

Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati, Vermikompos Dan Pupuk Anorganik Terhadap Kandungan N, Populasi *Azotobacter* sp. Dan Hasil Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) Pada Inceptisols Jatinangor.

Mieke Rochimi Setiawati¹⁾, Emma Trinurani Sofyan¹⁾, Anne Nurbaity¹⁾,
Pujawati Suryatmana¹⁾ dan Gordon Pius Marihot²⁾

¹⁾ Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²⁾ Alumni Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor Kab. Sumedang. Tlp/fax 0227797200/0227796316
Email : m.setiawati@unpad.ac.id

ABSTRAK

Tanah Inceptisol merupakan ordo tanah yang paling banyak terdapat di Indonesia sehingga banyak dimanfaatkan untuk pertanian. Masalahnya adalah ordo tanah Inceptisol memiliki tingkat kesuburan rendah, sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah melalui penggunaan pupuk hayati dan bahan organik untuk meningkatkan kualitas tanah. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk hayati yang mengandung bakteri *Azotobacter* sp., vermikompos dan pupuk anorganik N, P, K terhadap kandungan N, populasi *Azotobacter* sp., dan hasil kedelai Edamame pada Inceptisols Jatinangor. Percobaan lapangan ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak kelompok yang terdiri atas 10 perlakuan dan tiga ulangan. Kombinasi perlakuan tersebut terdiri dari: kontrol (tanpa perlakuan), dosis rekomendasi Urea 100 kg ha⁻¹ + SP36 150 kg ha⁻¹ + KCl 125 kg ha⁻¹, 5 ton ha⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha⁻¹ N, P, K, 5 ton ha⁻¹ vermikompos + 1 rekomendasi ha⁻¹ N, P, K, 5 ton ha⁻¹ vermikompos + 1½ rekomendasi ha⁻¹ N, P, K, 10 ton ha⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha⁻¹ N, P, K, 10 ton ha⁻¹ vermikompos + 1 rekomendasi ha⁻¹ N, P, K, 10 ton ha⁻¹ vermikompos + 1½ rekomendasi ha⁻¹ N,P,K, 5 ton ha⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha⁻¹ N,P,K + pupuk hayati cair 5 L ha⁻¹, 10 ton ha⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha⁻¹ N,P,K + pupuk hayati cair 5 L ha⁻¹. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan Pupuk hayati, Vermikompos dan N, P, K meningkatkan populasi *Azotobacter* sp. dan bobot hasil kedelai namun tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan N tanaman.

Kata Kunci : *Azotobacter* sp., kedelai Edamame, pupuk hayati, Vermikompos, pupuk N, P, K.

Application Of Biofertilizer, Vermicompost And N, P, K Fertilizer On N Content, Population Of *Azotobacter* sp. And The Yield Of Edamame Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) At Inceptisols Jatinangor.

ABSTRACT

In Indonesia, Inceptisols is the largest soil order on which intensive agriculture is done. The fertility of this soil order is low, so that it is necessary to improve the soil fertility by using biofertilizers and organic matter. The objectives of this experiment were to determine the effect of a biofertilizer that contains microbe *Azotobacter* sp., Vermicompost and N, P, K Fertilizer on N content, the population of *Azotobacter* sp., and the yield of the Edamame soybeans at Inceptisols Jatinangor. A Field experiment was conducted by using Randomized Blocked Design consisted of 10 treatments and three replication. The combinations of these treatments consisted of: control (no treatment), the dose recommendation Urea 100 kg ha⁻¹ + SP36 150 kg ha⁻¹ + KCl 125 kg ha⁻¹, 5 ton ha⁻¹ vermikompos + ½ recommendation ha⁻¹ N, P, K, 5 ton ha⁻¹ vermikompos + 1 recommendation ha⁻¹ N, P, K, 5 ton ha⁻¹ vermikompos + 1½ recommendation ha⁻¹ N, P, K, 10 ton ha⁻¹ vermikompos + ½ recommendation ha⁻¹ N, P, K, 10 ton ha⁻¹ vermikompos + 1 recommendation ha⁻¹ N, P, K, 10 ton ha⁻¹ vermikompos + 1½ recommendation ha⁻¹ N, P, K, 5 ton ha⁻¹ vermikompos + ½ recommendation ha⁻¹ N, P, K + liquid biofertilizers 5 L ha⁻¹, 10 ton ha⁻¹ Vermikompos + ½ recommendation ha⁻¹ N, P, K + liquid biofertilizers 5 L ha⁻¹. The experimental results showed that the combined treatment of liquid biofertilizer, Vermicompost and N, P, K fertilizer enhanced the population of *Azotobacter* sp. and weight of soybean but did not significantly influence N uptake.

