

AKTIVITAS DEHIDROGENASE TANAH TANAMAN KEDELAI DENGAN PERLAKUAN PUPUK KIMIA DAN PUPUK HAYATI

Dehydrogenase Activity of Soybean Plant Soil under the Treatment of Chemical Fertilizer and Biofertilizer

Sarmah, Jati Purwani, dan Subowo G

Balai Penelitian Tanah
Jl. Tentara Pelajar No. 12 Cimanggu Bogor
E-mail: sarmah_gkj84@ymail.com

ABSTRACT

Dehydrogenase is an intracellular enzyme that produced by microorganisms cells. Dehydrogenase activity can be used as a parameter to determine the general activity of soil microbes. Activity of this enzyme is very sensitive to environmental changes. To find dehydrogenase activity in soil, a research was conducted in the greenhouse of Bogor Soil Research Institute using a split plot design. In the main plot was various dose levels of NPK fertilization, while the subplot were some formula of biofertilizer. The soil used was Inceptisol soil from Ciampea Bogor. In this study, dehydrogenase activity observed on soybean plants soil with chemical fertilizers and biofertilizers on primordial stage. Chemical fertilizers were used in the form of urea, SP-36, and KCl. While the biofertilizer used consisted of *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., Phosphate solubilizing bacteria, phosphate solubilizing fungi, and earthworms. Results of the study showed that the treatment of chemical fertilizers and biofertilizers can affect soil dehydrogenase activity. Chemical fertilizer treatment without biofertilizer could reduce soil dehydrogenase activity significantly when compared with controls. Phosphate solubilizing fungi could enhance soil dehydrogenase activity was higher than phosphate solubilizing bacteria when combined with chemical fertilizer at 50-100 percent NPK recommendation dose. Dehydrogenase activity was the highest in the soil treated with chemical fertilizer dose of 100 percent NPK recommendation (50 kg.ha⁻¹ Urea, 100 kg.ha⁻¹ SP-36, and 100 kg.ha⁻¹ KCl) and biofertilizers that contain *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., phosphate solubilizing fungi, and earthworms in the amount of 46.909 µg TPF.g⁻¹ tanah.hari¹.

Keywords : *dehydrogenase, chemical fertilizer, biofertilizer*

ABSTRAK

Dehidrogenase merupakan enzim intraseluler yang dihasilkan oleh sel mikroorganisme. Aktivitas dehidrogenase dapat dijadikan parameter untuk mengetahui aktivitas mikroba tanah secara umum. Aktivitas enzim ini sangat peka terhadap perubahan lingkungan. Untuk mengetahui aktivitas dehidrogenase dalam tanah dilakukan penelitian di rumah kaca Balai Penelitian Tanah Bogor dengan menggunakan rancangan split plot. Sebagai petak utama adalah berbagai tingkat dosis pemupukan NPK, sedangkan anak petak adalah berbagai formula pupuk hayati. Tanah yang digunakan adalah tanah Inceptisol dari Ciampea Bogor. Pada penelitian ini diamati aktivitas dehidrogenase pada tanah tanaman kedelai yang diberi pupuk kimia dan pupuk hayati pada saat kedelai primodial. Pupuk kimia yang digunakan berupa pupuk Urea, SP-36, dan KCl. Sedangkan pupuk hayati yang digunakan terdiri atas *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., bakteri pelarut fosfat, fungi pelarut fosfat, dan cacing tanah. Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa pemberian

pupuk kimia dan pupuk hayati dapat mempengaruhi aktivitas dehidrogenase tanah. Perlakuan pupuk kimia tanpa pupuk hayati dapat menurunkan aktivitas dehidrogenase tanah secara nyata bila dibandingkan dengan kontrol. Fungi pelarut fosfat dapat meningkatkan aktivitas dehidrogenase tanah lebih tinggi dibandingkan bakteri pelarut fosfat jika dikombinasikan dengan pemberian pupuk kimia sebesar 50 – 100 persen dosis NPK rekomendasi. Aktivitas dehidrogenase tertinggi ada pada tanah yang diberi perlakuan pupuk kimia dengan dosis 100 persen NPK rekomendasi (50 kg.ha^{-1} Urea, 100 kg.ha^{-1} SP-36, dan 100 kg.ha^{-1} KCl) dan pupuk hayati berupa *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., fungi pelarut fosfat, dan cacing tanah yaitu sebesar $46,909 \mu\text{g TPF.g}^{-1} \text{ tanah.hari}^{-1}$.

