

Pengujian terhadap Mutu Pupuk Hayati Illetrisoy untuk Tanaman Kedelai

The Test of the Quality of Illetrisoy Biofertilizer for Soybean

Prihastuti*

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jalan Raya Kendalpayak, Kotak Pos 66, Malang

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu dari pupuk hayati Illetrisoy. Penelitian diawali dengan identifikasi jenis mikrob penyusun pupuk hayati, kualitas bahan pembawa dan produk pupuk hayati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Illetrisoy A dan Illetrisoy B mengandung 4 jenis bakteri yang berasal dari genus *Phaenibacillus* dan *Bacillus*. Bahan pembawa Illetrisoy berupa campuran gambut dan serbuk arang memberikan mutu yang baik pada Illetrisoy A (pH 6,75, C 22,13%, N 1,32%, P₂O₅ 389 ppm, K 2,68 me/100 g dan total populasi $36,5 \times 10^8$ cfu/g bahan) dan Illetrisoy B (pH 6,92, C 21,74%, N 1,25%, P₂O₅ 412 ppm, K 2,47 me/100 g dan total populasi $34,9 \times 10^8$ cfu/g bahan). Aplikasi pupuk hayati Illetrisoy terhadap tanaman kedelai dilakukan di rumah kaca Balitkabi pada MH II 2012. Perlakuan pemberian pupuk hayati Illetrisoy A dan Illetrisoy B dengan atau tanpa pemberian pupuk kandang tidak menunjukkan perbedaan terhadap karakter morfologis maupun hasil biji, yang belum dapat mengungguli perlakuan NPK. Penggunaan Illetrisoy memberikan harapan untuk mengurangi masukan pupuk kimia dan memperbaiki sifat-sifat tanah secara berkesinambungan. Disarankan penelitian dilakukan dalam periode waktu yang lebih panjang dan terintegrasi dengan pola tanam dan sistem budi daya yang ada.

Kata kunci: Illetrisoy, mutu, efektivitas, kedelai

ABSTRACT

*This study aimed to determine the quality of bio fertilizer. The research was consisted of identification of microbial component, the carrier matter quality and the biofertilizer product. The result showed that Illetrisoy A and Illetrisoy B contain 4 species bacteria from the genus *Phaenibacillus* and *Bacillus*. The carrier of Illetrisoy was a mixture of Rawa Pening peat and charcoal powders provides a good quality in Illetrisoy A (pH 6.75, C 22.13%, N 1.32%, P₂O₅ 389 ppm, K me/100 2.68 g and microbial population 36.5×10^8 cfu / g of matter) and Illetrisoy B (pH 6.92, C 21.74%, N 1.25%, P₂O₅ 412 ppm, K me/100 2.47 g and microbial population 34.9×10^8 cfu / g of matter). The Illetrisoy effectiveness to soybean was conducted in the Balitkabi greenhouses at rainy season MH II 2012. The application of Illetrisoy A and Illetrisoy B with or without manure showed no differences in morphological characters and seed yield, which has been unable to outperform the NPK treatment. The Illetrisoy application provides a hope to reduce the inputs of chemical fertilizers and to improve soil properties in a sustainable manner. The research is recommended in a long period of time and is integrated with the cropping patterns and farming systems that exist.*

Key words: Illetrisoy, quality, soybean

PENDAHULUAN

keinginan Pemerintah untuk mencapai swasembada kedelai belum dapat terealisasi. Sementara itu maraknya kegiatan pertanian yang dilakukan secara intensif dengan menggunakan

pupuk anorganik memberikan dampak penurunan kualitas kesuburan lahan. Pertanian intensif banyak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti hilangnya bahan organik tanah, erosi tanah, dan pencemaran air. Manajemen pertanian dengan

* Alamat Korespondensi:
surel: tutikprihastutik@yahoo.com

menggunakan metode reduksi penggunaan bahan kimia agro sangat diperlukan dalam mengantisipasi dampak negatif bahan kimia terhadap alam tersebut (Sarjiya, 2012).

Illetrisoy adalah pupuk hayati yang berisi mikroba yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan produksi kedelai (Harsono *et al.*, 2010). Illetrisoy sudah banyak diaplikasikan untuk tanaman kedelai di lahan-lahan marjinal seperti lahan kering masam dan non masam. Menjelang produk Illetrisoy untuk dapat dipasarkan lebih jauh, maka pengujian mutu harus dilakukan dengan seksama guna menghindari terjadinya penurunan kepercayaan petani terhadap manfaat pupuk hayati (Husen *et al.*, 2007). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati sesuai dengan karakter fungsional inokulan terbukti mampu mengurangi penggunaan pupuk tunggal NPK (Makarim *et al.*, 2001). Namun, tentunya efektivitas mikroba yang terkandung pada produk pupuk hayati ini dalam menyediakan hara sangat tergantung pada daya hidup dan perkembangannya di lingkungan rizosfer (Husen, 2009).