Keywords: *Azotobacter* sp., Edamame soybean, biofertilizers, Vermicompost, N, P, K fertilizer

PENDAHULUAN

Keterbatasan daya dukung tanah telah menyebabkan penambahan jumlah pemakaian pupuk yang tidak selalu diikuti dengan penambahan hasil yang proporsional. Jenis tanah yang banyak terdapat hampir di sebagian besar wilayah di Indonesia adalah tanah jenis Inceptisol. Terdapat 52,0 juta Ha Inceptisols yang berpotensi untuk dikembangkan tersebar di Indonesia (Kasno, 2009). Jumlah tanah Inceptisol yang banyak tidak selalu diikuti dengan kesuburan tanah dan bahan organik yang tinggi karena Inceptisols memiliki kesuburan tanah, bahan organik yang rendah dan memiliki reaksi tanah masam (Abdurachman, 2008). Hasil penelitian Nursyamsi dan Suprihati (2005) menyatakan bahwa kebutuhan pupuk N pada tanah Inceptisol lebih tinggi dibandingkan pada tanah Oxisol dan Andisol. Karena unsur N pada tanah Inceptisol tergolong rendah. Potensi tanah Inceptisol cukup besar di Indonesia tetapi tingkat kesuburannya kurang baik, maka pemupukan NPK adalah cara tepat yang digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah agar menjadi lebih baik dan meningkatkan hasil tanaman dalam melakukan usaha tani. Salah satu upaya dalam peningkatan produksi komoditi kedelai adalah dengan menggunakan lahan yang berpotensi di Indonesia.

Tanaman kedelai merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang berperan penting di Indonesia sehingga kebutuhan akan kedelai dalam negeri akan semakin meningkat untuk setiap tahunnya seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Salah satu jenis kedelai yang mulai diminati ditanam di Indonesia adalah kedelai Edamame yaitu tanaman kacang-kacangan yang penting di Asia. Jenis kacang-kacangan ini dipanen dan dikonsumsi saat masih belum matang sepenuhnya (Coolong, 2009). Edamame merupakan sebutan yang digunakan untuk jenis kedelai hijau yang dapat dikonsumsi. Sebenarnya, Edamame dan kedelai kuning memiliki kesamaan spesies yaitu *Glycine max*

(L.) Merrill, tetapi Edamame mempunyai rasa yang lebih manis dari kedelai kuning, tekstur yang lembut, aroma kacang-kacangan yang lebih terasa dan biji yang berukuran lebih besar dibandingkan kedelai kuning. Sejak beberapa tahun terakhir usaha agribisnis Edamame telah mulai berkembang di Jember Jawa Timur melalui Mitratani Dua Tujuh dan perusahaan BUMN PT. Perhutani. Saat ini permintaan kedelai terus meningkat sebesar 7.22% /tahun, akan tetapi tidak mampu diimbangi oleh produksi dalam negeri untuk memenuhi konsumsi rata-rata 8,12 kg kapita⁻¹ tahun⁻¹ (Sudaryanto dan Swastika, 2007). Pada awal tahun 2012, penjualan kedelai Jepang Edamame di pasar lokal sebesar 441,612 ton. Selanjutnya pada awal tahun 2013 terjadi peningkatan menjadi 526,985 ton. Kenaikan penjualan kedelai Jepang Edamame di pasar lokal pada semester pertama 2014 juga meningkat menjadi 721,382 ton (Nidyatantri, 2015).

Dalam upaya meningkatkan hasil tanaman, pemakaian pupuk kimia yang terus-menerus dalam jangka panjang tanpa diimbangi dengan penggunaan bahan organik akan menghadapi kendala serius dan berdampak pada terjadinya kerusakan tanah. Alternatif solusi untuk menghadapi hal tersebut adalah penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati untuk membantu meningkatkan kesuburan tanah dan menyediakan unsur hara yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman.

Salah satu jenis pupuk organik yang sudah lama dimanfaatkan oleh petani adalah vermikompos. Vermikompos merupakan pupuk hasil pengomposan limbah organik dengan bantuan cacing tanah yang mampu menyuburkan tanah (Kusnadi, 2000) dan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Penggunaan vermikompos lebih efisien dibandingkan pupuk organik lain karena vermikompos mempunyai pengaruh lebih cepat dan dosis pemakaiannya lebih sedikit, sehingga pemakaian vermikompos dapat menghemat pemakaian pupuk anorganik (Mulat, 2003). Vermikompos yang

dikombinasikan dengan pupuk nitrogen mampu memperbaiki pertumbuhan vegetatif dan hasil ubi jalar (Yourtchi, dkk. 2013).

Penggunaan pupuk organik vermikompos serta pupuk hayati dapat memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Kandungan bahan organik yang rendah di dalam tanah merupakan salah satu kendala dalam penyediaan air, udara dan unsur hara bagi tanaman sehingga menghambat pertumbuhan dan mengurangi hasil tanaman. Kandungan bahan organik dalam tanah yang cukup tinggi dapat membuat kondisi tanah menjadi kondusif untuk pertumbuhan akar tanaman sehingga serapan hara oleh tanaman lebih efisien dan hasil tanaman lebih baik.