Kata kunci : *dehidrogenase, pupuk kimia, pupuk hayati*

PENDAHULUAN

Kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman yang optimal tidak hanya tergantung pada sifat fisik dan kimia tanah, tetapi juga pada intensitas proses biologi di dalam tanah. Kesuburan tanah sebagian besar dikendalikan oleh aktivitas biokimia yang berbeda dari mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tanah juga memainkan peran penting dalam ketersediaan dan daur ulang nutrisi tanah dan kemampuan penyimpanan unsur hara tanah (Arancon *et al.*, 2006). Aktivitas enzimatik tanah yang melibatkan mikroba tanah memungkinkan proses biokimia dasar yang diperlukan untuk memelihara kesuburan tanah. Oleh karena itu, saat mempelajari pengaruh tingkat yang berbeda dan sumber pemupukan pada kesuburan tanah, perhatian juga harus difokuskan pada kegiatan mikroorganisme tanah terhadap kualitas biologi tanah (Bhadoria *et al.*, 2011).

Dehidrogenase merupakan enzim intraseluler yang dihasilkan oleh sel mikroorganisme. Aktivitas mikroba tanah secara umum dapat diketahui dengan mengukur aktivitas enzim dehidrogenasenya karena dehidrogenase ada di semua mikroorganisme (Gil-Sotres *et al.*, 2005; Taylor *et al.*, 2002). Meskipun hubungan antara ketersediaan hara dengan aktivitas enzim masih sulit untuk ditetapkan karena tergantung pada aktivitas spesifik dan total biomassa mikroba (Allison *et al.*, 2007), namun aktivitas enzim dapat digunakan sebagai indikator kualitas tanah. Trevors J.T. (1984) menyatakan aktivitas dehidrogenase dapat digunakan sebagai indikator sistem redoks mikroba dan aktivitas oksidatif tanah. Sementara Gil-Sotres *et al.*, (2005) menyatakan aktivitas dehidrogenase dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh logam berat dan pestisida pada tanah serta untuk mengetahui tingkat perbaikan tanah terdegradasi. Aktivitas dehidrogenase juga dapat digunakan sebagai indikator dampak manajemen pengelolaan tanah terhadap kualitas tanah dan komunitas mikroba tanah (Acosta-Martinez *et al.*, 2007 dan Moeskops *et al.*, 2010).

Aktivitas enzim dehidrogenase di dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, temperatur, kelembapan, hara atau nutrisi tanah, serta kandungan bahan organik tanah. Adapun faktor yang dapat menghambat aktivitas

dehidrogenase tanah antara lain kedalaman, pupuk, pestisida, serta keberadaan logam berat di dalam tanah (Subhani *et al.*, 2001; Wolinska dan Stepniewska, 2012). Meskipun mikroba fungsional yang dapat mendukung kesuburan tanah telah tersedia di tanah, namun karena jumlahnya tidak mencukupi untuk bersaing dengan mikroba lain maka perlu ditambahkan inokulan mikroba fungsional ke dalam tanah. Saat ini informasi mengenai pengaruh tingkat pemupukan kimia (dosis NPK) maupun penggunaan pupuk hayati yang mengandung beberapa inokulan mikroba fungsional terhadap aktivitas dehidrogenase tanah masih terbatas. Oleh karena itu pada penelitian ini diamati pengaruh tingkat pemupukan NPK yang dikombinasikan dengan formula pupuk hayati terhadap aktivitas dehidrogenase tanah pada tanah *Inceptisol* yang ditanami kedelai. Pengamatan dilakukan saat tanaman kedelai mulai berbunga (masa primodial). Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui kombinasi pupuk kimia dan pupuk hayati yang tepat untuk mendukung kualitas biologi tanah sebagai salah satu indikator kesuburan tanah.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Tanah, Cimanggu Bogor. Tanah yang digunakan adalah tanah *Inceptisol* dari Ciampea, Bogor. Tanah ini tergolong masam dengan pH 4,98 dan bertekstur liat (pasir 12%, debu 17%, dan liat 71%). Kandungan C organik tanah sebesar 0,72 persen tergolong sangat rendah. Kandungan P_2O_5 ekstrak HCl 25 persen sangat tinggi dengan nilai $111 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ tanah dan K_2O ekstrak HCl 25 persen tergolong rendah dengan nilai $14 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ tanah. Contoh tanah bulk dikering-anginkan dan diayak dengan saringan 2 mm sebelum dimasukkan ke dalam pot-pot percobaan. Setiap pot diisi tanah sebanyak 10 kg. Pupuk yang digunakan adalah pupuk kimia (Urea, SP-36, dan KCl) dan pupuk hayati (mikroba dan cacing tanah). Adapun rancangan percobaan yang digunakan adalah split plot dengan perlakuan sebagai berikut:

Main plot = Pupuk Kimia (A) dengan berbagai dosis, terdiri atas 5 taraf yaitu:

- A1 : NPK 100 persen dosis rekomendasi (50 kg/ha Urea, 100 kg/ha SP-36, dan 100 kg/ha KCl)
- A2 : NPK 75% dosis rekomendasi
- A3 : NPK 50% dosis rekomendasi
- A4 : NPK 25% dosis rekomendasi
- A5 : NPK 0% (kontrol tanpa pupuk kimia)

Sub plot = Pupuk Hayati (B) terdiri atas beberapa formula, yaitu:

- B1 : *Rhizobium* + *Azotobacter* + Bakteri Pelarut P + Fungi Pelarut P
- B2 : *Rhizobium* + *Azotobacter* + Bakteri Pelarut P + Cacing Tanah

- B3 : *Rhizobium* + *Azotobacter* + Fungi Pelarut P + Cacing Tanah
B4 : Kontrol (tanpa pupuk hayati)

Pupuk diberikan pada saat penanaman benih kedelai. Benih kedelai ditanam pada masing-masing pot sebanyak 5 buah. Pada umur 1-2 minggu setelah tanam, 3 tanaman dicabut dan hanya disisakan 2 tanaman yang seragam. Saat tanaman mulai berbunga (berumur 2 bulan), contoh tanah diambil untuk dianalisa aktivitas dehidrogenasenya.

Aktivitas enzim dehidrogenase ditentukan berdasarkan reduksi 2,3,5-*triphenylterazolium chloride* (TTC) menjadi *triphenyl formazan* (TPF) seperti yang dijelaskan oleh Casida *et al.* (1964) dan Serra-Wittling *et al.* (1995) dengan beberapa modifikasi. Lima gram tanah diinkubasi dengan 2 ml TTC 3 persen dan 2 ml buffer Tris-HCl pH 7,8 pada 37°C selama 24 jam dalam gelap. Setelah inkubasi, 20 ml metanol ditambahkan dan dikocok selama 2 jam kemudian disaring dengan kertas saring Whatman No.5. Metanol ditambahkan sampai volume 50 ml. Intensitas warna diukur dengan spektrofotometer pada 485 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas dehidrogenase tanah tanaman kedelai masa primodial disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil uji statistika DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) terlihat bahwa perlakuan pupuk kimia dan pupuk hayati mempengaruhi aktivitas mikroba tanah yang ditunjukkan melalui aktivitas dehidrogenasenya. Pada perlakuan pupuk kimia (NPK) 100 persen dosis rekomendasi (A1) tanpa dibarengi dengan pupuk hayati (B4) memberikan aktivitas dehidrogenase paling rendah dibandingkan pemberian NPK dengan dosis yang lebih rendah dan tanah yang tidak diberi NPK (A5). Tampak bahwa aktivitas dehidrogenase perlakuan tanpa pupuk NPK (A5B4) lebih tinggi dibandingkan tanah yang diberi NPK.