Balitikabi mempunyai 2 (dua) jenis pupuk hayati Illetrisoy, yaitu Illetrisoy A dan Illetrisoy B. Perbedaan keduanya terletak pada komposisi mikroba yang digunakan. Dalam menunjukkan kinerjanya, pada beberapa penggunaannya dibarengi dengan pemberian bahan organik (Harsono *et al.*, 2010). Dalam upaya untuk melakukan perbaikan produk Illetrisoy, maka perlu dikaji mutu produk dan keefektifannya untuk tanaman kedelai. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dan rumah kaca, dengan hasil yang diharapkan dapat memberikan gambaran keberhasilannya untuk dapat diproduksi pada skala pabrik dan dapat diterapkan pada skala lapang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium mikrobiologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian pada tahun anggaran 2012. Sumber mikroba yang digunakan adalah hasil koleksi Balitikabi dengan kode isolat KDL-92, KDL-182, KDL-176 dan KDL-196. Karakterisasi isolat bakteri penyusun Illetrisoy dilakukan dengan metode PCR di Departemen Mikrobiologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Bahan carier yang digunakan berupa campuran gambut Rawa Pening dan serbuk arang dengan perbandingan 3:1. Karakterisasi bahan carier dilakukan dengan menganalisis kandungan nutrisi bahan dan jumlah populasi mikroba.

Uji efektivitas pupuk hayati Illetrisoy dilakukan dengan rancangan acak kelompok faktorial dengan

enam ulangan (tiga ulangan untuk dipanen masak fisiologis dan tiga ulangan untuk pengamatan bintil akar yang diambil pada umur tanaman kedelai 45 hst). Varietas kedelai yang digunakan adalah Grobogan dengan tanah yang diambil dari lahan kering non masam. Faktor I adalah pemberian pupuk organik terdiri dari (1) tanpa diberi pupuk kandang dan (2) diberi pupuk kandang. Faktor II adalah pemberian inokulan Illetrisoy, terdiri dari (1) tanpa inokulan, diberi pupuk anorganik P, K, (2) tanpa inokulan, diberi pupuk anorganik N, P dan K, (3) inokulasi Illetrisoy A, dan (4) inokulasi Illetrisoy B. Analisis data menggunakan analisis varians (ANOVA) dan uji beda nyata terkecil (BNT). Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, hasil biji, jumlah polong dan bobot 100 biji. Analisis kimia tanah yang dilakukan meliputi pH, C-organik, N, P, K, dan KTK. Parameter biologis yang diamati adalah jumlah bintil akar dan berat kering bintil akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pembacaan hasil PCR terhadap empat isolat bakteri penyusun pupuk hayati Illetrisoy (Tabel 1), dapat ditentukan sifat-sifat umum bakteri. Dari hasil analisis PCR diketahui bahwa ada tiga isolat yang ternyata berasal dari genus yang sama yaitu *Paenibacillus*. Kelebihan dari genus *Paenibacillus* ini adalah kemampuannya dalam membentuk spora, dengan demikian ketahanan hidup dapat terjaga lebih baik dan dapat bertahan lebih lama dalam penyimpanan. Keadaan ini dikarenakan oleh adanya spora sebagai bentuk pertahanan hidup dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan dan akan berkembang menjadi sel mikroba pada kondisi yang sudah sesuai lagi bagi kehidupannya (Anas *et al.*, 1992). Bakteri Genus *Paenibacillus* ini juga mampu menambat nitrogen dan menghasilkan zat pemacu tumbuh tanaman, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai biofertilizer (Jin *et al.*, 2011). Beberapa jenis bakteri ini ada yang dapat menghasilkan zat anti mikrobia, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agensia pestisida hayati (Chung *et al.*, 2000; Hoult and Tuxford, 1991). Satu jenis bakteri penyusun Illetrisoy adalah *Bacillus pumillus*, yang mempunyai sifat dapat menambat nitrogen dan menghasilkan zat *anti bacterial* dan *anti fungal* yang dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati (Aslim *et al.*, 2002; Awais *et al.*, 2007; Akhtar *et al.*, 2010; De-Bashan *et al.*, 2010). Pada kenyataannya, satu mikroba dapat memiliki kemampuan lebih dari satu kategori fungsi, sehingga fungsinya dapat sebagai pemacu tumbuh, penyedia hara (fungsi langsung) dan juga sekaligus pengendali patogen (fungsi tidak langsung) yang satu sama lain tidak dapat dipisahkan (Afzal and Asghari, 2008; Ahmed *et al.*, 2008). Tanaman yang sistem perakarannya berkembang dan tumbuh

