

Aktivitas α -Glukosidase pada Beberapa Kelas Penggunaan Lahan Gambut Tropis di Pesisir Selatan, Sumatera Barat

Nurul Hijri^{1*}, Mimien Harianti², Zuldadan Naspendra², Teguh Budi Prasetyo²

¹⁾Mahasiswa Program Studi Magister Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas,

²⁾Dosen Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas,

*Email : nurulhijri21@gmail.com

Abstract

Most of the peatlands in Pesisir Selatan, West Sumatra have been converted into agricultural activities. Due to drainage, the peat decomposition process becomes faster. The activity of α -glucosidase is one of the enzymes that can be used as an indicator of the decomposition of organic matter and produces greenhouse gas emissions, likes CO₂. Therefore, this study was conducted to identify the activity of α -glucosidase in several land uses in Pesisir Selatan peatlands. Observations were performed in several land-use types consisting of agricultural land (LP), bare land (LT), shrubs (SB), smallholder oil palm plantations (PSr), private company oil palm plantations (PSs), and forests (H). The activity of α -glucosidase was analyzed by using salicin and Na-acetate methods. The results of this study showed that the highest α -glucosidase activity was found in agricultural land use (LP). Based on the land use types, the activity of α -glucosidase follows agricultural land (LP) 3.42 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > bare land (LT) 2.26 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > shrubs (SB) 1.63 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > smallholder oil palm plantations (PSR) 1.31 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > private company oil palm plantations (PSs) 1.28 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > forest (H) 0.80 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$. Soil characteristic that significantly affects enzyme activity is water content where the higher the water content, the lower the α -glucosidase activity, and vice versa. Based on this study can be concluded that the change in land use from natural land to agricultural land triggers an increase in the activity of enzymes in decomposed peat materials.

Key words: α -glucosidase, enzyme, palm plantation, land-use, peatland.

© 2022 Hijri, Naspendra, Harianti, Prasetyo

PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade terakhir, perubahan penggunaan lahan gambut di Kabupaten Pesisir Selatan terjadi secara dinamis. Penggunaan lahan hutan konsisten menurun sedangkan penggunaan (non-hutan) seperti: lahan terbuka, semak belukar, lahan pertanian, kebun sawit relatif meningkat. Perubahan penggunaan lahan gambut dapat menyebabkan hilangnya karbon dari tanah dan memicu peningkatan aktivitas enzim. Hal ini disebabkan akibat perubahan lahan terutama disertai proses drainase dapat menyebabkan percepatan dalam proses pelapukan, sehingga karbon yang tersimpan di lahan gambut akan

teremisi dan membentuk gas rumah kaca (GRK), terutama gas CO₂. Lapisan gambut yang pada awalnya jenuh air (anaerob) berubah menjadi tidak jenuh (aerob) (Agus *et al.* 2012b).

Lingkungan gambut yang lebih anerob memicu peningkatan aktivitas mikroba dalam mendekomposisi gambut. Korner & Arnone (1992) melaporkan peningkatan aktivitas beberapa enzim sebagai respon tingginya CO₂ di atmosfer terutama berasal dari pengaruh pelepasan C dari rambut akar. Aktivitas enzim menjadi indikator yang sensitif untuk mengukur perubahan proses dekomposisi, aktivitas enzim yang terkait dengan

dekomposisi bahan organik adalah -glukosidase. Hasil penelitian Suwondo *et al.* (2010) perubahan kondisi biofisik lahan gambut menjadi kebun kelapa sawit secara ekologi dipengaruhi oleh water table (muka air tanah). Kondisi muka air gambut mempengaruhi kadar air, kadar abu, pH dan C-organik.

Mempertahankan kadar air yang cukup tinggi (>300% w/w) merupakan syarat utama dalam pengendalian emisi GRK di lahan gambut, peningkatan kadar air gambut dilakukan dengan menjaga muka air tanah yang tinggi 40-60 cm dari permukaan gambut. Menurut Pelczar dan Chan (1989) beberapa kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi aktivitas enzim di antaranya yaitu berubahnya konsentrasi enzim dan konsentrasi substrat, keadaan pH dan suhu di lingkungan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, sehingga dapat mempengaruhi dekomposisi gambut dan produktivitas lahan gambut. Berlatar belakang permasalahan di atas maka penelitian ini bertujuan mengkaji aktivitas -glukosidase pada beberapa penggunaan lahan seperti hutan, semak belukar, perkebunan sawit, lahan pertanian semusim dan lahan terbuka di Kabupaten Pesisir Selatan.

