

PERUBAHAN AKTIVITAS ENZIM FOSFATASE DAN β -GLUKOSIDASE AKIBAT SISTEM OLAH TANAH JANGKA PANJANG

Abdul Kadir Salam¹, Yessi Desvia², Riyadi Subiantoro³, Herry Susanto¹, dan Muhajir Utomo¹

¹Staf Pengajar dan ²Mahasiswa Fakultas Pertanian,
³Staf Pengajar Fakultas Politeknik Pertanian,
Universitas Lampung

ABSTRACT

Changes in Activities of Phosphatase and β -Glucosidase by Long-term Soil Tillage Systems. *Activities of soil enzymes are known to be associated with soil organic matter and water contents, that are greatly affected by soil tillage systems. The research was done to evaluate the changes in enzymatic activities in a tropical soil when subjected to long-term tillage systems (intensive, minimum, and no tillages) superimposed with different levels of seasonal urea N (0, 100, and 200 kg N ha⁻¹). Analyses showed that the activities of acid phosphatase and β -glucosidase in topsoil layers (0-10 cm and 10-20 cm) were higher in minimum and no tillage soils than those in intensive tillage soil in relation to the differences in soil organic matter and water contents and soil pH. Addition of urea N generally decreased the activity of acid phosphatase in both soil layers, particularly by decreasing in soil pH as due to urea treatment.*

PENDAHULUAN

Dengan tujuan mengurangi penipisan lapisan olah tanah (*topsoil*) oleh proses erosi, sistem olah tanah konservasi (*conservation tillage*) telah menjadi salah satu pilihan penting dalam sistem pertanian modern (Utomo, 1995). Walaupun konsekuensi pencemaran air tanah dan air bawah tanah yang mungkin diakibatkannya sangat dikhawatirkan (Salam, 1995), terutama karena penggunaan herbisida dengan takaran tinggi, sistem olah tanah konservasi telah menunjukkan beberapa keunggulan, di antaranya dapat meningkatkan daya ikat tanah terhadap air, meningkatkan kandungan bahan organik, dan meningkatkan populasi mikroorganisme tanah (Joner dan Jakobsen, 1995; Nisnawati *et al.*, 1995; Subiantoro *et al.*, 1995; Utomo, 1995; Trasar-Cepeda dan Gil-Sotres, 1987; Klein dan Koths, 1980). Berbeda dengan sistem olah tanah sempurna atau sistem olah tanah intensif (*conventional tillage*), sistem olah tanah konservasi memiliki ciri penting berupa pengembalian berbagai bahan organik ke dalam sistem tanah dan rendahnya intensitas olah tanah. Kedua ciri pen-

ting ini menjelaskan secara gamblang terjadinya perbaikan kadar air tanah, kandungan bahan organik, dan populasi mikroorganisme di dalam tanah selama sistem olah tanah konservasi dipraktikkan.

Selain ketiga sifat tanah penting di atas, Klein dan Koths (1980) juga melaporkan bahwa meningkatnya kadar air tanah dan kandungan bahan organik di dalam tanah tanpa olah juga mengakibatkan peningkatan nyata aktivitas beberapa enzim tanah, termasuk urease, protease, dan fosfatase asam. Enzim tanah adalah katalisator berbagai reaksi biokimia tanah yang sebagian besar diproduksi oleh akar tanaman dan organisme tanah (Joner dan Jakobsen, 1995; Sakai dan Tadano, 1993; Jha *et al.*, 1992; Park *et al.*, 1992; Satchell dan Martin, 1984; Ross dan Cairns, 1982). Namun demikian, studi pustaka menunjukkan bahwa laporan yang berkaitan dengan hubungan antara sistem olah tanah dengan perubahan aktivitas enzim tanah masih sangat jarang. Data yang berkaitan dengan hubungan tersebut di atas untuk tanah tropika di Indonesia tidak ditemukan dalam kepustakaan modern.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan aktivitas enzim fosfatase asam dan β -glukosidase di lahan yang diperlakukan dengan beberapa sistem olah tanah jangka panjang pada beberapa tingkat pemberian N asal Urea. Nitrogen merupakan unsur hara utama yang diberikan dalam jumlah tertinggi ke dalam tanah. Oleh karena itu, pengaruh N terhadap perubahan aktivitas enzimatik di dalam tanah juga dipelajari.