dengan baik, tidak mudah terserang oleh patogen (penyakit), dan sebaliknya tanaman yang terserang patogen tidak akan tumbuh dengan baik walaupun unsur hara yang tersedia cukup (Kennedy, 1998). Dengan mengetahui sifat-sifat dari isolat-isolat bakteri penyusun Illetrisoy, maka dapat ditentukan langkah lanjut dalam penentuan porsi masing-masing isolat dalam formulasi pupuk hayati, berdasarkan aktivitasnya yang telah terukur.

Studi karakteristik tanah gambut Rawa Pening menunjukkan, pada kondisi lapang mempunyai nilai pH 6,82 dan kadar air 46,31%. Total populasi mikroba pada kondisi lapang $11,4 \times 10^5$ cfu/g tanah. Keadaan ini berbeda dengan kondisi lapang tanah gambut dari daerah lain, yang biasanya masam (Jasinki, 2000). Tabel 2. menunjukkan hasil analisis tanah gambut Rawa Pening di laboratorium analisis Kimia Tanah Balitkabi. Gambut Rawa Pening mempunyai kandungan C organik 3,10% dan kadar N organik 0,27% yang dapat dikategorikan mempunyai nilai harkat sedang (Landon, 1984). Nisbah C/N tanah gambut Rawa Pening sebesar 11,48 menunjukkan kemampuan tanah ini untuk berfungsi sebagai sumber organik yang baik bagi pertumbuhan tanaman di atasnya.

Kadar P tanah gambut Rawa Pening tergolong pada kategori rendah (5–7 ppm), setelah dilakukan konversi dengan dikalikan 0,44 (Syekhfani, 2010). Kadar K tanah gambut Rawa Pening tergolong tinggi, apabila tanah gambut ini dijadikan media tanam, maka respons tanaman terhadap pemupukan K tidak begitu tampak, karena kandungan K tanah $> 0,4$ me/100 g (Syekhfani, 2010). Nilai KTK tanah gambut Rawa Pening tergolong sangat tinggi (> 40 me/100 g), karena mengandung bahan organik yang cukup tinggi pula. Dari nilai KTK menunjukkan kemampuan tanah gambut Rawa Pening yang cukup tinggi dalam menyediakan unsur hara.

Total populasi mikroba pada tanah gambut Rawa Pening sebesar $13,7 \times 10^4$ cfu/g tanah. Selain mikroba yang bersifat aerob, ditemukan juga mikroba yang bersifat anaerob. Total populasi mikroba ini dikategorikan sedang, mengingat kandungan mikroba dalam pupuk hayati rata-rata 10^7 – 10^9 cfu/g bahan. Komposisi bahan carier yang digunakan adalah campuran gambut Rawa Pening dan serbuk arang dengan perbandingan 3:1 dan disterilisasi terlebih dahulu. Dari campuran bahan ini mempunyai nilai pH 7,58 dan kadar air rata-rata 4,80%. Setelah proses sterilisasi bahan carier dilakukan proses injeksi mikroba dengan hasil akhir produk Illetrisoy tertera pada Tabel 3.

Gambut Rawa Pening dipilih, karena memiliki karakteristik kelembaban yang baik yang ditunjukkan oleh kapasitas menahan air yang tinggi serta kehilangan air yang lebih besar dibutuhkan untuk mengubah potensial (Simanungkalit *et al.*, 1999). Viabilitas bakteri pada bahan pembawa gambut dipengaruhi oleh bahan organik yang berupa partikel mudah larut seperti karbohidrat, protein, dan asam organik yang berfungsi sebagai sumber karbon dan energi utama bagi aktifitas metabolisme mikroba

Tabel 2. Hasil analisis tanah gambut Rawa Pening

Parameter (satuan)	Kadar	Harkat
pH	7,00	Netral
C-organik (%)	3,10	Sedang
N-organik (%)	0,27	Sedang
P ₂ O ₅ (ppm)	15,60	Rendah
K (me/100 g)	0,43	Tinggi
KTK (me/100 g)	62,90	Tinggi
Total populasi mikroba (cfu/g)	$13,7 \cdot 10^4$	Sedang

Sumber: Prihastuti (2013)

Tabel 1. Hasil analisis PCR isolat bakteri penyusun Illetrisoy dan sifat-sifat umumnya.