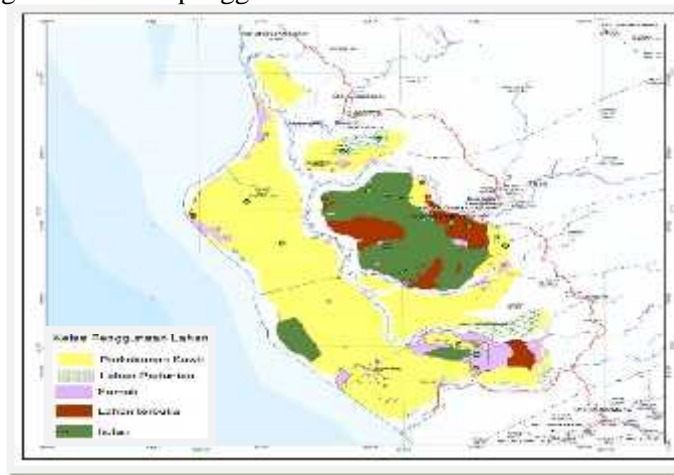
BAHAN DAN METODA

Penelitian diawali dengan mengumpulkan berbagai data sekunder yang digunakan untuk identifikasi lahan gambut dan penggunaan

lahan untuk penetapan pengambilan sampel tanah, yaitu peta Lahan Gambut Terdegradasi Sumatera Barat (BBSDLP, 2013), data citra Landsat 8 OLI level 1 tahun 2020 yang diperoleh dari USGS (United States Geological Survey) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Identifikasi perubahan penggunaan lahan menggunakan metoda tumpang tindih (overlay) antara peta penggunaan lahan dan peta gambut untuk mengetahui penggunaan lahan apa saja yang berada di atas lahan gambut pada tahun 2020 di kabupaten Pesisir Selatan, lokasi yang diteliti berada di Kecamatan Pancung Soal, Tapan dan Lunang Silaut.

Dasar penentuan titik sampel pengamatan tanah dilakukan di setiap penggunaan lahan. pengambilan sampel diulangi sebanyak 2 kali untuk sampel komposit. Berdasarkan jumlah penggunaan lahan terdapat 5 kelas penggunaan lahan dan 2 ulangan, maka jumlah titik sampel ada 10 titik yang penyebarannya dapat dilihat pada peta pengamatan dan pengambilan sampel tanah dapat di lihat pada Gambar 1. Pemilihan teknik ini dilakukan untuk meminimalkan jumlah sampel tetapi tetap menghasilkan data yang akurat.



Gambar 1. Peta titik pengamatan tanah dan pengambilan sampel tanah lahan Gambut Pesisir Selatan Sumatera Barat.

Analisis karakteristik tanah, antara lain: Kadar Air, pH tanah menggunakan metode elektroda glass pH meter. Analisis C-Organik dan kadar abu menggunakan metode

LOI (*Loss of Ignition*), pengamatan tanah di lapangan kedalaman muka air tanah. Parameter analisis tanah di Laboratorium dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Analisis Tanah dan Metoda Analisis di Laboratorium

No.	Parameter	Metode	Satuan
1.	Kadar Air	Gravimetri	%
2.	C-Organik	LOI (<i>Loss of Ignition</i>)	%
3.	Kadar abu	LOI (<i>Loss of Ignition</i>)	%
4.	pH	Elektrometrik (Ratio 1:5)	
5.	Aktivitas Enzim <i>glucosidase</i>	Metoda oleh Schinner <i>et al.</i> (1996) ekstraksi dengan substrat salicin	$\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$

Sampel yang digunakan untuk analisis aktivitas enzim adalah sampel tanah terganggu yang diambil pada kedalaman lapisan gambut 0-20 cm. Sampel diambil lebih kurang 200-300 g per titik sampel dan disiapkan untuk analisis di laboratorium. Sampel gambut disimpan dalam plastik (polyethylen bag) sehingga kadar air lapang dapat dipertahankan selanjutnya sampel dimasukkan kedalam cooling box agar tidak terjadi perubahan suhu yang drastis dan berpotensi merusak sampel gambut dan disimpan di lemari pendingin. Pada saat analisis di laboratorium sampel gambut dibiarkan pada suhu ruang 1-2 hari. Suhu dipertahankan sampai analisis dilakukan di laboratorium.

