

Aplikasi Pupuk Hayati *Illetrisoy* pada Tanaman Kedelai dan Pengaruhnya terhadap Populasi Mikroba Tanah

(The Applications of Biological Fertilizer Illetrisoy on Soybean and the Effect on Soil Microbial Populations)

Prihastuti

Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian
Jalan Raya Kendal Payak, Kotak Pos 66, Malang

ABSTRAK

Illetrisoy adalah pupuk hayati untuk kedelai, rakitan Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, yang terdiri dalam dua bentuk formulasi A dan B. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan manfaat aplikasi pupuk hayati *Illetrisoy* terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai, serta pengaruhnya terhadap populasi mikroba tanah. Penelitian dilakukan di Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, dengan menggunakan pupuk hayati *Illetrisoy* dan varietas kedelai Grobogan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak kelompok faktorial dengan 6 ulangan. Faktor I adalah pemberian pupuk kandang terdiri atas (1) tanpa diberi pupuk kandang dan (2) diberi pupuk kandang. Faktor II adalah pemberian inokulan *Illetrisoy*, terdiri atas (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. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati *Illetrisoy* pada tanaman kedelai belum memberikan pengaruh nyata terhadap keragaan fisik tanaman pada umur 45 hari setelah tanam dan hasil biji, dibandingkan dengan perlakuan aplikasi pupuk kandang dan NPK. Hasil biji tertinggi dicapai pada aplikasi *Illetrisoy* B yang dibarengi dengan aplikasi pupuk kandang dan 50% pupuk NPK (19,20 g biji/tanaman), yang tidak berbeda nyata dengan budi daya standar (dengan aplikasi pupuk NPK) yang mencapai 18,43 g biji/tanaman. Hasil analisis tanah sebelum dan sesudah pertanaman kedelai, menunjukkan adanya perbaikan sifat kimia dan biologi tanah ditinjau dari kandungan unsur hara tanah (terutama N dan K) dan total populasi mikroba hingga seratus kali.

Kata kunci: *Illetrisoy*, kedelai, pertumbuhan, hasil biji, populasi mikroba

ABSTRACT

Illetrisoy is a biological fertilizer for soybeans, improvised by Indonesian Legume and Tuber Crops Research Institute, consisting in two forms of formulations A and B. This study aimed to determine the benefits of *Illetrisoy* bio-fertilizer application on growth and seed yield, as well as its effect on soil microbial populations. The research was conducted at the Indonesian Legume and Tuber Crops Research Institute, using of biological fertilizers *Illetrisoy* and soybean Grobogan variety. Design of the experiment used was a factorial randomized block with six replications. The first factor was the manure application consists of (1) without any manure, and (2) given manure. The second factor is giving inoculant *Illetrisoy*, consisting of (1) without inoculant, given inorganic fertilizer P, K, (2) without inoculant, given inorganic fertilizer N, P and K, (3) inoculation *Illetrisoy* A, and (4) inoculation *Illetrisoy* B. The results showed that the application of bio-fertilizers *Illetrisoy* on soybean has not significant effect on the physical variability of plants 45 days after planting and seed yield, compared to the treatment of manure and NPK application. The highest seed yields achieved on the application of *Illetrisoy* B accompanied with the application of manure and NPK fertilizer reached 50% (19.20 g seed/plant), which

* Alamat Korespondensi:

e-mail: tutikprihastutik@yahoo.com

is not significantly different from the standard cultivation with application of NPK fertilizers which reached 18.43 g seed / plant. The analysis of the soil before and after soybeans planted, showed an improvement of chemically and biologically soil properties in terms of nutrient content (especially N and K) and total soil microbial population up to a hundred times.

Key words: *Illetrisoy, soybean, plant growth, seed yields, population of soil microbe*

PENDAHULUAN

Tanah mempunyai struktur biologi tertentu, yang secara langsung memengaruhi proses biogeokimia secara alami (Aparicio & Costa, 2007). Dalam upaya menuju pertanian berkelanjutan, tanah harus dipandang sebagai bagian yang hidup dan berinteraksi dengan tanaman di atasnya (Prihastuti, 2011).