Kode isolat	Hasil PCR	Sifat-sifat umum
KDL 92	JF701948 JF701948.1 <i>Paenibacillus sp.</i> YXA3-5 16S ribosomal RNA g.. Identities = 1127/1138 (99%), Gaps = 8/1138 (0%)	Genus bersifat fakultatif anaerobik, mampu menambat nitrogen, menghasilkan enzim ekstraselular, anti mikrobia dan zat pemacu tumbuh tanaman, digunakan untuk biofertilizer dan biopestisida.
KDL196	JQ735955 JQ735955.1 <i>Paenibacillus ourofinensis</i> strain TS44 16S r... 1437 0.0 Identities = 780/789 (98%), Gaps = 7/789 (0%)	Bakteri gram positif, tumbuh cepat, berbentuk batang atau rantai batang, motil, membentuk spora, mesofilik, fakultatif anaerobik.
KDL182	AB366300 AB366300.1 <i>Paenibacillus sp.</i> SBI-16 gene for 16S riboso... 244 193/207 (93%), Gaps = 7/207 (3%)	Genus bersifat fakultatif anaerobik, mampu menambat nitrogen, menghasilkan enzim ekstraselular, anti mikrobia dan zat pemacu tumbuh tanaman, digunakan untuk biofertiliser dan biopestisida.
KDL 176	>1024589_M145_520_F (<i>Bacillus pumilus</i> , 1472 bits, 797 bp, 100%, 0.0, acc. no: HF536558.1)	Bakteri pembentuk spora, sel berbentuk batang, gram positif, aerobik, mampu sebagai antibacterial dan antifungal, menghasilkan enzim protease, mampu menambat nitrogen dari udara.

dalam gambut. Selain itu viabilitas bakteri yang baik dan stabil ditentukan pula oleh kemampuan gambut yang mampu mempertahankan kandungan air, pH gambut yang netral serta kemampuan bakteri untuk memanfaatkan sumber karbon dan sumber energi yang ada pada gambut serta strategi bertahan hidup bakteri dengan menggunakan mekanisme efisiensi yang dimiliki oleh masing-masing jenis (Prihastuti dan Harsono, 2012).

Penelitian terhadap efektivitas Illetrisoy untuk tanaman kedelai dilakukan di rumah kaca Balitkabi

pada bulan September 2012-Januari 2013. Dari Tabel 4. dapat dikatakan bahwa tanah yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai kandungan N dan P cukup rendah untuk mendukung kehidupan tanaman di atasnya, namun mempunyai kandungan K yang cukup tinggi. Kadar C organik juga cukup rendah, yang mengindikasikan rendahnya kandungan bahan organik. Rata-rata kandungan populasi mikroba dalam tanah ini adalah $36,3 \times 10^3$ cfu/g tanah, yang sebagian besar dari jenis bakteri. Dari hasil analisis kimia dan biologis tanah, maka tanah yang

Tabel 3. Mutu produk Illetrisoy A dan Illetrisoy B

Parameter	Satuan	Hasil analisis	
		Illetrisoy A	Illetrisoy B
pH H ₂ O	-	6,75	6,92
C-org	%	22,13	21,74
N	%	1,32	1,25
Nisbah C/N	-	16,77	17,39
P ₂ O ₅	ppm	389	412
K	me/100 g	2,68	2,47
Total populasi mikroba	cfu/g bahan	$36,5 \times 10^8$	$34,9 \times 10^8$

Tabel 4. Hasil analisis tanah sebelum tanam

Parameter	Satuan	Hasil analisis	
		Tanah	Pupuk Kandang
pH H ₂ O	-	6,92	7,67
pH KCl	-	6,52	7,42
C-org	%	2,55	14,7
N	%	0,083	0,79
Nisbah C/N	-	30,72	18,61
P ₂ O ₅	ppm	82,8	1,44
K	me/100 g	0,67	0,83
Total populasi mikroba	cfu/g tanah	$36,3 \times 10^3$	$48,6 \times 10^4$