Pupuk hayati merupakan inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara didalam tanah bagi tanaman. Mikroorganisme dalam pupuk hayati terutama yang berkaitan dengan unsur hara N dan P merupakan dua unsur hara utama yang banyak dibutuhkan tanaman (Simanungkalit, 2001). Penggunaan pupuk hayati dapat meningkatkan efisiensi pupuk anorganik yang banyak dibutuhkan tanaman yaitu melalui pemanfaatan bakteri pemfiksasi N dan bakteri pelarut P. Menurut Hidayatullah (2014), pupuk hayati dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan dan kesehatan tanah. Bakteri di lingkungan rizosfer berperan penting dalam peningkatan nutrisi yang dapat tersedia dan dapat mempertahankan siklus unsur hara makro N. Inokulasi pupuk hayati yang terdiri dari bakteri pemfiksasi nitrogen dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan populasi bakteri pemfiksasi nitrogen di lingkungan rizosfer yang selanjutnya diharapkan akan meningkatkan hara tanah.

Aplikasi pupuk hayati yang digunakan untuk penelitian ini adalah aplikasi pupuk hayati dalam bentuk cair dengan metode *soil treatment*. Mikroba yang termasuk ke dalam kelompok mikroba pupuk hayati utama adalah bakteri pemfiksasi N dan bakteri pelarut P yang dapat meningkatkan ketersediaan N dan P

dalam tanah sehingga dapat diserap oleh tanaman. Oleh karena itu, penggunaan pupuk hayati dapat mengurangi penggunaan dosis pupuk anorganik. Penggunaan pupuk hayati dilakukan untuk membantu proses penyuburan tanah melalui peningkatan populasi dan aktivitas mikroba di lingkungan rizosfer dan sebagai pemasok hara N tersedia ke dalam tanah.

Pupuk hayati memiliki mikroba yang berperan untuk menyediakan hara yang tidak tersedia bagi tanaman khususnya penambat N (*Azotobacter* sp.). Vermikompos akan menambah asupan C-organik ke dalam tanah sehingga mampu memasok karbon yang dibutuhkan oleh *Azotobacter* sp. sebagai bahan energi. *Azotobacter* sp. akan mampu bekerja secara optimal bila sumber energi tercukupi untuk dalam menambat N dari udara dan memberikannya ke zona perakaran tanaman kedelai dalam bentuk NH_4^+ yang dapat langsung diserap oleh akar tanaman kedelai. Pupuk hayati berkontribusi dalam mensubstitusi pupuk NPK sebesar 75% pada tanaman Caisim dan meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat pada tanah Inceptisols Jatinangor (Hidayatullah, 2014).

Menurut hasil penelitian Risnawati (2010) pemberian pupuk urea hingga 100 kg ha^{-1} pada tanaman kedelai dapat meningkatkan tinggi tanaman, kadar klorofil, jumlah bintil akar dan berat kering biji. Agar pertumbuhan vegetatif dan generatif terbaik pada tanaman kedelai Edamame dapat diperoleh, diperlukan takaran pupuk yang relatif lebih tinggi dari kedelai biasa, yaitu 100-150 kg urea + 100-150 kg SP- 36 + 100-125 kg KCl (Asadi, 2009).

Mikroba yang mendapat perhatian besar saat ini adalah bakteri *Azotobacter* sp. yang mempunyai potensi dalam meningkatkan kandungan N tersedia di dalam tanah. *Azotobacter* sp. mempunyai kemampuan menambat N udara yang jauh lebih besar dari pada mikroba penambat N yang hidup bebas lainnya. Berdasarkan pengamatan tentang distribusi ekologi *Azotobacter* sp. pada penelitian-penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa bakteri tersebut

dapat hidup dengan baik di daerah tropis maupun subtropis dan dapat hidup bebas pada semua jenis tanah, termasuk Inceptisols, dan pada semua jenis tanaman.

Salah satu usaha untuk memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi utama bagi mikrobiologi khususnya *Azotobacter* sp. dan pertumbuhan tanaman adalah pemberian pupuk organik. Penelitian yang dilakukan menggunakan pupuk hayati dan vermikompos sebagai pupuk dan bahan organik yang akan membantu memasok hara ke dalam tanaman dan memperbaiki kesuburan tanah. Pupuk hayati diberikan pada perlakuan yang menggunakan N, P, K setengah dari dosis rekomendasi seperti yang disebutkan dalam penelitian Asadi (2009) untuk melihat pengaruh perlakuan pupuk hayati tersebut pada tanaman apabila menggunakan setengah dosis rekomendasi. Pemberian vermikompos dapat meningkatkan P tersedia tanah secara nyata. Setiap ton vermikompos yang diberikan dapat meningkatkan P tersedia tanah sebesar 1,035 ppm. Selain itu, pemberian vermikompos dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan kandungan kation basa tanah (kation kalsium dan kation magnesium) (Madjid dkk, 2011). Penelitian Suparno (2013) menunjukkan ubi jalar yang dipupuk vermikompos 20-30 ton ha⁻¹ menghasilkan umbi lebih banyak, dan dalam penelitian Pretha *et al* (2005) perlakuan 5 ton vermikompos bersama dengan 50:50:50 kg ha⁻¹ N, P, K memberi hasil pertumbuhan yang paling tinggi pada produksi *Amaranthus triwarna L*.