Pada dasawarsa terakhir ini, aplikasi pupuk hayati dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan kering, namun demikian tidak sedikit yang boleh dikatakan tidak berhasil, ditinjau dari hasil biji. Keadaan ini menjadikan aplikasi pupuk hayati menjadi kurang begitu menarik karena biaya operasional tidak sebanding dengan kenaikan hasil biji yang diperoleh (Husen *et al.*, 2007). Menyikapi pandangan masyarakat ini, maka selain dilakukan penelitian terhadap produktivitas tanaman, juga perlu dilakukan penelitian tentang perubahan populasi mikroba tanah pada pertanaman kedelai, sebelum dan sesudah aplikasi pupuk hayati.

Illetrisoy adalah pupuk hayati rakitan Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, yang berisi mikroba-mikroba yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan produksi kedelai dan sedang diuji coba untuk diaplikasikan untuk tanaman kedelai di lahan-lahan marjinal seperti lahan kering masam dan nonmasam (Harsono *et al.*, 2010). Ada dua jenis pupuk hayati *Illetrisoy*, yaitu *Illetrisoy A* dan *Illetrisoy B*, yang dibedakan oleh komposisi mikroba penyusunnya. Dalam upaya pengembangan teknologi aplikasi pupuk hayati *Illetrisoy*, maka perlu dilakukan penelitian ini dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan, hasil biji dan dinamika populasi mikroba tanah.

Sebagai bahan hidup, mikroba membutuhkan waktu adaptasi pada kondisi lingkungan yang mendukung kehidupannya (Prihastuti, 2008). Sekalipun aplikasi pupuk hayati diharapkan dapat memperkaya jenis dan jumlah mikroba tanah yang bermanfaat (*beneficial microbe*), namun keberhasilannya tetap ditentukan oleh kualitas pupuk hayati dan kemampuan tumbuh mikroba dalam pupuk hayati pada kondisi lingkungan yang baru (Prihastuti & Harsono, 2012). Di samping itu, perlu dilakukan penelitian aplikasi pupuk hayati yang secara sinambung pada suatu lokasi, dengan pola tanam dan musim tertentu (Sudaryono *et al.*, 2011). Dengan demikian manfaat pupuk hayati untuk peningkatan produktivitas lahan dapat diikuti dengan baik seiring dengan waktu.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan manfaat aplikasi pupuk hayati *Illetrisoy* terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai, serta pengaruhnya terhadap populasi mikroba tanah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian (Balitkabi), dengan menggunakan tanah asal lahan kering dari Kebun Percobaan Kendal Payak pada bulan September-Desember 2012. Varietas kedelai yang digunakan adalah Grobogan, pupuk hayati yang digunakan adalah *Illetrisoy* dan pupuk organik berupa pupuk kandang yang diambil dari kandang sapi Balitkabi. Penggunaan *Illetrisoy* dalam satu paket teknologi, yang selalu diberikan dengan penggunaan pupuk kandang dengan dosis 1,6 ton/ha atau 9 g/lubang tanam dan penggunaan pupuk NPK 50% dari dosis standar (Harsono *et al.*, 2010).

Rancangan percobaan adalah acak kelompok faktorial dengan 6 ulangan (3 ulangan untuk dipanen masak fisiologis dan 3 ulangan untuk pengamatan bintil akar dipanen pada 45 hari setelah tanam (hst). Faktor I adalah pemberian pupuk kandang terdiri atas (1) tanpa diberi pupuk kandang dan (2) diberi pupuk kandang. Faktor II adalah pemberian inokulan *Illetrisoy*, terdiri atas (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 (Anava) dan uji beda nyata terkecil (BNT). Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, hasil biji, jumlah polong dan bobot 100 biji. Analisis kimia tanah dilakukan sebelum tanam dan sesudah panen, meliputi pH, C-organik, N, P, K, dan KTK. Parameter biologis yang diamati adalah jumlah populasi mikroba tanah, jumlah bintil akar dan berat kering bintil akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pupuk hayati *Illetrisoy* dan pupuk organik yang digunakan mempunyai kualitas cukup baik (Tabel 1). Pupuk hayati *Illetrisoy* adalah produksi Balitkabi, dengan spesifikasi sesuai untuk digunakan, mempunyai total populasi $39,7 \times 10^8$ cfu/g bahan, pH 7,04 dan kadar hara C, N, P, dan K cukup tinggi untuk mendukung kehidupan tanaman. Pupuk kandang yang digunakan berasal dari kotoran sapi yang telah melapuk di kandangnya. Hasil analisis kimia pupuk kandang menunjukkan bahwa berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No. 28/Permentan/OT.140/2/2009, telah memenuhi standar kualitas pupuk organik. Dari aspek biologi, pupuk kandang yang digunakan mempunyai total populasi mikroba $14,8 \times 10^3$ cfu/g bahan, juga dapat dikategorikan memenuhi syarat sebagai pupuk organik. Dalam penelitian ini belum teridentifikasi secara