Tabel 5. Keragaan fisik tanaman kedelai pada 45 hst.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Berat kering brangkas (g)	Jumlah bintil akar	Berat kering bintil akar
1	27,83 ^b	9,73 ^{bc}	6,00 ^{ab}	0,69 ^b
2	24,17 ^{ab}	8,43 ^{ab}	10,17 ^b	0,74 ^{bc}
3	22,17 ^{ab}	8,48 ^{ab}	3,83 ^a	0,85 ^{bc}
4	27,00 ^b	8,70 ^{ab}	12,67 ^b	0,72 ^{bc}
5	23,83 ^{ab}	9,24 ^{bc}	2,33 ^a	0,76 ^{bc}
6	28,17 ^b	10,45 ^c	6,17 ^{ab}	0,39 ^{ab}
7	23,83 ^{ab}	8,47 ^{ab}	12,00 ^b	0,38 ^{ab}
8	20,17 ^a	6,82 ^a	7,00 ^{ab}	0,28 ^b

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$).

- 1 = pupuk kandang + tanpa inokulasi + pupuk P dan K
 2 = pupuk kandang + tanpa inokulasi + pupuk N, P dan K
 3 = pupuk kandang + inokulasi Illetrisoy A
 4 = pupuk kandang + inokulasi Illetrisoy B

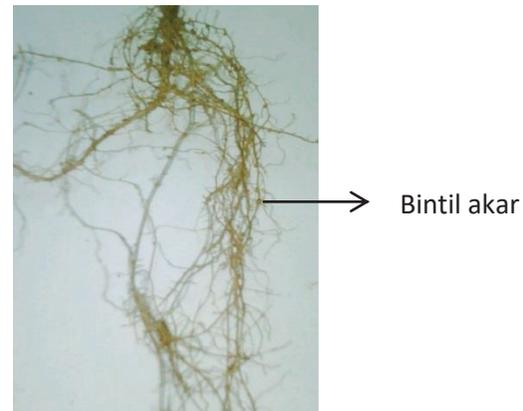
- 5 = tanpa pupuk kandang + tanpa inokulasi + pupuk P dan K
 6 = tanpa pupuk kandang + tanpa inokulasi + pupuk N, P dan K
 7 = tanpa pupuk kandang + inokulasi Illetrisoy A
 8 = tanpa pupuk kandang + inokulasi Illetrisoy B

digunakan untuk penelitian ini memenuhi prasyarat sebagai media tanam kedelai dan dengan aplikasi pupuk hayati dan pupuk kandang. Pupuk kandang yang digunakan berasal dari kotoran sapi yang telah melapuk di kandangnya. Hasil analisis kimia dan biologi pupuk kandang menunjukkan bahwa berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian nomor 28/Permentan/OT.140/2/2009 telah memenuhi standart kualitas pupuk organik. Penggunaan dosis pupuk kandang adalah 1,6 ton/ha atau setara dengan 9 g/lubang tanam (Subandi *et al.*, 2011).

Keragaan fisik tanaman kedelai 45 hst menunjukkan bahwa tinggi tanaman kedelai menunjukkan variasi yang cukup baik untuk menggambarkan pengaruh pemberian pupuk kandang, pupuk hayati dan pupuk NPK. Dapat dikatakan bahwa pemberian pupuk NPK (perlakuan 6) masih menunjukkan keragaan tinggi tanaman yang paling baik, karena ketersediaan hara pada perlakuan ini juga cukup menunjang untuk pertumbuhan tanaman. Namun pada perlakuan pupuk kandang + pupuk PK (perlakuan 1) dan perlakuan pupuk kandang + inokulasi Illetrisoy B juga menunjukkan keragaan tinggi tanaman yang cukup signifikan baik, yang mengindikasikan manfaat pupuk kandang, serapan hara PK dan atau kinerja mikroba penyusun Illetrisoy B. Adanya variasi keragaan fisik dari tinggi tanaman kedelai ini sepertinya berkaitan dengan berat kering brangkasan yang menunjukkan pola perkembangan yang sama dari masing-masing perlakuan.

Tanpa inokulasi Illetrisoy A atau B, pada sistem perakaran kedelai ditumbuhi oleh bintil akar (Gambar 1.). Keadaan ini menunjukkan bahwa dari total populasi mikroba tanah $36,3 \times 10^3$ cfu/g tanah, ada jenis mikroba yang dapat membentuk bintil akar. Di samping itu kehadiran pupuk kandang, akan