Penggunaan pupuk N, P, K diharapkan lebih berperan sebagai pelengkap unsur hara yang akan berdampak pada pengurangan pemakaian dengan dosis berlebih, sehingga hasil tanaman kedelai Edamame yang ditanam pada Inceptisols tetap dapat diperoleh seoptimal mungkin.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian

Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Lokasi tempat percobaan memiliki ketinggian ±765 meter di atas permukaan laut. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Inceptisols Jatinangor (pH 5.75, N total 0,16%, P₂O₅ Bray-1 3,31 mg 100g⁻¹, P₂O₅ total 24.17 mg 100g⁻¹, K₂O 15,31 mg 100g⁻¹, C organik 1,63%, C/N 10, tekstur liat berdebu). Benih kedelai Edamame yang berasal dari PT. Mitratani Duatujuh, pupuk hayati Bion-Up yang mengandung bakteri pemfiksasi nitrogen *Azotobacter chroococum*, *Azotobacter vinelandii*, *Azospirillum* sp., bakteri endofitik *Acinetobacter* sp., bakteri pelarut fosfat *Pseudomonas cepacia* dan jamur pelarut fosfat *Penicillium* sp., dengan dosis 5 L ha⁻¹. Vermikompos dosis 5 ton ha⁻¹ dan 10 ton ha⁻¹ dan pupuk Urea, SP-36, KCl. Alat yang digunakan adalah alat untuk analisis kimia dan biologi yang terdapat di laboratorium Fakultas Pertanian, Departemen Ilmu Tanah, Universitas Padjadjaran dan peralatan pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian.

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 10 perlakuan serta perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 30 plot berukuran 1,5 m x 1,5 m yang terdiri atas 25 tanaman per plot. Perlakuan yang dirancang tertera pada Tabel 1.

Pengamatan yang dilakukan terdiri dari pengamatan utama yang terdiri dari populasi *Azotobacter* sp. metode total plate count. Kandungan N tanaman kedelai pada saat fase vegetatif maksimum 4 MST dengan metode Kjeldahl. Hasil tanaman kedelai Edamame berupa bobot polong per plot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan N tanaman Kedelai Edamame

Kombinasi perlakuan pupuk hayati, vermikompos dan pupuk N, P, K meningkatkan kandungan N tanaman kedelai Edamame (Tabel 2). Menurut Jones Jr *et al*. (1991) kandungan N tanaman kedelai dengan status hara cukup sebesar 4.01% sampai 5.50

%, sedangkan status rendah bila kandungan N berkisar 3.10 % sampai 4.00 %. Semua tanaman kedelai yang diberi perlakuan pemberian pupuk N,P,K, dikombinasikan dengan vermikompos dan pupuk hayati berada dalam status cukup unsur hara N dengan kisaran (4.16-4.95%). Sedangkan perlakuan tanpa pemberian pupuk vermikompos atau pupuk hayati status haranya berada dalam keadaan rendah dibawah 4 %. Pemberian pupuk N,P,K dengan dosis sampai ½ rekomendasi dikombinasikan dengan 5 ton ha⁻¹ vermikompos menghasilkan kandungan N tanaman yang sama dengan pemberian pupuk N,P,K 1 sampai 1½ rekomendasi dikombinasikan dengan vermikompos 5 dan 10 ton ha⁻¹ atau pupuk hayati 5 liter ha⁻¹.

Artinya efisiensi pupuk anorganik dapat ditingkatkan dengan adanya vermikompos baik 5 maupun 10 ton ha⁻¹. Tanpa adanya vermikompos (bahan organik), pupuk N,P,K sesuai dosis rekomendasi hanya diserap tanaman sebagian dari dosis yang diberikan. Menurut Baligar *et al.*(2011) efisiensi pupuk anorganik yang diberikan hanya sekitar 50 % atau lebih rendah dari 10% untuk P dan hampir 40 % untuk unsur K. Efisiensi pemupukan yang rendah ini disebabkan kehilangan nutrisi akibat tercuci atau terbawa aliran permukaan, menguap (volatilisasi) dan terikat di dalam tanah. Kehilangan ini dapat berpotensi menyumbang degradasi tanah, kualitas air dan bahkan mengarah pada degradasi lingkungan.