Tabel 1. Hasil analisis pupuk kandang

Parameter	Satuan	Illetrisoy	Pupuk kandang
pH	-	7,04	7,42
C-organik	%	25,80	14,70
N	%	1,12	0,79
Nisbah C/N	-	23,04	18,61
P2O5	%	0,05	1,44
K	me/100 g	2,01	0,83
Populasi bakteri	cfu/g bahan	$39,7 \times 10^8$	$14,8 \times 10^3$

Tabel 2. Hasil analisis tanah sebelum tanam

Parameter	Satuan	Hasil analisis
pH H ₂ O	-	6,92
pH KCl	-	6,52
C-organik	%	2,55
N	%	0,083
Nisbah C/N	-	30,72
P2O5	ppm	82,8
K	me/100 g	0,67
KTK	me/100 g	12,14
Total populasi mikroba	cfu/g tanah	$36,3 \times 10^3$

terperinci golongan mikroba apa yang ada, terutama dari jenis *beneficial microbe* dan bakteri patogen (*Escherichia coli* dan *Salmonella* sp).

Hasil analisis kimiawi menunjukkan 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 (Tabel 2). 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 terdiri atas jenis bakteri. Dari hasil analisis kimia dan biologi tanah, maka tanah yang digunakan untuk penelitian

ini menunjukkan indikasi sesuai sebagai media tanam kedelai, jika disertai dengan aplikasi pupuk hayati dan pupuk kandang. Kennedy (2005) menyatakan bahwa salah satu indikator tanah yang baik adalah kaya akan kandungan bahan organik dan organisme tanah. Kandungan hara dan bahan organik tanah yang cukup akan berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman (Weil & Magdoff, 2004).

Keragaan fisik tanaman kedelai pada umur 45 hari setelah tanam menunjukkan bahwa tinggi tanaman kedelai tampak dalam variasi yang cukup baik untuk menggambarkan pengaruh pemberian pupuk kandang, pupuk hayati dan pupuk NPK (Tabel 3). 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 brangkas yang menunjukkan trend yang sama dari masing-masing perlakuan.

Tanpa inokulasi Illetrisoy A atau B, pada sistem perakaran kedelai ditumbuhi oleh bintil akar, yang mengindikasikan bahwa dari total populasi mikroba tanah $36,3 \times 10^3$ cfu/g tanah, terdapat 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 angka pertumbuhan bintil akar 3,83-12,67 bintil/tanaman dengan berat kering 0,28-0,85 g bintil/tanaman, maka pertumbuhan bintil akar masih dikatakan sangat kurang untuk berfungsi sebagai mana mestinya. 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).

Tabel 3. Keragaan fisik tanaman kedelai pada 45 hst

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Berat kering brangkas(g)	Berat kering akar (g)	Jumlah bintil akar	Berat kering bintil akar (g)
1	27,83bc	9,73bc	2,72bc	6,00	0,69
2	24,17ab	8,43bc	2,62bc	10,17	0,74
3	22,17ab	8,48bc	3,10c	3,83	0,85
4	27,00bc	8,70bc	2,91bc	12,67	0,72
5	23,83ab	9,24bc	2,50ab	2,33	0,76
6	28,17bc	10,45c	2,57ab	6,17	0,39
7	23,83ab	8,47bc	2,97bc	12,00	0,38
8	20,17a	6,82a	2,30a	7,00	0,28

Keterangan: angka yang didampingi huruf yang sama dalam kolom yang sama atau lajur 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

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. Berdasarkan hasil penelitian ini, belum dapat diambil kelebihan dari penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati terhadap hasil biji kedelai. Keadaan ini kemungkinan dipengaruhi oleh adanya pertumbuhan *beneficial microbe* yang berasal dari mikroba *indigenous*, yang masih belum terkalahkan aktivitasnya daripada mikroba yang diinokulasikan lewat aplikasi pupuk hayati. Atau mungkin kinerja pupuk organik dan pupuk hayati belum begitu terlihat pada satu kali pertanaman. Keadaan ini dapat dihubungkan dengan hasil analisis tanah sebelum dan sesudah pertanaman kedelai.