Prosedur pengukuran aktifitas *glucosidase* dimulai dari menimbang 5 gram tanah lembab dan dimasukkan dalam erlemeyer 100 ml kemudian ditambah 20 ml buffer acetat 2M pH 6 dan 10 ml larutan substrat salicin. Tanah ditutup rapat dengan plastik wrab dan dilakukan inkubasi selama 3 jam pada suhu 37°C, kemudian disaring dengan kertas saring setelah diinkubasi. Selanjutnya dimasukkan 5 ml buffer borat 0,2 M pH 10, 3 ml filtrat hasil saringan, dan 0,5 ml larutan pewarna 2,6 dibromochinon-chlorimide kedalam labu 50 ml kemudian dicampurkan dan ditunggu 90 menit untuk melihat perkembangan warna zat. Untuk mendapatkan kurva kalibrasi dipipet masing-masing 0,1,2,5,10,15 ml standar kerja phenol dan ditambah 5 ml buffer borat dan 0,5 ml

bahan pewarna. Selanjutnya sampel diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 578 nm (Schinner *et al.*, 1996). Data yang diperoleh dari hasil analisis tanah di laboratorium digunakan untuk menghitung aktivitas *glucosidase* menggunakan persamaan rumus berikut ini:

$$\text{Aktivitas } \mu\text{glucosidase} = \frac{(S-C) \cdot 30 \cdot 100}{5} \left(\frac{\mu\text{g saligenin}}{\text{gram} \cdot 3 \text{ jam}} \right) = \mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$$

- S = Konsentrasi sampel ($\mu\text{g/ml}$)
- C = Konsentrasi kontrol ($\mu\text{g/ml}$)
- 30 = Volume campuran yang diinkubasi (ml)
- 3 = ml filtrat (ml)
- 5 = berat tanah awal (gram)
- 100 = faktor kalibrasi
- % dm = % kadar berat kering bahan gambut
- Unit = $\left(\frac{\mu\text{g saligenin}}{\text{gram} \cdot 3 \text{ jam}} \right)$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kelas penggunaan lahan gambut

Berdasarkan hasil citra dan pengamatan di lapangan, penggunaan lahan gambut Pesisir Selatan dapat dikelompokkan menjadi empat kelas penggunaan lahan, yaitu: Hutan, Semak Belukar, Perkebunan Sawit Swasta, Perkebunan Sawit Rakyat, Lahan Pertanian Semusim dan Lahan Terbuka (Tabel 2).

Tabel 2. Kelas penggunaan lahan gambut di Pesisir Selatan

No.	Kelas Penggunaan Lahan	Keterangan
1.	Hutan rawa gambut (H)	Hutan primer dan hutan sekunder. Hutan dengan lahan basah yang tergenang, hutan ini telah menampakkan bekas tebangan/gangguan pada bagian tepi hutan terlihat ada bekas pembakaran pohon sehingga di golongan hutan sekunder sedangkan pada bagian tengah hutan masih alami tidak menampakkan ada bekas gangguan/tebangan sehingga digolongkan hutan primer.
2.	Semak Belukar (SB)	Lahan hutan yang telah dibuka tetapi tidak diolah sehingga tumbuh berbagai jenis vegetasi perdu yg mempunyai kayu-kayuan kecil dan rendah.
3.	Perkebunan Sawit Swasta (PSs)	Semua lahan perkebunan sawit yang dimiliki oleh perusahaan perkebunan
4.	Perkebunan Sawit Rakyat (PSr)	Semua lahan perkebunan sawit yang dimiliki oleh petani
5.	Lahan Pertanian Semusim (LP)	Lahan sawah, jagung, dan tanaman pangan lainnya. Lahan ini juga termasuk juga berbagai tanaman semusim lainnya yang dibudidayakan di lahan gambut. Umumnya lahan diolah dengan tingkat pengolahan semi intensif – intensif
6.	Lahan Terbuka (LT)	Areal yang tidak digarap umumnya di tumbuh rerumputan sekitar 0-20 % sebelumnya dimanfaatkan untuk aktivitas pertanian maupun perkebunan rakyat

B. Karakteristik Gambut pada Beberapa Penggunaan Lahan Kadar air dan pH

Kadar air dan pH gambut mempengaruhi penyediaan hara dan reaksi biokimia.

