	Rendemen benih (%)	Produktivitas (t/ha)
B42	1.97 a	1.41 b	71.06 b	2.81 b
ATS4	2.06 a	1.55 a	75.49 a	3.17 a
AJ14	2.05 a	1.56 a	75.76 a	3.29 a
Kontrol	1.82 b	1.30 b	71.25 b	2.59 b

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan $\alpha=5\%$; MST= minggu setelah tanam.

Aplikasi bakteri secara umum dapat meningkatkan bobot tongkol, bobot biji, rendemen benih dan produktivitas benih jagung hibrida (Tabel 6). Perlakuan bakteri AJ14 dan ATS4 dapat meningkatkan rendemen benih masing-masing 4,51% dan 4,24% dan meningkatkan produktivitas masing-masing 27% dan 22% dibanding kontrol. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa inokulasi bakteri dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (Biari *et al.* 2008; Gholami *et al.* 2009; Yazdani

et al. 2009), dan tanaman padi (Agustiansyah *et al.* 2010; Ashrafuzzaman *et al.* 2009). Pada tanaman kedelai, inokulasi bakteri pelarut fosfat yang diikuti dengan pemberian pupuk fosfat dapat meningkatkan ketersediaan fosfat dan meningkatkan produksi serta meningkatkan efisiensi pupuk P yang digunakan (Wulandari 2001).

Aplikasi bakteri ATS4, AJ14 dan B42 menghasilkan bobot tongkol yang tinggi dibanding kontrol yaitu masing-masing sebesar 2,06 kg, 2,05 kg, dan 1,97 kg/20 tongkol. Nezarat dan Gholami (2009) melaporkan bahwa penggunaan PGPR dapat meningkatkan bobot tongkol kering dibanding kontrol.

KESIMPULAN

- Perlakuan pupuk P 100 kg SP-36 ha⁻¹ dapat meningkatkan produktivitas dibanding kontrol, dan dapat direkomendasikan dalam produksi benih jagung hibrida di lokasi penelitian dan pada tanah yang berstatus hara P rendah sampai sedang.
- Isolat bakteri AJ14 dan ATS4 mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas benih jagung hibrida.
- Bakteri yang terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas benih jagung, dapat direkomendasikan untuk diproduksi dan digunakan secara massal. Oleh karena itu diperlukan formulasi khusus, baik dalam bentuk cair maupun tepung untuk memudahkan distribusi dan aplikasi di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal I, Basra SMA, Ahmad N, Cheema MA, Warraich EA, Khaliq A. 2002. Effect of Priming and Growth Regulator Treatments on Emergence and Seedling Growth of Hybrid Maize (*Zea mays* L.). *Int. J. Agri. Biol.* 4 (2) : 303 – 306.
- Agustiansyah. 2011. Perlakuan benih untuk perbaikan pertumbuhan tanaman, hasil dan mutu benih padi serta pengendalian penyakit hawar daun bakteri dan pengurangan penggunaan pupuk fosfat [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Aryatha INP, Lestari DP, Pangesti NPD. 2004. Potensi isolat bakteri penghasil IAA dalam peningkatan pertumbuhan kecambah kacang hijau pada kondisi hidroponik. *J. Mikrobiol Indo.* 9(2): 43 – 46.
- Ashrafuzzaman M, Hossen FA, Ismail MR, Hoque Md.A, Islam MZ, Shahidullah SM, Meon S. 2009. Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. *African J. Biotech.* 8 (7): 1247-1252.
- Awais M, Shah AA, Hameed A, Hasan F. 2007. Isolation, identification and optimization of bacitracin produced by *Bacillus* sp. *Pak. J. Botany* 39(4):1303-1312.