Penggunaan pupuk kandang dan atau pupuk hayati *Illetrisoy* cenderung meningkatkan pH tanah (Tabel 5). Yuwono (2006) menyatakan bahwa selain meningkatkan nilai pH tanah, pemberian bahan organik juga mampu meningkatkan kandungan unsur hara dalam tanah. Namun demikian, perlu dipertimbangkan adanya interaksi antara tanah dan tanaman yang tumbuh di atasnya. Adanya perkembangan akar tanaman, menjadikan fisik tanah berubah dan apabila kondisi sesuai dengan lingkungan tumbuh mikroba, maka mikroba tanah akan dapat berkembang dengan baik pula. Setelah pertanaman kedelai, unsur hara N dan K cenderung meningkat pada beberapa perlakuan, sedangkan unsur P cenderung menurun daripada sebelum ada pertanaman kedelai. Pada kejadian ini diperkirakan bahwa tanaman kedelai cenderung untuk menyerap P tanah yang tinggi untuk pertumbuhannya. Namun demikian perbaikan sifat tanah pada penggunaan pupuk kandang dan pupuk hayati *Illetrisoy* ini dapat ditunjukkan dengan peningkatan nilai KTK tanah dibanding sebelum tanam. Nilai KTK menunjukkan kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara. Nilai KTK tanah berhubungan dengan kandungan bahan organik di dalamnya (Syekfani, 2010).

Tabel 4. Parameter panen kedelai

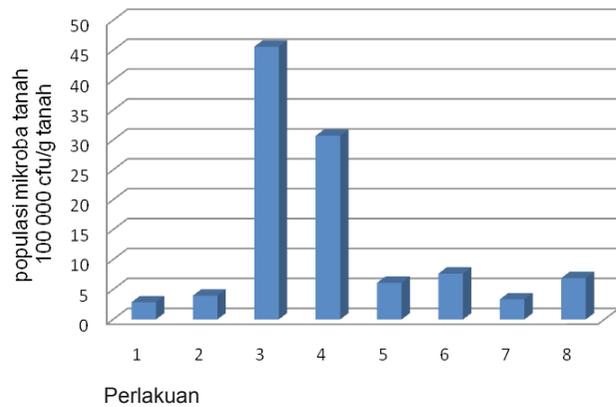
Perlakuan	Berat polong isi/tnm (g)	Jumlah Polong isi /tnm	Jumlah Polong hampa /tnm	Jumlah biji/tnm	Berat 100 biji (g)
1	19,39bc	20,67	1,83	85	16,93ab
2	19,62bc	21,33	2,33	83	16,95ab
3	21,93bc	24,83	1,50	91	17,45bc
4	23,76c	28,33	1,67	113	15,79a
5	19,06bc	22,83	1,50	82	16,91bc
6	24,89c	25,17	1,50	99	18,43c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

Keterangan: angka yang didampinginya huruf yang sama dalam kolom yang sama atau lajur 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

Tabel 5. Hasil analisis kimia tanah setelah pertanaman kedelai

Parameter	Perlakuan							
	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	7,05	7,14	7,21	7,18	7,21	7,26	7,16	7,21
C-org (%)	1,74	1,27	2,03	1,27	1,11	1,66	1,44	1,61
N (%)	0,13	0,08	0,07	0,07	0,07	0,12	0,12	0,09
Nisbah C/N	18,38	16,88	29,00	18,14	15,86	13,83	12,00	17,89
P ₂ O ₅ (ppm)	75,98	50,47	46,68	62,70	38,88	53,21	53,63	67,76
K (me/100 g)	0,74	0,65	0,67	0,65	0,63	0,59	0,70	0,69
KTK (me/100 g)	33,02	24,86	23,11	47,75	30,58	46,00	31,64	32,12

Keterangan: 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



Gambar 1. Total populasi mikroba tanah setelah pertanaman kedelai. 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