Nilai rata-rata kadar air dan pH pada beberapa penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata Kadar air dan pH pada beberapa penggunaan lahan

Penggunaan Lahan	LP	LT	SB	PSr	PSs	H
Kadar Air (%)	123,10	213,38	240,48	275,44	276,60	421,06
pH	5,13	4,31	4,67	4,18	4,27	5,08

Keterangan: LP (lahan pertanian), LT (lahan terbuka), SB (semak belukar), PSr (perkebunan sawit rakyat), PSs (perkebunan sawit swasta) dan H (hutan).

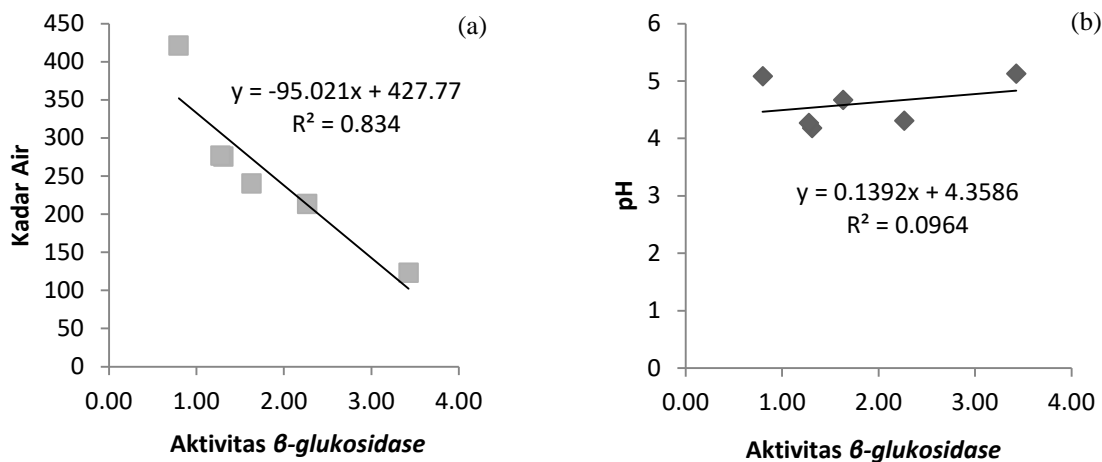
Dari Tabel 3 dapat dilihat kadar air gambut pada beberapa penggunaan lahan berturut-turut dari yang rendah ke yang tinggi yaitu lahan pertanian (LP) 123,10% > lahan

terbuka (LT) 213,38% > semak belukar (SB) 240,48% > perkebunan sawit rakyat (PSr) 275,44% > perkebunan sawit swasta (PSs) 276,60% > hutan (H) 421,06 %. Kadar air pada

lahan pertanian lebih rendah (123,10%) dibandingkan penggunaan lahan lainnya. Hal ini disebabkan adanya pengolahan lahan secara intensif dan pengaturan tata air selama budidaya tanaman pada lahan pertanian sehingga sering terbuka dan sering dalam kondisi aerob. Selain itu kanopi tanaman pada lahan pertanian (padi) lebih kecil dibandingkan penggunaan lahan lainnya seperti hutan, kelapa sawit dan semak belukar. Lain halnya dengan lahan terbuka belukar memiliki kadar air yang sedikit lebih tinggi (213,38%) dibandingkan lahan pertanian karena lahan terbuka tidak

diolah intensif sehingga kadar air gambut masih bisa dipertahankan.