Ini menunjukkan bahwa pemberian NPK tanpa dikombinasikan dengan pemberian pupuk hayati dapat menurunkan aktivitas dehidrogenase tanah. Hal ini dapat disebabkan terhambatnya sintesis enzim oleh ion anorganik dari pupuk kimia (Okur *et al.*, 2009). Salah satu penghambat aktivitas dehidrogenase tanah adalah pupuk (Subhani *et al.*, 2001; Wolinska dan Stepniewska, 2012), terutama penggunaan pupuk kimia berlebih tanpa dibarengi dengan pupuk organik. Aracon *et al.* (2006) menyatakan bahwa mikroorganisme memainkan peran penting dalam proses daur ulang nutrisi dan kemampuan penyimpanan unsur hara tanah, yang dalam hal ini melibatkan mikroba tanah, sehingga dengan menambahkan mikroorganisme ke dalam tanah akan meningkatkan aktivitas mikroba tanah.

Tabel 1. Aktivitas dehidrogenase ($\mu\text{g TPF.g}^{-1}$ tanah.hari⁻¹) pada Tanah Tanaman Kedelai

Main Plot / Sub Plot	A1	A2	A3	A4	A5	Rataan
B1	39,784ab (ab)	38,887ab (a)	16,523a (a)	28,562ab (a)	43,699b (b)	33,491 (ab)
B2	32,392a (ab)	19,659a (a)	16,195a (a)	39,272a (a)	29,907a (a)	27,485 (a)
B3	46,909b (b)	35,527ab (a)	37,878ab (b)	39,066ab (a)	31,379a (a)	38,152 (b)
B4	18,730a (a)	34,676ab (a)	22,380ab (ab)	20,522ab (a)	38,528b (ab)	26,967 (a)
Rataan	34,454b	32,187ab	23,244a	31,856ab	35,878b	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf $\alpha = 5\%$.

Huruf kecil tanpa kurung dibaca arah horizontal, membandingkan antara 5 dosis pupuk kimia pada formula pupuk hayati yang sama.

Pemberian pupuk hayati berupa mikroba fungsional seperti *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., bakteri pelarut fosfat, dan fungi pelarut fosfat (B1) terlihat mampu meningkatkan aktivitas dehidrogenase tanah bila dibandingkan dengan tanah yang tidak diberi perlakuan pupuk hayati (B4) kecuali jika dikombinasikan dengan NPK 50 persen dosis rekomendasi. Formula pupuk hayati *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., bakteri pelarut fosfat, dan cacing tanah (B2) pada berbagai dosis pupuk kimia menunjukkan aktivitas dehidrogenase tanah yang tidak berbeda nyata. Pupuk hayati berupa *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., fungi pelarut fosfat, dan cacing tanah (B3) menunjukkan aktivitas dehidrogenase tanah yang meningkat kecuali jika dikombinasikan dengan NPK 75 persen dosis rekomendasi dan tanpa pemberian NPK. Dengan demikian formula pupuk hayati yang mengandung fungi pelarut fosfat menunjukkan aktivitas dehidrogenase tanah yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan formula pupuk hayati tanpa fungi pelarut fosfat dan tanah yang tidak diberi pupuk hayati (B4).