Tabel 1. Susunan Perlakuan Kombinasi Pupuk hayati, N, P, K dan Vermikompos

Perlakuan	Kombinasi perlakuan
A	Kontrol (tanpa pemupukan)
B	Dosis Rekomendasi Urea 100 kg ha ⁻¹ + SP36 150 kg ha ⁻¹ + KCl 125 kg ha ⁻¹
C	5 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K
D	5 ton ha ⁻¹ vermikompos + rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K
E	5 ton ha ⁻¹ vermikompos + 1½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K
F	10 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K
G	10 ton ha ⁻¹ vermikompos + rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K
H	10 ton ha ⁻¹ vermikompos + 1½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K
I	5 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K + pupuk hayati
J	10 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K + pupuk hayati

Kandungan N tanaman ditentukan oleh NO₃⁻ dan NH₄⁺ yang diserap oleh tanaman dan pasokannya dipengaruhi oleh N-total tanah. Meski demikian, pemberian pupuk N (urea) tidak menyebabkan pasokan NO₃⁻ dan NH₄⁺ dapat langsung tersedia bagi tanaman. Hal ini diakibatkan oleh sifat N yang mudah tercuci, mudah menguap dan bersifat higroskopis yang mudah larut dalam air dengan cepat sehingga

akan berpengaruh terhadap kandungan N dalam tanah. Menurut Keda (1991), penyerapan N oleh tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu tanah, suhu udara, aerasi, pH, komposisi unsur hara lain dan spesies tanaman itu sendiri. Kehilangan amoniak akibat penguapan dapat terjadi dengan sumber Urea maupun ammonium (Sanchez, 1992).

Tabel 2. Aplikasi Pupuk Hayati, Vermikompos dan Pupuk N, P, K terhadap Kandungan N Tanaman Kedelai Edamame.

Perlakuan	Kandungan Nitrogen (%)
A Kontrol (tanpa pemberian pupuk)	3.62 a
B Dosis Rekomendasi Urea 100 kg ha ⁻¹ + SP36 150 kg ha ⁻¹ + KCl 125 kg ha ⁻¹	4.72 b
C 5 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	4.37 b
D 5 ton ha ⁻¹ vermikompos + rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	4.55 b
E 5 ton ha ⁻¹ vermikompos + 1½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	4.16 b
F 10 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	4.23 b
G 10 ton ha ⁻¹ vermikompos + rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	4.29 b
H 10 ton ha ⁻¹ vermikompos + 1½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	4.43 b
I 5 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K + pupuk hayati	4.83 b
J 10 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K + pupuk hayati	4.95 b

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Curah hujan yang tinggi pada awal percobaan yaitu bulan Maret yang mencapai (390 mm) dapat menyebabkan kehilangan N akibat *leaching*. Menurut Mikkelsen (1987) kehilangan N dapat berkisar antara 0% sampai 70% dari jumlah N yang dihasilkan dari penggunaan pupuk N. Aplikasi pemupukan N pada saat curah hujan yang tinggi dapat mempercepat terjadinya kehilangan NO₃⁻ pada zona perakaran dalam tanah melalui proses *leaching* yang membuat N akan dibawa oleh air bergerak menuju zona bawah yang lebih dalam. Tanah yang sangat basah atau padat bisa membuat kondisi anaerob (tidak terdapat cukup oksigen dalam tanah) sehingga terjadi reaksi yang mengubah nitrat menjadi gas nitrogen (denitrifikasi).

Perlakuan J dengan pupuk hayati 5 L ha⁻¹ + Vermikompos 10 ton ha⁻¹ + ½ dosis rekomendasi pupuk N, P, K mampu menghasilkan kandungan N yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk akan tetapi pengaruhnya sama dengan perlakuan yang lain. Adanya peningkatan kandungan N diduga disebabkan oleh pemberian pupuk hayati yang mengandung *Azotobacter* sp. dan pemberian bahan organik berupa vermikompos. *Azotobacter* sp. dapat memfiksasi N dari udara secara non simbiotik dan selanjutnya N tersebut akan dilepaskan ke

dalam tanah untuk diserap akar tanaman. Menurut Sattar *et al.* (2008), aplikasi *Azotobacter* dapat menghemat 20 kg N ha⁻¹ untuk meningkatkan hasil tanaman sebesar 1,24 t ha⁻¹. Sedangkan Milic *et al.*, (2002) yang mengaplikasikan konsorsium *Azotobacter* dan *Bradyrhizobium* telah membuktikan dapat meningkatkan berat kering dan kandungan nitrogen tanaman kedelai.