Pada vegetasi hutan, kadar air tanah tergolong paling tinggi sebesar 421,06%, dibandingkan penggunaan lahan lainnya (Tabel 3). Hal ini disebabkan vegetasi hutan menahan air lebih tinggi karena tutupan kanopi lebih besar dan lebih rapat dibandingkan penggunaan lahan lainnya serta di hutan tidak adanya pembuatan saluran drainase sehingga kondisi ini menjadikan lahan gambut selalu berada dalam kondisi anaerob.



Gambar 2. Kadar air (a) dan pH (b) gambut hubungannya dengan aktivitas β -glukosidase.

Pada Gambar 2a memperlihatkan hubungan aktivitas β -glukosidase dengan kadar air tanah ($R^2=0.834$). Kadar air semakin tinggi maka aktivitas β -glukosidase semakin rendah, demikian juga sebaliknya. Hal ini dapat dijelaskan tingginya kadar air gambut menyebabkan lingkungan gambut lebih anaerob sehingga menekan aktivitas mikroba pengurai bahan gambut sehingga laju oksidasi dan dekomposisi gambut menjadi lambat sebaliknya rendahnya kadar air gambut menyebabkan lingkungan gambut lebih aerob sehingga memicu peningkatan aktivitas mikroba untuk memproduksi enzim pendegradasi selulosa dan hemiselulosa.

Hal ini didukung oleh Sukarman *et al.* (2012) menjelaskan bahwa kandungan air tanah sangat mempengaruhi proses-proses

dekomposisi gambut ($R^2=0.6$). Gambar 2b memperlihatkan hubungan Aktivitas β -glukosidase dengan pH ($R^2=0.0964$). hal ini menunjukkan bahwa nilai pH tidak mempengaruhi aktivitas β -glukosidase Menurut Salampak (1999) reaksi gambut berkaitan erat dengan kandungan asam-asam organiknya.

Kadar abu dan C-organik

Kadar abu dan C-organik gambut pada beberapa penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 4. Kadar abu pada lahan pertanian (LP) terukur paling tinggi sebesar 92,13% sedangkan kadar abu paling rendah terdapat pada lahan terbuka (LT) 85,79%. Kadar abu masing-masing penggunaan lahan mengikuti urutan lahan pertanian (LP) > lahan terbuka

(LT) > hutan (H) > perkebunan sawit swasta (PSs) > perkebunan sawit swasta (PSr) > semak belukar (SB).

Kadar abu yang tinggi pada penggunaan lahan pertanian (92,13%) disebabkan oleh aktifitas pertanian seperti pembakaran biomassa sehingga menyumbangkan kadar abu ke dalam tanah dan juga disebabkan oleh faktor pemupukan.

Demikian juga dengan lahan terbuka (LT) memiliki kadar abu yang tinggi karena bekas dari aktivitas pertanian. Demikian juga dengan lahan terbuka (LT) memiliki kadar abu yang tinggi karena bekas dari aktivitas pertanian. Kadar abu pada hutan (H) terukur sebesar 68,17 %, hal ini menunjukkan bahwa dekomposisi gambut di lahan alami seperti hutan, tetap terjadi pada lapisan permukaannya.

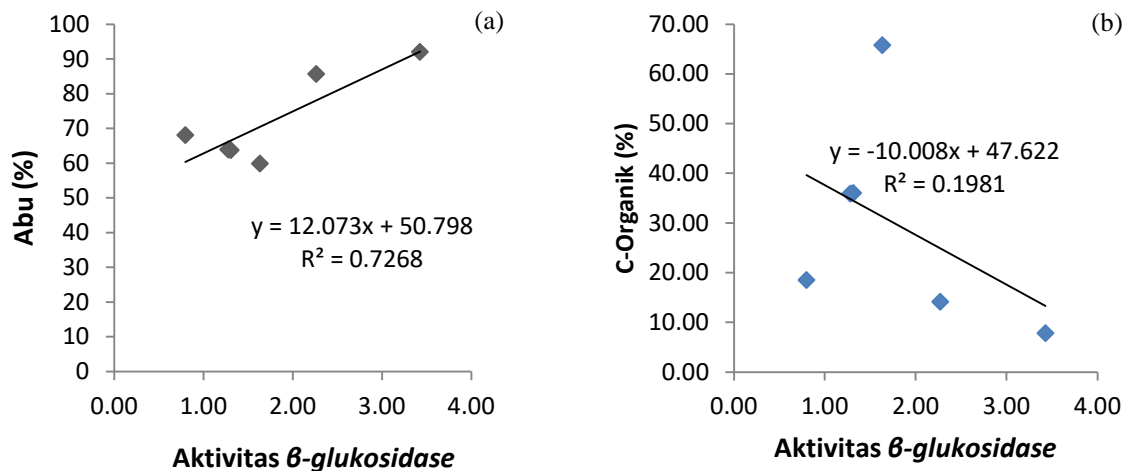
Tabel 4. Nilai rata-rata Kadar abu dan C-organik pada beberapa penggunaan lahan