Perbaikan sifat tanah yang terjadi pada penelitian ini diikuti pula dengan peningkatan total populasi mikroba (Gambar 1). Selama satu musim tanam kedelai, pemakaian pupuk kandang dan atau pupuk hayati mampu meningkatkan total populasi mikroba hingga seratus kali. Kalau dihubungkan dengan jumlah bintil akar yang terbentuk pada sistem perakaran kedelai, maka perlakuan pupuk kandang dan pupuk hayati *Illetrisoy* tidak terlalu tampak berpengaruh, maka hendaknya diikuti dengan inventarisasi jenis-jenis mikroba pada daerah rizosfer sebelum dan sesudah tanam. Tidak selalu pertanaman kedelai yang baik diikuti dengan tumbuhnya bintil akar karena pada kenyataannya tanpa ada bintil akar pun tanaman kedelai dapat berproduksi dengan baik (Prihastuti & Sudaryono, 2008). Keadaan ini disebabkan oleh ketersediaan unsur hara yang cukup, yang berasal dari pemberian pupuk anorganik ataupun inokulasi mikroba penambat nitrogen nonsimbiotik lainnya.

Sekalipun peningkatan total populasi mikroba yang terjadi hingga seratus kalinya, namun dalam hal ini jenis mikroba yang ada belum dapat teridentifikasi, oleh adanya keterbatasan fasilitas peralatan laboratorium. Dengan demikian belum diketahui jenis mikroba yang berkembang tersebut, berasal dari mikroba *indigenous* ataukah dari mikroba yang diintroduksi melalui pupuk hayati. Pada aplikasi pupuk organik dan pupuk hayati dalam penelitian ini telah terindikasi memberi perbaikan pada sifat kimiawi tanah, yang secara langsung sebagai lingkungan tumbuh mikroba di dalamnya. Dari jumlah populasi mikroba tanah setelah pertanaman kedelai, terbukti aplikasi pupuk kandang

dan pupuk hayati *Illetrisoy* mampu meningkatkan populasi mikroba tanah, dan kondisi ini sangat berbeda pada aplikasi pupuk hayati *Illetrisoy* yang tanpa pupuk kandang.

SIMPULAN

Aplikasi pupuk hayati *Illetrisoy* pada tanaman kedelai menunjukkan perbaikan sifat kimia dan biologi tanah ditinjau dari kenaikan kandungan unsur hara tanah (terutama N dan K) dan total populasi mikroba hingga seratus kali. Namun, aplikasi pada satu kali pertanaman belum memberikan pengaruh nyata terhadap keragaan fisik tanaman umur 45 hari setelah tanam dan hasil biji, dibandingkan dengan perlakuan aplikasi pupuk kandang dan NPK.

DAFTAR PUSTAKA

- Aparicio VC, Costa JL, 2007. Soil quality indicators under continuous cropping systems in the Argentinean Pampas. *Soil Tillage Res.* 96: 155-165.
- 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. *Balittkabi.* hlm 53.
- Husen E, Simanungkalit RDM, dan Irawan. 2007. Characterization and quality assessment of Indonesian commercial biofertilizers. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 8: 31-38.
- Kennedy AC, 2005. The rhizosphere and spermosphere. Pp 389-407 In SILVIA *et al.* (Eds.) *Principles and Application of Soil Microbiology.* New Jersey: Prentice Hall.
- Pasaribu D, Sunarlim N, Sumarno, Supriati Y, Saraswati R, Sutjipto dan Karama S, 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 dan Harsono A, 2012. Kemunduran kualitas pupuk hayati Rhizobium. *Sains & Matematika* 1(1): 1-5.
- Prihastuti dan Sudaryono. 2008. Evaluasi input agen hayati pada budi daya kedelai di lahan kering masam Lampung Tengah. *Agrin* 12(1): 56-66.
- Sudaryono, Prihastuti dan Wijanarko, A. 2011. Land suitability for developing soybean crops in Bumi Nabung and Rumbia Districts, Central Lampung. *J. Trop Soils.* 16(1): 85-92
- Syekhfani, 2010. Hubungan hara tanah, air dan tanaman. *Dasar-dasar pengelolaan tanah subur berkelanjutan.* Putra Media Nusantara. hlm 20.
- Weil RR dan Magdoff F, 2004. Significance of soil organic matter to soil quality and health. In: Magdoff, F., Weil, R.R. (Eds.), *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture.* CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 1-43.
- Yuwono T, 2006. *Bioteknologi Pertanian.* Yogyakarta: Gadjah Mada Press. hlm 284.