BAHAN DAN METODE

Pengamatan dilakukan pada lahan percobaan olah tanah jangka panjang di Kebun Percobaan Fakultas Politeknik Pertanian, Universitas Lampung yang telah ditanami jagung dan tanaman polong secara bergantian selama 22 musim tanam (MT) sejak tahun 1987. Perlakuan terdiri atas dua faktor, yaitu sistem olah tanah yang terdiri dari: (1) olah tanah intensif (OTI), (2) olah tanah minimum (OTM), dan tanpa olah tanah (TOT) serta perlakuan N Urea yang terdiri atas tiga tingkat (dalam kg N ha^{-1} per MT): 0, 100, dan 200. Seluruh perlakuan disusun secara faktorial dengan empat kali ulangan.

Petak perlakuan OTI diolah dengan cangkul setiap awal musim tanam, petak perlakuan OTM dengan pemangkasan bagian atas gulma, dan petak perlakuan TOT diperlakukan dengan herbisida glifosat (*Round-Up*) dengan takaran 2 liter formulasi per hektar per MT. Urea diberikan secara "banding". Sebagian besar sisa tanaman dikembalikan ke dalam petak perlakuan setelah pemanenan. Pupuk dasar berupa TSP dan KCl diberikan secara "banding" masing-masing dengan takaran 100 kg ha^{-1} dan 50 kg ha^{-1} per MT. Untuk mengurangi pengaruh pemadatan, seluruh petak dengan TOT diolah sempurna di awal MT ke-17.

Contoh tanah diambil pada bulan Desember 1997. Cotoh tanah segera dihaluskan dan diaduk

rata dalam keadaan lembab (pada kadar air seperti saat pengambilan contoh tanah) dan disimpan di dalam ruang dingin sampai analisis aktivitas enzim tanah dilakukan. Analisis enzim tanah mencakup fosfatase asam dan β -glukosidase, yang dilakukan dengan metode Tabatabai (1982) dengan beberapa modifikasi. Selain aktivitas kedua enzim tersebut, perubahan pH tanah akibat penerapan sistem olah tanah jangka panjang dan perlakuan N Urea juga ditentukan. Perubahan beberapa sifat fisika, kimia, dan biologi tanah penting lainnya telah banyak dilaporkan sebelumnya (Niswati *et al.*, 1995; Subiantoro *et al.*, 1995; Utomo, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Sistem Olah Tanah

Penerapan sistem olah tanah berjangka panjang memberikan pengaruh drastik terhadap aktivitas enzim tanah. Perubahan aktivitas enzim tanah akibat penerapan sistem olah tanah dan perlakuan N Urea disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2, masing-masing untuk fosfatase asam dan β -glukosidase. Aktivitas fosfatase asam di petak OTM rata-rata 21,9% (lapisan atas) dan 17,3% (lapisan bawah) lebih tinggi daripada di petak OTI. Aktivitas fosfatase asam juga rata-rata lebih tinggi di petak TOT (sebesar 17,1% untuk lapisan atas dan 17,3% untuk lapisan bawah) daripada di petak OTI. Tidak ditemukan perbedaan antara OTM dan TOT dalam mempengaruhi aktivitas fosfatase asam di dalam tanah. Amatan ini menunjukkan bahwa olah tanah konvensional secara drastik menurunkan aktivitas fosfatase asam di dalam tanah.

Aktivitas β -glukosidase juga mengalami perubahan serupa (Tabel 2). Aktivitas β -glukosidase di petak OTM 13% (untuk lapisan atas) dan 14,9% (untuk lapisan bawah) lebih tinggi daripada di petak OTI. Aktivitas β -glukosidase di

Tabel 1. *Perubahan aktivitas fosfatase asam akibat penerapan beberapa sistem olah tanah dan perlakuan Urea*¹⁾.

Olah tanah	N Urea (kg ha ⁻¹)	Lapisan atas (0-10 cm)	Lapisan bawah (10-20 cm)
		(μg p-Nitrofenol g ⁻¹ j ⁻¹)	
Intensif (OTI)	0	157	173
	100	142	151
	200	140	143
Minimum (OTM)	0	187	185
	100	174	194
	200	173	169
Tanpa olah (TOT)	0	169	182
	100	163	174
	200	181	166

¹⁾Rataan dari tiga ulangan.

Tabel 2. *Perubahan aktivitas β-glukosidase akibat penerapan beberapa sistem olah tanah dan perlakuan Urea*¹⁾.

Olah tanah	N Urea (kg ha ⁻¹)	Lapisan atas (0-10 cm)	Lapisan bawah (10-20 cm)
		(μg p-Nitrofenol g ⁻¹ j ⁻¹)	
Intensif (OTI)	0	260	213
	100	162	202
	200	179	192
Minimum (OTM)	0	224	229
	100	235	246
	200	220	222
Tanpa olah (TOT)	0	233	227
	100	300	241
	200	184	246

¹⁾Rataan dari tiga ulangan.

petak OTM juga lebih tinggi (sebesar 50% untuk lapisan atas dan 17,8% untuk lapisan bawah) daripada di petak OTI. Dalam kaitannya dengan β-glukosidase, juga tidak ditemukan perbedaan pengaruh antara OTM dan TOT. Amatan ini menunjukkan bahwa aktivitas β-glukosidase juga dipengaruhi oleh penerapan sistem olah tanah jangka panjang.