Aktivitas dehidrogenase tertinggi diperoleh pada tanah yang diberi perlakuan pupuk kimia (NPK) 100 persen dosis rekomendasi (50 kg.ha^{-1} Urea, 100 kg.ha^{-1} SP-36, dan 100 kg.ha^{-1} KCl) dan dikombinasikan dengan formula pupuk hayati yang mengandung *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., fungi pelarut fosfat, dan cacing tanah (A1B3) yaitu sebesar $46,909 \mu\text{g TPF.g}^{-1}$ tanah.hari⁻¹. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan aktivitas dehidrogenase pada tanah yang hanya diberi perlakuan formula pupuk hayati yang mengandung *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., bakteri pelarut fosfat, dan fungi pelarut fosfat tanpa pupuk kimia (A5B1) dengan aktivitas dehidrogenase sebesar $43,699 \mu\text{g TPF.g}^{-1}$ tanah.hari⁻¹ (selisih 3,21 poin). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kimia dan pupuk hayati serta komposisi mikroba dalam pupuk hayati yang tepat dapat meningkatkan aktivitas dehidrogenase tanah.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kimia dan pupuk hayati mempengaruhi aktivitas dehidrogenase tanah. Pupuk hayati yang mengandung fungi pelarut fosfat meningkatkan aktivitas dehidrogenase tanah lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri pelarut fosfat. Aktivitas dehidrogenase tanah tertinggi dihasilkan pada tanah yang diberi perlakuan pupuk kimia (NPK) 100 persen dosis rekomendasi (50 kg.ha^{-1} Urea, 100 kg.ha^{-1} SP-36, dan 100 kg.ha^{-1} KCl) dan dikombinasikan dengan formula pupuk hayati yang mengandung *Rhizobium* sp., *Azotobacter* sp., fungi pelarut fosfat, dan cacing tanah (A1B3) yaitu sebesar $46,909 \mu\text{g TPF.g}^{-1} \text{ tanah.hari}^{-1}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Acosta-Martínez, V., Cruz, L., Sotomayor-Ramirez, D., Perez-Alegria, L.. 2007. Enzyme Activities as Affected by Soil Properties and Land Use in a Tropical Watershed. *Applied Soil Ecology* 35: 35–45.
- Allison, V.J., Condon, L.M., Peltzer, D.A., Richardson, S.J., Turner, B.L.. 2007. Changes in Enzyme Activities and Soil Microbial Community Composition Along Carbon and Nutrient Gradients at The Franz Josef Chronosequence, New Zealand. *Soil Biology & Biochemistry* 39: 1770–1781.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P. 2006. Influences of Vermicomposts on Field Strawberries: Part 2. Effects on Soil Microbiological and Chemical Properties. *Bioresource Technol.*, 97, 831-840.
- Bhadoria, P.B.S., Basu, M., Mahapatra, S.C.. 2011. Study of Microbial Population and Enzyme Activities in Intercropped Peanut Rhizosphere with Different Nutrient Application. *British Biotechnology Journal* 1(2): 29-45.
- Casida, L.E., Klein, Jr.D.A., Santoro, T.. 1964. Soil Dehydrogenase Activity. *Soil Sci.* 98, 371-378.
- Gil-Sotres, F., Trasar-Cepeda, C., Leiros, M.C., Seoane, S.. 2005. Different Approaches to Evaluating Soil Quality Using Biochemical Properties. *Soil Biology & Biochemistry* 37: 877–887.
- Moeskops, B., Sukristiyonubowo, Buchan, D., Sleutel, S., Herawaty, L., Husen, E., Saraswati, R., Setyorini, D., De Neve, S.. 2010. Soil Microbial Communities and Activities Under Intensive Organic and Conventional Vegetable Farming in West Java, Indonesia. *Applied Soil Ecology* 45: 112-120.
- Okur, N., Altindisli, A., Cengel, M., Gocmez, S., Kayikcioglu, H.H.. 2009. Microbial Biomass and Enzyme Activity in Vineyard Soils Under Organic and Conventional Farming Systems. *Turk J Agric For* 33: 413-423.
- Serra-Wittling, C., Houot, S., Barriuso, E.. 1995. Soil Enzymatic Response to Addition of Municipal Solid-Waste Compost. *Biol Fertil Soils* 20: 226-236.

- Subhani, A., Changyong, H., Zhengmiao, X., Min, L., El-ghamry, A.M.. 2001. Impact of Soil Environment and Agronomic Practices on Microbial/Dehydrogenase Enzyme Activity in Soil. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4 (3): 333-338.
- Taylor, J.P., Wilson, B., Mills, M.S., Burns, R.G. 2002. Comparison of Microbial Number and Enzymatic Activities in Surface Soils and Subsoil Using Various Techniques. *Soil Biol. Biochem.*, 34, 387-401.
- Wolinska, A., Stepniewska, Z.. 2012. Dehydrogenase Activity in The Soil Environment, dalam: *Biochemistry, Genetics and Molecular Biology: Dehydrogenase*, R.A. Canuto, (Ed.), 183-210, Institute of Biotechnology, Lublin, Poland.