Populasi *Azotobacter* sp. di Rhizosfir Tanaman Kedelai Edamame

Pemberian pupuk hayati 5 L ha⁻¹ pada aplikasi vermikompos 5 atau 10 ton ha⁻¹ dengan ½ rekomendasi ha⁻¹ N,P,K meningkatkan populasi *Azotobacter* sp. (Tabel 3). *Azotobacter* secara alami terdapat di dalam tanah dengan populasi yang rendah. Menurut Martyniuk dan Martyniuk (2002) populasi *Azotobacter* sp. didalam tanah berkisar antara beberapa ribu sel per gram pada tanah netral dan alkalin, dan pada tanah masam (pH<6.0) bakteri ini umumnya tidak ada atau terdapat dalam jumlah yang rendah.

Aplikasi pupuk hayati yang mengandung *Azotobacter* sp. bersamaan dengan pemberian vermikompos 5 atau 10 ton ha⁻¹ meningkatkan populasi *Azotobacter* sp. di dalam tanah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pemberian pupuk hayati yang di

dalamnya mengandung *Azotobacter* dapat meningkatkan populasi *Azotobacter* sp. sehingga akan mendominasi mikroflora di rhizosfir tanaman kedelai. Dominansi *Azotobacter* sp. akibat aplikasi pupuk hayati diperlukan untuk meningkatkan populasi *Azotobacter* sp. di sekitar rhizosfir tanaman kedelai sehingga aktivitas *Azotobacter* sp. dalam menambat nitrogen dan mensuplai N ke akar tanaman lebih tinggi.

Pemberian bahan organik vermikompos mampu menambah pasokan C-organik yang merupakan sumber energi bagi *Azotobacter* sp. Menurut Kennedy *et al.* (2004) *Azotobacter* sp. merupakan bakteri heterotrofik *diazotroph* yang bergantung pada pasokan yang cukup dari senyawa karbon yang terurai seperti gula untuk energi. Sumber energi bagi *Azotobacter* sp. dapat diperoleh dari bahan organik di

dalam tanah atau dari pasokan pupuk organik. Vermikompos merupakan sumber bahan organik yang dapat digunakan sebagai sumber energi yang potensial mengingat bukan hanya kandungan C nya yang tinggi tetapi mengandung berbagai vitamin dan hormon tumbuh. Dari hasil beberapa penelitian dapat dijelaskan bahwa vermikompos mengandung banyak humus dan mikroba tanah yang berguna, seperti *Actinomycetes* $2,8 \times 10^6$ sel g^{-1} BK, bakteri $1,8 \times 10^8$ sel g^{-1} BK dan fungi $2,6 \times 10^5$ sel g^{-1} BK. Vermikompos mengandung mikroba yang sangat diperlukan untuk meningkatkan kesuburan tanah atau untuk pertumbuhan tanaman. *Azotobacter* sp. merupakan bakteri penambat N non simbiotik yang akan membantu memperkaya N di dalam vermikompos.

Tabel 3. Aplikasi Pupuk Hayati, Vermikompos dan Pupuk N, P, K terhadap Populasi *Azotobacter* sp. pada Rhizosfir Tanaman Kedelai Edamame.

Perlakuan	Total Populasi <i>Azotobacter</i> sp. 10^6 CFU g^{-1}
A Kontrol (tanpa pemberian pupuk)	1.48 a
B Dosis Rekomendasi Urea 100 kg ha^{-1} + SP36 150 kg ha^{-1} + KCl 125 kg ha^{-1}	4.65 a
C 5 ton ha^{-1} vermikompos + $\frac{1}{2}$ rekomendasi ha^{-1} N,P,K	1.87 a
D 5 ton ha^{-1} vermikompos + rekomendasi ha^{-1} N,P,K	1.37 a
E 5 ton ha^{-1} vermikompos + $1\frac{1}{2}$ rekomendasi ha^{-1} N,P,K	1.50 a
F 10 ton ha^{-1} vermikompos + $\frac{1}{2}$ rekomendasi ha^{-1} N,P,K	2.03 a
G 10 ton ha^{-1} vermikompos + rekomendasi ha^{-1} N,P,K	1.27 a
H 10 ton ha^{-1} vermikompos + $1\frac{1}{2}$ rekomendasi ha^{-1} N,P,K	1.24 a
I 5 ton ha^{-1} vermikompos + $\frac{1}{2}$ rekomendasi ha^{-1} N,P,K + pupuk hayati	24.3 b
J 10 ton ha^{-1} vermikompos + $\frac{1}{2}$ rekomendasi ha^{-1} N,P,K + pupuk hayati	26.0 b

Keterangan : Nilai rata – rata perlakuan yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Apabila ditinjau dari segi efisiensi, maka perlakuan 5 ton ha^{-1} vermikompos + $\frac{1}{2}$ rekomendasi ha^{-1} N,P,K + pupuk hayati cair 5 L ha^{-1} adalah perlakuan terbaik yang dapat meningkatkan populasi *Azotobacter* sp. karena dengan demikian bakteri tersebut akan mampu menambat N dan dapat mengurangi penggunaan pupuk N anorganik sebanyak $\frac{1}{2}$ dari dosis rekomendasi.