- Bae YS, Park KS, Lee YG, Choi OH. 2007. A simple and rapid method for functional analysis of plant growth-promoting rhizobacteria using the development of cucumber adventitious root system. *Plant Pathol. J.* 23: 223-225.
- Biari A, Gholami A, Rahmani HA. 2008. Growth promotion and nutrient uptake of maize (*Zea mays* L) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. *J. Biol. Sci.* 8(6): 1015-1020.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2012. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta (www.bps.go.id) [8 Desember 2012].
- Budiman C. 2012. Pengaruh Perlakuan Bakteri Pada Benih dan Tanaman Serta Pemupukan Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman Tetua Betina Jagung Hibrida [Thesis]. Sekolah Pascasarjana IPB(ID). Bogor.
- Direktorat Jendral Tanaman Pangan. 2010. Roadmap swasembada jagung 2010 – 2014. Kementerian Pertanian RI. Jakarta.
- Egamberdiyeva D. 2008. Plant growth promoting properties of rhizobacteria isolated from wheat and pea grown in loamy sand soil. *Turkish J. Biol* 32:9-15.
- Fathan R, Rahardjo M, Makarim AK. 1988. Hara tanaman jagung. Dalam Subandi, Syam M, Widjono A (ed) Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 67 - 80.
- Gholami A, Shahsavani S, Nezarat S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 49: 19 - 24.
- Glick BR, Zhenyu Cheng, Czarny J, Jin Duan. 2007. Promotion of plant growth by ACC deaminase producing soil bacteria. *J. Plant Path.* 119 : 329 – 339.
- Hamed B, Harini G, Rupela OP, Wani SP, Reddy G. 2008. Growth promotion of maize by phosphatesolubilizing bacteria isolated from composts and macrofauna. *Microbiol. Res.* 163: 234 - 242. www.elsevier.de/micres
- Harris D, Tripathi RS, Joshi A. 2000. Onfarm priming to improve crop establishment and yield in direct seeded rice in IRRI: International Workshop on Dry –seeded Rice Technology. held in Bangkok. 25 – 28 January 2000. The International Rice Research Institute. Manila. The Philippines. 164 p.
- Ilyas S. 2012. Ilmu dan teknologi benih. Teori dan hasil penelitian. IPB Press. Bogor.
- Jones US. 1982. Fertilizers and soil fertility. 2nd Ed. Reston Publ. Co. Reston. Virginia
- Khalimi K, Wirya GNAS. 2009. Pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria untuk biostimulants dan bioprotectants. *J. Ecotrophic* . 4(2): 131-135.
- Mugnisyah WQ, Nakamura. 1986. Vigor of soybean seed as influenced by sowing and harvest dates and seed size. *Seed Sci. Tech.* 14: 87-94.
- Nezarat S, Gholami A. 2009. Screening Plant Growth Promoting Rhizobacteria for improving seed germination, seedling growth, and yield of maize. *Pakistan J. Biol. Sci.* 12(1): 26 – 32.
- Prihartini T. 2009. Mikroorganisme meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat. www.pustakadeptan.go.id. [19 Juli 2010].
- Rao NS. 2007. Mikroorganisme dan Pertumbuhan Tanaman. UI Press. Jakarta.
- Rodríguez H, Fraga R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Department of Microbiology. Cuban Research Institute on Sugarcane By-Products (ICIDCA). Havana. Cuba.
- Saenong S, Zubactirodin, Sinuseng Y, Rahmawati, Hipi A. 2005. Peluang pengembangan perbenihan berbasis komunal di pedesaan Nusa Tenggara Barat.

- Prosiding Seminar Nasional. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor. Mataram Agustus 2005.
- Siddiqui, Z. A. 2005. PGPR: Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens. Netherlands: Springer.
- Surahman M, Giyanto, Makkulawu AT, Hipi A. 2011. Evaluasi Kemurnian Genetik dengan Marka Mikrosatelit (SSR) dan Aplikasi Rhizobakteria untuk Meningkatkan Produksi dan Mutu Benih Jagung Hibrida. Laporan Hasil Penelitian KKP₃T. Kerjasama IPB dengan Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Wulandari, S. 2001. Efektifitas bakteri pelarut fosfat *Pseudomonas* sp pada pertumbuhan tanaman kedelai pada tanah podsolik merah kuning. *J. Nature Indonesia*. 4(1): 1 - 5.
- Yarzdani, Bahmanyar MA, Pirdashti H, Esmaili MA. 2009. Effect of Phosphate Solubilization Microorganisms (PSM) and Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield and Yield Components of Corn (*Zea mays* L.). *Proceedings of World Academy of Science, Engineerring and Technology*. Vol.3 (7): 90-92.