meningkatkan kadar bahan organik tanah, yang dapat menstimulir pertumbuhan mikroba *indigenous* yang terdapat di dalam tanah. Namun demikian rentang jumlah bintil akar per tanaman hanya 3,83–12,67 bintil/tanaman dengan berat kering 0,28–0,85 g bintil/tanaman, sehingga pertumbuhan bintil akar masih dikatakan sangat kurang untuk berfungsi sebagaimana mestinya dalam penyediaan unsur hara N. Keberadaan bintil akar dikatakan efektif, dengan jumlah 50 bintil/tanaman, apabila masih berada di bawahnya justru dapat bersifat sebagai parasit bagi tanaman inang (Pasaribu, *et al.*, 1989). Bintil akar yang efektif adalah bintil akar yang aktif memfiksasi nitrogen dari udara, dengan ciri-ciri jaringan tengah bintil akar berwarna merah jika dibelah, karena mengandung leghemoglobin dan letaknya cenderung mengumpul pada leher akar dan daerah sekitarnya (Abdel-Salam, *et al.*, 2010). Biasanya bintil akar yang efektif jumlahnya lebih sedikit, berwarna merah muda



Gambar 1. Sistem perakaran kedelai dengan sedikit bintil akar

Tabel 6. Parameter panen kedelai.

Perla- kuan	Tinggi tanaman (cm)	Berat polong isi/ tnm (g)	Jumlah Polong isi /tnm	Jumlah Polong hampa /tnm	Jumlah biji/ tnm	Berat 100 biji (g)
1	42,50	19,39 ^b	20,67 ^a	1,83	85	16,93 ^{ab}
2	37,00	19,62 ^b	21,33 ^{ab}	2,33	83	16,95 ^{ab}
3	41,33	21,93 ^{bc}	24,83 ^{bc}	1,50	91	17,45 ^{ab}
4	42,00	23,76 ^c	28,33 ^c	1,67	113	15,79 ^a
5	39,33	19,06 ^b	22,83 ^{ab}	1,50	82	16,91 ^{ab}
6	41,17	24,89 ^c	25,17 ^{bc}	1,50	99	18,43 ^{bc}
7	44,17	20,63 ^{bc}	23,33 ^{ab}	1,83	88	17,22 ^{ab}
8	33,17	16,07 ^a	20,17 ^a	1,00	73	19,20 ^c

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$).

1 = pupuk kandang + tanpa inokulasi + pupuk P dan K
 2 = pupuk kandang + tanpa inokulasi + pupuk N, P dan K
 3 = pupuk kandang + inokulasi Illetrisoy A
 4 = pupuk kandang + inokulasi Illetrisoy B

5 = tanpa pupuk kandang + tanpa inokulasi + pupuk P dan K
 6 = tanpa pupuk kandang + tanpa inokulasi + pupuk N, P dan K
 7 = tanpa pupuk kandang + inokulasi Illetrisoy A
 8 = tanpa pupuk kandang + inokulasi Illetrisoy B

(pink) dan memanjang, terletak dekat akar-akar yang besar. Bintil akar yang tidak efektif biasanya kecil, bulat, putih dan menyebar pada hampir seluruh sistem perakaran.

Dari sejumlah parameter panen kedelai, tampak bahwa variasi dalam menghasilkan polong isi dan jumlah biji /tanaman cukup besar dan keadaan ini akan berhubungan dengan variasi perlakuan penelitian. Perlakuan pupuk kandang dengan inokulasi *Illetrisoy B* menghasilkan produksi tertinggi ditinjau dari jumlah polong isi, berat kering polong isi dan jumlah biji yang dihasilkan/tanaman. Demikian pula pada perlakuan pupuk kandang dengan inokulasi *Illetrisoy A* juga menghasilkan produksi hasil yang cukup baik pula, sekalipun masih rendah dibandingkan yang menggunakan pupuk NPK.

Berbagai hasil penelitian telah membuktikan bahwa betapapun *unggul-nya* karakter fungsional suatu inokulan mikroba hasil pengujian di laboratorium, bila jumlah populasi sewaktu aplikasi ke tanaman rendah akan sulit diharapkan untuk dapat berdampak positif bagi tanaman (Husen, 2009). Hal ini terkait dengan daya hidup dan daya saing inokulan dengan mikroba alami di dalam tanah (Kennedy, 1998). Demikian pula efektivitas suatu mikroba dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman sering tidak terlihat jelas apabila tanaman yang ditumbuhkan pada kondisi optimum dan bebas stres (Glick *et al.*, 2007).