Bobot Polong Kedelai Edamame

Hasil bobot polong kedelai Edamame dipengaruhi oleh pemberian pupuk N,P,K yang ditambahkan vermikompos dan pupuk hayati (Tabel 4).

Bagian tanaman kedelai Edamame yang dipanen adalah polong muda yang berusia 60-63 HST. Kedelai yang sangat bagus harus memiliki setidaknya 90% atau lebih polong yang berisi 2 atau 3 biji didalamnya. Polong harus berwarna hijau muda dan tidak adanya

kerusakan akibat serangan hama atau penyakit. Polong yang sudah tua ditandai dengan perubahan warna dari hijau ke kuning kehitaman. Polong tua Edamame tidak bernilai ekonomis karena nilai ekonomis dari pasar kedelai Edamame adalah polong muda yang berwarna hijau sehingga dalam perhitungan bobot polong kedelai, polong yang dihitung adalah yang bernilai jual di pasaran.

Hasil bobot polong kedelai Edamame yang lebih tinggi dari pemberian dosis pupuk N,P,K dosis anjuran adalah perlakuan E yaitu 5 ton ha⁻¹ vermikompos + 1 ½ rekomendasi ha⁻¹ N,P,K. Perlakuan E tersebut mempunyai bobot polong yang tidak berbeda dengan perlakuan C, G, H, dan J. Dosis pupuk N,P,K yang dikurangi menjadi ½ dosis anjuran + 10 ton ha⁻¹ vermikompos + Pupuk Hayati 5 L ha⁻¹ (perlakuan J) dapat menghasilkan bobot polong yang sama dengan perlakuan E. Perlakuan J dapat dianggap sebagai perlakuan yang paling efisien dalam mengurangi penggunaan pupuk anorganik karena hanya menggunakan ½ dosis rekomendasi pupuk

anorganik N, P, K meskipun menggunakan bahan organik sebanyak 10 ton ha⁻¹. Hal ini sejalan dengan dukungan terhadap sistem pertanian berkelanjutan yang bertujuan untuk menjaga kesuburan tanah dengan mengurangi pemberian pupuk anorganik kedalam tanah dan membantu meningkatkan aktivitas biologi tanah melalui penggunaan pupuk hayati dan bahan organik untuk efek penggunaan tanah jangka panjang. Selaras dengan hasil penelitian Arancon *et al.* (2002), pemberian vermikompos 5 ton ha⁻¹ dan 10 ton ha⁻¹ meningkatkan bobot tajuk dan luas area daun tanaman cabai dibandingkan dengan pemberian pupuk anorganik. Secara keseluruhan, perlakuan yang mampu menghasilkan kandungan N yang lebih tinggi dari kontrol, meningkatkan populasi *Azotobacter* sp. dalam tanah dan perlakuan yang lebih efisien dalam menghasilkan bobot polong adalah perlakuan J yaitu 10 ton ha⁻¹ vermikompos + ½ dosis rekomendasi ha⁻¹ N, P, K + Pupuk Hayati 5 L ha⁻¹ dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

Tabel 4. Aplikasi Pupuk Hayati, Vermikompos dan Pupuk N,P,K terhadap Bobot Polong Tanaman Kedelai Edamame.

Perlakuan	Bobot Polong tanaman ⁻¹ (g)
A Kontrol (tanpa pemberian pupuk)	217.67 a
B Dosis Rekomendasi Urea 100 kg ha ⁻¹ + SP36 150 kg ha ⁻¹ + KCl 125 kg ha ⁻¹	308.67 b
C 5 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	325.33 bc
D 5 ton ha ⁻¹ vermikompos + rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	221.00 a
E 5 ton ha ⁻¹ vermikompos + 1½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	371.00 c
F 10 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	262.67 a
G 10 ton ha ⁻¹ vermikompos + rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	322.67 bc
H 10 ton ha ⁻¹ vermikompos + 1½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K	345.00 bc
I 5 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K + pupuk hayati	224.33 a
J 10 ton ha ⁻¹ vermikompos + ½ rekomendasi ha ⁻¹ N,P,K + pupuk hayati	343.33 bc

Keterangan : Nilai rata – rata perlakuan yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