Penggunaan Lahan	LP	LT	SB	PSr	PSs	H
Kadar Abu (%)	92,13	85,79	59,96	63,87	64,01	68,17
C-Organik (%)	7,83	14,21	40,04	36,18	35,99	31,83

Keterangan: LP (lahan pertanian), LT (lahan terbuka), SB (semak belukar), PSr (perkebunan sawit rakyat), PSs (perkebunan sawit swasta) dan H (hutan).

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan bahwa lapisan permukaan tanah didominasi oleh bahan saprik. Bahan tersebut sudah mengalami dekomposisi karena berada pada kondisi aerob. Hasil proses dekomposisi tersebut akan menurunkan kadar karbon. Akibatnya persentase mineral menjadi meningkat. Menurut Boguta dan Sokolowska (2014) kandungan abu yang tinggi menunjukkan proses mineralisasi yang tinggi pada gambut.

Kadar abu pada perkebunan sawit rakyat maupun swasta tidak menunjukkan perbedaan sekitar 63,87-64,01%. Namun pada penggunaan lahan semak belukar (SB) memiliki kadar abu yang paling rendah yaitu 59,96% kondisi ini disebabkan karena semak belukar ditumbuhi jenis rumput dan pakis-pakistan serta beberapa jenis tumbuhan perdu, jenis tanaman ini cepat mati dan biomasa tanaman kembali ke tanah sehingga C-organik pada semak lebih tinggi (40,04%) dibandingkan penggunaan lahan lainnya.



Gambar 3. Kadar abu (a) dan C-Organik (b) gambut hubungannya dengan aktivitas β -glukosidase

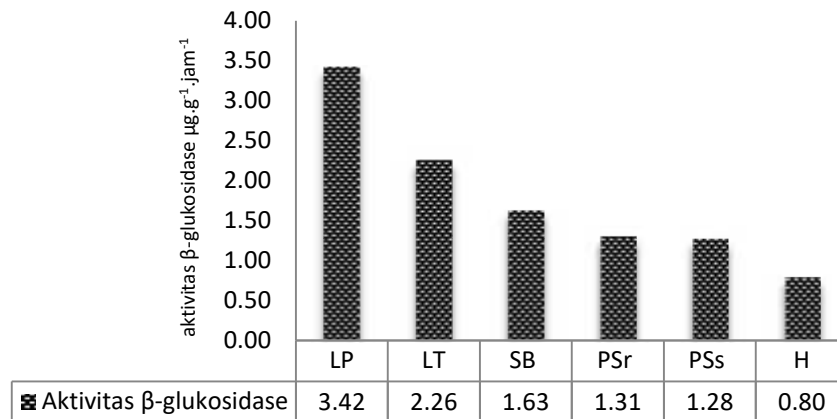
Pada Gambar 3a memperlihatkan hubungan Aktivitas *-glukosidase* dengan kadar abu tanah ($R^2=0,7268$). Kadar abu berkorelasi positif nyata dengan aktivitas enzim artinya aktivitas enzim semakin meningkat pada gambut yang telah terdekomposisi lanjut yang mempunyai kadar abu lebih tinggi karena ketersediaan hara atau basa-basa dapat memicu aktivitas mikroba menghasilkan enzim. Peningkatan kadar abu berkorelasi positif nyata dengan peningkatan emisi GRK (Sukarman *et al.* 2012). Peningkatan kadar abu meningkatkan pH gambut yang memicu peningkatan aktivitas enzim terlihat pada Gambar 2b dan 3a. Aktivitas *-glukosidase* berkorelasi positif dengan pH, kadar abu. Sebaliknya berkorelasi negatif dengan kadar air, C-organik pada Gambar 2a dan 3b.