Lebih rendahnya aktivitas enzim di petak OTI berkaitan dengan lebih rendahnya kandung-

an bahan organik, kandungan C-organik, dan N-total di petak perlakuan ini (Utomo, 1995; Klein dan Koths, 1980). Bahan organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme penghasil enzim di dalam tanah, sehingga dapat dimengerti bahwa fenomena ini berkaitan dengan kemungkinan menurunnya komunitas mikroba tersebut sehingga produksi enzim di dalam tanah menurun. Sebaliknya, kandungan bahan organik yang lebih tinggi dapat mempertahankan aktivitas enzim yang lebih tinggi di petak OTM dan TOT.

Tabel 3. Perubahan pH tanah akibat penerapan beberapa sistem olah tanah dan perlakuan Urea^{*)}.

Olah tanah	N Urea (kg ha ⁻¹)	Lapisan atas (0-10 cm) (µg p-Nitrofenol g ⁻¹ j ⁻¹)	Lapisan bawah (10-20 cm)
Intensif (OTI)	0	5,03	5,04
	100	4,83	4,87
	200	4,44	4,44
Minimum (OTM)	0	5,18	5,17
	100	4,96	5,02
	200	4,78	4,81
Tanpa olah (TOT)	0	5,06	5,17
	100	4,89	4,95
	200	4,75	4,86

^{*)}Rataan dari tiga ulangan.

Martens *et al.* (1992) telah memperlihatkan sebelumnya bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah meningkatkan aktivitas enzim tanah. Selain itu, sesuai dengan laporan Klein dan Koths (1980), lebih tingginya kadar air tanah di petak OTM dan petak TOT juga mengakibatkan lebih tingginya aktivitas enzim tanah. Peningkatan pH akibat penerapan kedua sistem olah tanah konservasi (Tabel 3) juga diduga mengakibatkan lebih tingginya aktivitas kedua enzim ini. Fosfatase, misalnya, telah banyak dilaporkan meningkat dengan meningkatnya pH tanah sampai dengan pH optimum sekitar 6,5 (Salam *et al.*, 1998).

Pengaruh Nitrogen

Aktivitas fosfatase asam secara umum menurun dengan meningkatnya takaran pemberian Urea (Tabel 1). Fenomena ini berkaitan dengan menurunnya pH tanah akibat penambahan Urea (Tabel 3). Seperti telah diutarakan, aktivitas fosfatase sangat berkaitan dengan pH tanah; meningkat dengan peningkatan pH tanah sampai pH optimum (6,5) dan menurun dengan meningkatnya pH tanah di atas pH optimum. Karena penurunan pH akibat perlakuan Urea terjadi di bawah rata-rata pH optimum, maka dapat

dimengerti bahwa penambahan Urea ke dalam tanah dapat menurunkan aktivitas fosfatase asam.

Fenomena di atas tidak terjadi pada β-glukosidase (Tabel 2). Pada perlakuan OTI, penambahan Urea menurunkan aktivitas β-glukosidase. Pada perlakuan OTM dan TOT, penambahan N Urea 100 kg ha⁻¹ terlihat merangsang peningkatan aktivitas β-glukosidase, namun penambahan 200 kg ha⁻¹ menekan aktivitas enzim ini. Perubahan ini tidak dapat dimengerti berdasarkan data yang tersedia.