Dari hasil penelitian tampak bahwa dengan atau tanpa pemberian pupuk kandang pada aplikasi *Illetrisoy A* atau *Illetrisoy B* tidak menunjukkan perbedaan dalam menghasilkan karakter morfologis habitus tanaman dan hasil biji. Sekalipun pemberian pupuk anorganik NPK dipandang masih lebih baik di antara perlakuan lainnya, namun dalam upaya memelihara kualitas lahan pertanian perlu dikurangi dengan mensubstitusi bahan organik (kompos) atau penggunaan pupuk hayati seperti halnya *Illetrisoy*. Bahan organik ataupun pupuk hayati merupakan bahan hidup, yang dalam kinerjanya memerlukan waktu dan lingkungan yang sesuai, sehingga perbaikan sifat tanah akan berlangsung secara bertahap dan berkesinambungan. Keadaan ini tidak akan sama apabila dibandingkan dengan penggunaan pupuk NPK yang bersifat instans (Prihastuti, 2008). Apabila kondisi memungkinkan seyogyanya penelitian aplikasi bahan organik dan atau pupuk hayati tidak berhenti pada satu kali tanam, namun perlu dilakukan dalam waktu yang lebih panjang lagi sekalipun harus diselangi dengan penanaman komoditas lain. Pola tanam dan sistem budi daya akan mempengaruhi struktur komunitas mikroba di dalam tanah, yang pada kenyataannya mempunyai peran penting di dalam penyediaan hara bagi tanaman di atasnya (Prihastuti, 2011).

KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan ada dua genus bakteri penyusun *Illetrisoy A* dan *Illetrisoy B* yaitu *Phaenibacillus* dan *Bacillus*. Dari analisis PCR diketahui ada dua spesies bakteri yang teridentifikasi sebagai *Paenibacillus ourofinensis* dan *Bacillus pumilus*. Bahan carier *Illetrisoy* terdiri atas campuran gambut Rawa Pening dan serbuk arang dengan perbandingan 3:1 memenuhi kriteria baik, dengan kualitas produk *Illetrisoy A* (pH 6,75, C 22,13%, N 1,32%, P₂O₅ 389 ppm, K 2,68 me/100 g dan total populasi 36,5 × 10⁸ cfu/g bahan) dan *Illetrisoy B* (pH 6,92, C 21,74%, N 1,25%, P₂O₅ 412 ppm, K 2,47 me/100 g dan total populasi 34,9 × 10⁸ cfu/g bahan). *Illetrisoy A* maupun *Illetrisoy B* memberikan harapan untuk mengurangi penggunaan pupuk an organik NPK, baik dengan atau tanpa pemberian pupuk kandang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Salam, M.S., S.A. Ibrahim, M.M. Abd-El-Halim, F.M. Badawy, and S.E.M. Abo-Aba. 2010. Phenotypic characterization of indigenous Egyptian Rhizobial strains for abiotic stresses performance. *J. of American Sci.* 6 (9): 498–503.
- Afzal, A. and B. Asghari, 2008. Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum* L). *Int. J. Agric. Biol.*, 10: 85–8.
- Ahmed, Z.I., M. Ansar, M. Tariq and M.S. Anjum, 2008. Effect of different Rhizobium inoculation methods on performance of lentil in pothowar region. *Int. J. Agric. Biol.*, 10: 85–8.
- Akhtar, M.S., U. Shakeel, Z.A. Siddiqui. 2010. Biocontrol of Fusarium wilt by *Bacillus pumilus*, *Pseudomonas alcaligenes*, and *Rhizobium* sp. on lentil. Department of Botany, Aligarh Muslim University, Aligarh – INDIA. *Turk J Biol* (34): 1–7
- Anas, I., D.A. Santoso dan Y. Fakuara. 1992. Bioteknologi Pertanian 2. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor. P. 187–327.
- Aslim, B., N. Saglam, and Y. Beyatli. 2002. Determination of some properties of *Bacillus* isolated from soil. *Turk. J. Biol.* (26): 41–48.
- Awais, M., A.A. Shah, A. Hameed, and F. Hasan. 2007. Isolation, Identification and Optimization of Bacitracin Produced by *Bacillus* sp. *Pak. J. Bot.*, 39 (4): 1303–1312.
- Campbell, N., A. Reece, B. Jane, and M. Lawrence. 2003. *Biologi*. Terjemahan Biologi 5th edition oleh Wasmen Manalu. 1999. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Chung YR, C.H. Kim, I. Hwang, and J. Chun. 2000. *Paenibacillus korensis* sp. nov., a new species that produces an iturin-like antifungal compound. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 50: 1495–1500.
- De-Bashan, L.E., J.P. Hernandez, Y. Bashan, and R. M. Maier. 2010. *Bacillus pumilus* ES4: Candidate plant growth-promoting bacterium to enhance establishment of plant in mine tailings. *Environmental and Experimental Botani* (69): 343–352.
- Glick, B.R., B. Todorovic, J. Czarny, Z. Cheng, and J. Duan. 2007. Promotion of plant growth by bacterial ACC deaminase. *Crit. Rev. Plant Sci.* 26: 227–242.
- Harsono A, Subandi, dan Suryantini, 2010. Formulasi pupuk hayati dan organik untuk meningkatkan produktivitas aneka kacang 20%, ubi 40% menghemat pupuk kimia 50%. Laporan Penelitian 2010. *Balitkabi*. 53 hlm.
- Husen, E. 2009. Telaah efektivitas pupuk hayati komersial dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Inovasi Sumberdaya Lahan, Bogor 24–25 November 2009. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan

- Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pp. 418–423.
- Husen, E., R.D.M. Simanungkalit, and Irawan. 2007. Characterization and quality assessment of Indonesian commercial biofertilizers. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 8: 31–38.
- Hoult, B., and A.F. Tuxford. 1991. Toxin production by *Bacillus pumilus*. *J Clin Pathol* (44): 455–458. Downloaded from jcp.bmj.com on November 8, 2012.
- Jasinski, S.M. 2000. Peat. US Geological Survey: US Department of the interior.
- Jin H.J., R. Tu, F. Xu, and S.F. Chen. 2011. Identification of Nitrogen Fixing *Paenibacillus* from Different Plant Rhizospheres and a Novel nifH Gene Detected in the *P. stellifer*1, *Microbiology*, 80 (1): 117–124.
- Kennedy, A.C. 1998. The rhizosphere and spermosphere. Pp. 389–407 In SILVIA et al. (Eds.) *Principles and Application of Soil Microbiology*. Prentice Hall. New Jersey.
- Landon JR. 1984. *Booker Tropical Soil Manual. A Handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics*. BAI Limited. Bloomsbury House 74–77 Great Russell Street London WC18 3DF England.
- Makarim, K., F. Islam, M. A. Akkas Ali, F. Haque. 2001. On-farm trail with *Rhizobium* inoculants on lentil. *Bangladesh J. Agric Res* 26, 93–94.
- Pasaribu D, N. Sunarlim, Sumarno, Y. Supriati, R. Saraswati, Sutjipto dan S. Karama. 1989. Penelitian inokulasi rizobium di Indonesia. Hlm. 3–29 In. M. Syam., Rubendi dan A. Widjono (ed). *Risalah Lokakarya Penelitian Penambatan Nitrogen Secara Hayati pada Kacang-Kacangan*, Bogor, 30–31 Agustus 1988.
- Prihastuti. 2008. Adopsi pupuk hayati di Indonesia: Antara Harapan dan Realita. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian*, Surakarta 7 Agustus 2008, Kerjasama Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian dengan Fakultas Pertanian/Pascasarjana Agronomi Universitas Sebelas Maret Surakarta dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Hal: 76–81.
- Prihastuti. 2011. Struktur komunitas mikroba tanah dan implikasinya dalam mewujudkan Sistem Pertanian Berkelanjutan. *Jel-Hayah* 1 (4): 1–6.
- Prihastuti. 2013. Karakteristik Gambut Rawa Pening dan Potensinya Sebagai Bahan Pembawa Mikroba. *Berita Biologi* 12 (3): 315–323.
- Prihastuti dan A. Harsono. 2012. Kemunduran kualitas pupuk hayati *Rhizobium*. *J. Sains dan Matematika* 1 (1): 1–5.
- Sarjiya, A. 2012. Mengoptimalkan produksi pertanian dengan pupuk organik. *KOMODITAS INDONESIA IV* (1): 50–53.
- Simanungkalit, R.D.M., R.J. Roughley, and A. Indrasumunar. 1999. The effect of carrier material and moisture potential on the quality of legume inoculants. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 18(1): 64–70.
- Subandi, A. Harsono, dan A. Wijanarko. 2011. Evaluasi keefektifan pupuk organik kaya hara pada tanaman kedelai dan kacang tanah di lahan kering masam. *Prosiding Seminar Pendampingan Inovasi Pertanian Spesifik Lokasi di Provinsi Lampung Tahun 2011*. BPTP Lampung-Pemerintah Daerah Provinsi Lampung-Fakultas Pertanian Universitas Lampung-Perhaptani Provinsi Lampung. Hal. 181–190.
- Syekhfani. 2010. Hubungan hara tanah, air dan tanaman. *Dasar-dasar pengelolaan tanah subur berkelanjutan*. Putra Media Nusantara. 205 hlm.