KESIMPULAN

1. Perlakuan pupuk hayati yang mengandung *Azotobacter* sp., vermikompos dan pupuk N,P,K berpengaruh terhadap peningkatan populasi *Azotobacter* sp. dan hasil bobot polong kedelai Edamame namun tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan N tanaman kedelai Edamame.
2. Kombinasi 5 L ha⁻¹ pupuk hayati, 10 ton vermikompos dan ½ dosis rekomendasi N,P,K dapat dijadikan dosis terbaik karena dapat meningkatkan populasi *Azotobacter* sp., dan lebih efisien dalam menggunakan pupuk anorganik N,P,K dalam meningkatkan bobot polong kedelai Edamame.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., Dariah, A., Mulyani, A. 2008. Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. *Jurnal Litbang*, 27(2).
- Asadi. 2009. Karakterisasi Plasma Nutfah untuk Perbaikan Varietas Kedelai sayur (Edamame). *Jurnal Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*. Diakses melalui website: http://indoplasma.or.id/publikasi/buletin_pn/pdf/buletin_pn_15_2_2009_3-Asadi-Edamame.pdf.
- Baligar V. C., N. K. Fageria, and Z. L. He. 2001. Nutrient Use Efficiency In Plants *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 32(7&8): 921–950.
- Coolong, T. 2009. Edamame. College of Agriculture. University of Kentucky, Kentucky.
- Hidayatullah, Aditya. 2014. Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Cair dengan Pupuk NPK terhadap Populasi *Azotobacter* sp., Bakteri Pelarut Fosfat dan Hasil Tanaman Caisim (*Brassica juncea*, L.) Pada Inceptisol. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Jones J.B., B. Wolf, and H.A. Mills. 1991. *Plant Analysis Handbook. a practical sample, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-macro Publ. Inc. Georgia. 213 pp.
- Kasno, Antonius. 2009. Respon Tanaman Jagung terhadap Pemupukan Fosfor pada Typic Dystrudepts. *J. Tanah Trop.*, 14 (2): 111-118.
- Keda, H 1991, 'Utilization of nitrogen by vegetable crops, *JARQ*', 25 (2): 117-24.
- Kennedy, I.R., A.T.M.A. Choudhury and M.L. Kecskes. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited. *Soil Biol. Biochem.* 36: 1229–1244.
- Kusnadi, M.H. 2000. Potensi Pupuk Organik Kascing dan Pupuk Hayati Cendawan Mikoriza dalam Pertanian Organik. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*. Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Yogyakarta.
- Madjid. A. Rohim, A. Napoleon, Momon Sodik Imanuddin, dan Silvia Rossa, 2011. Pengaruh Vermikompos terhadap Perubahan Kemasaman (pH) dan P-tersedia Tanah. Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Unsri.
- Martyniuk. S and M. Martyniuk. 2002. Occurrence of *Azotobacter* Spp. in Some Polish Soils. *Polish Journal of Environmental Studies* 12(3): 371-374.
- Mikkelsen, D.S. 1987. Nitrogen Budgets in Flooded Soils Used for Rice Production. *Plant Soil* 100: 71-97.
- Milic, V., N. Mrkovacki, M, Popovic, and D. Malencic. 2002. Nodule efficiency of three soybean genotypes inoculated by

- different methods. *Rostlinna Vyroba* 48 (8): 56-360.
- Mulat, T. 2003. Membuat dan Memanfaatkan Kascing Pupuk Organik Berkualitas. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Nidyatantri, Ni Made Marta. 2015. Pengaruh Kepuasan Dan Kepercayaan Terhadap Loyalitas Konsumen Kedelai Jepang Edamame Pendekatan Struktural Equation Modeling. Skripsi. Fakultas Pertanian Udayana. Bali
- Nursyamsi, D., dan Suprihati. 2005. Sifat-sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*), dan Kedelai (*Glycine max*).
- Preetha D, Sushama PK, Marykutty KC (2005) Vermicompost+inorganic fertilizers promote yield and nutrient uptake of amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). *Trop Agr.* 43(1-2):87-89.
- Risnawati. 2010. Pengaruh Pemberian Pupuk Urea dan Beberapa Formula Pupuk Hayati Rhizobium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merril) di Tanah Masam Ultisol. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Sattar, M.A., M.F. Rahman, D.K. Das, and T.M.A. Choudhury. 2008. Propects of using Azotobacter, Azospirillum and cyanobacteria as supplements of urea nitrogen for rice production in Bangladesh. Melalui <http://www.aciar.gov.au/system/files/node/9817/pr130+part+3>
- Sanchez, P.A. 1992. Sifat dan pengelolaan tanah tropika. Buku 2. *Terjemahan Properties and Management in The Tropics*. ITB, Bandung.
- Simanungkalit, RDM. 2001. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia Suatu Pendekatan Terpadu *Agro Bio* 4 (2)
- Sudaryanto, T dan Swastika, D. K. S. 2007. Ekonomi Kedelai di Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor
- Suparno, Budi Prasetya, Talkah Abu dan Soemarno. 2013. Aplikasi Vermikompos Pada Budidaya Organik Tanaman Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L). *Indonesian Green Technology Journal*. 2 (1): 41.
- Yourthci, M.S., M.H.S. Hadi, M.T. Darzi. 2013. Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on vegetative growth, yield and NPK uptake by tuber of potato (Agria CV.) *Inti. J. Agri. Crop. Sci.* 5 (18): 2033-2040.