KESIMPULAN

Aktivitas fosfatase asam dan β-glukosidase di petak OTI lebih rendah daripada di petak OTM dan TOT, berkaitan dengan lebih rendahnya pH, kadar air, dan kandungan bahan organik tanah di petak OTM dan OTI. Penerapan N Urea sampai dengan 200 kg ha⁻¹ menurunkan aktivitas fosfatase asam dan pH tanah. Amatan ini menunjukkan bahwa penerapan sistem olah tanah dan atau pemanfaatan Urea sangat menentukan aktivitas enzimatik di dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Jha, D.K., G. D. Sharma, dan R.R. Mishra. 1992. Soil microbial population numbers and enzyme activities in relation to altitude and forest degradation. *Soil Biol. Biochem.* 24: 761-767.
- Joner, E.J. dan I. Jakobsen. 1995. Growth and extracellular phosphatase activity of arbuscular mycorrhizal hyphae as influenced by soil organic matter. *Soil Biol. Biochem.* 27: 1153-1159.
- Klein, T.M. dan J.S. Koths. 1980. Urease, protease, and acid phosphatase in soil continuously cropped to corn by conventional or no-tillage methods. *Soil Biol. Biochem.* 12: 293-294.
- Martens, D.A., J. B. Johanson, dan W.T. Frankenberg, Jr. 1992. Production and persistence of soil enzymes with repeated addition of organic residues. *Soil Sci.* 153: 53-61.
- Niswati, A., S.G. Nugroho, dan M. Utomo. 1995. Pengaruh aplikasi herbisida glifosat terus menerus selama lima belas musim dalam praktek tanpa olah tanah terhadap populasi mikroba tanah. Pros. Seminar Nasional V Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Hlm. 140-144.
- Park, S.C., T.J. Smith, dan M.S. Bisesi. 1992. Activities of phosphomonoesterase and phosphodiesterase from *Lumbriscus terrestris*. *Soil Biol. Biochem.* 24: 873-876.
- Ross, D.J. dan A. Cairns. 1982. Effect of earthworms and ryegrass on respiratory and enzyme activities of soil. *Soil Biol. Biochem.* 14: 583-587.
- Sakai, H. dan T. Tadano. 1993. Characteristics of response of acid phosphatase secreted by roots of several crops to various conditions in the growth media. *Soil Sci. Plant Nutr.* 39: 437-444.
- Salam, A.K. 1995. Perubahan pola aliran kontaminan akibat pengolahan tanah: Aspek penting dalam membuat kebijakan olah tanah. Pros. Seminar Nasional V Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Hlm. 28-35.
- Salam, A.K., A. Katayama, dan M. Kimura. 1998. Activities of some soil enzymes in different land use systems after deforestation in hilly areas of West Lampung, South Sumatra, Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutr.* (Dalam pencetakan).
- Satchell, J.E. dan K. Martin 1984. Phosphatase activity in earthworm faeces. *Soil Biol. Biochem.* 16: 191-194.
- Subiattoro, R., M. Utomo, M. Idrus, dan Y. Paripasan. 1995. Pengaruh sistem olah tanah terhadap kadar air tanah dan air tanah tersedia pada musim tanam XVI. Pros. Seminar Nasional V Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Hlm. 66-68.
- Tabatabai, M.A. 1982. Soil enzymes. Hlm. 903-947. Dalam A.L. Page, R.H. Miller, dan D.R. Keeney (Editor). *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Edisi ke-2). Soil Science Society of America, Inc., Madison.
- Trasar-Cepeda, M.C. dan F. Gil-Sotres. 1987. Phosphatase activity in acid high organic matter soils in Galicia (NW Spain). *Soil Biol. Biochem.* 19: 281-287.
- Utomo, M. 1995. Reorientasi kebijakan pengolahan tanah. Pros. Seminar Nasional V Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Hlm. 1-7.

DISKUSI

Ainin Niswati. Apa alasan Saudara mengamati enzim fosfatase dan bukan urease, padahal percobaan ini mengenai pemberian Urea dan enzim urease penting dalam pelepasan nitrat?

Yessi Desvia. Untuk melihat aktivitas spesifik enzim yang berhubungan dengan unsur P sebagai hara kunci dalam peningkatan produksi.

Askif Pasaribu. Bagaimana tingkat pengolahan tanah dan tingkat N-Urea dapat mempengaruhi aktivitas enzim fosfatase?

Yessi Desvia. Sistem olah tanah mempengaruhi aktivitas enzim tanah karena dihasilkan oleh akar tanaman. Olah tanah menyediakan bahan organik yang dapat digunakan oleh enzim-enzim tanah untuk aktif.

Syamsudin Koloji. Penggunaan pupuk Urea 200 kg N/ha menurunkan aktivitas enzim fosfatase dan β -glukosidase pada MT-22. Bagaimana kalau tanah tersebut baru diolah atau adakah pengaruh olah tanah sebelumnya?

Yessi Desvia. Kebanyakan data menunjukkan bahwa peningkatan pemberian Urea dari 100 menjadi 200 kg N/ha menurunkan aktivitas enzim tanah, karena pemberian Urea yang lebih tinggi menyebabkan pH tanah menjadi rendah sehingga aktivitas mikroorganisme tanah juga rendah.

Edison Purba. Konfirmasi yang lebih jelas, karena dengan Urea 200 kg N/ha menurunkan aktivitas enzim fosfatase, tetapi dari data-data tidak terlihat perbedaan yang nyata.

Yessi Desvia. Sudah kami jelaskan pada jawaban pertanyaan sebelumnya dimana pH tanah lebih berperan.