Nilai kadar air berkorelasi negatif nyata dengan aktivitas *-glukosidase*. Penurunan aktivitas enzim *-glukosidase* nyata

dipengaruhi oleh peningkatan kadar air. Mempertahankan kadar air yang cukup tinggi (>300% w/w) merupakan syarat utama dalam pengendalian emisi GRK di lahan gambut, terkait penelitian ini emisi GRK salah satunya berasal dari dekomposisi gambut, sehingga peningkatan kadar air menjadi faktor utama yang dapat menurunkan dekomposisi gambut. Lingkungan gambut dicirikan dengan hidrasi yang tinggi dan dapat menekan aktivitas enzim dalam tanah melalui perubahan jumlah mikroba (Freeman & Kang 1999).

C. Aktivitas *-glukosidase* pada Beberapa Penggunaan Lahan

Aktivitas *-glukosidase* menunjukkan aktivitas enzim yang mendekomposisi penyusun bahan gambut dari senyawa non humat yaitu selulosa dan hemiselulosa. Aktivitas *-glukosidase* pada beberapa penggunaan lahan di lahan gambut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Aktivitas *-glukosidase* pada beberapa penggunaan lahan di lahan gambut
Keterangan: LP (lahan pertanian), LT (lahan terbuka), SB (semak belukar), PSr (perkebunan sawit rakyat), PSs (perkebunan sawit swasta) dan H (hutan).

Pada Gambar 4 memperlihatkan hubungan beberapa penggunaan lahan dengan aktivitas *-glukosidase* dan yang tertinggi berada di lahan pertanian (LP) yaitu 3,42 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$, sedangkan aktivitas *-glukosidase* gambut terendah berada di vegetasi hutan (H) yaitu 0,80 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$. Jika dibandingkan pada beberapa penggunaan lahan aktivitas *-glukosidase* yang paling tinggi ke yang paling

rendah dengan urutan sebagai berikut: lahan pertanian (LP) 3,42 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > lahan terbuka (LT) 2,26 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > semak belukar (SB) 1,63 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > perkebunan sawit rakyat (PSr) 1,31 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > perkebunan sawit swasta (PSs) 1,28 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$ > hutan (H) 0,80 $\mu\text{g.g}^{-1}.\text{jam}^{-1}$. Lahan pertanian, lahan terbuka dan semak belukar mempunyai aktivitas enzim yang besar sehingga berpotensi lebih besar

mendekomposisi penyusun bahan gambut. Hal ini disebabkan karena ketiga lahan tersebut memiliki kadar air yang rendah dan kerapatan kanopi yang lebih kecil dibandingkan tutupan lahan seperti hutan dan kelapa sawit dengan kanopi yang lebih rapat. Tutupan kanopi yang lebih rapat menurunkan kontak langsung radiasi panas matahari sehingga pemanasan lapisan gambut dapat dikurangi dan laju evaporasi dari gambut menjadi lebih rendah. Sesuai dengan pernyataan Carnevale & Lewis (2000) dekomposisi bahan organik dibawah vegetasi semak lebih cepat daripada tegakan pohon.

KESIMPULAN

1. Aktivitas -glukosidase pada beberapa penggunaan lahan yang paling tinggi ke yang paling rendah dengan urutan sebagai berikut: lahan pertanian (LP) > lahan terbuka (LT) > semak belukar (SB) > perkebunan sawit rakyat (PSr) > perkebunan sawit swasta (PSs) > hutan (H).
2. Perubahan penggunaan lahan dari lahan alami menjadi lahan pertanian memicu peningkatan aktivitas enzim perombak bahan gambut.
3. Karakter enzim yang ditunjukkan dengan aktivitas enzim menandakan proses dekomposisi gambut yang menghasilkan emisi CO₂ di lapisan permukaan lebih dipengaruhi oleh kadar air gambut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., A. Mulyani, A. Dariah, Wahyunto, Maswar, and E.Susanti. 2012b. *Peat Maturity and Thickness for Carbon Stock Estimation*. Proceedings of 14 th International Peat Congress, Stockholm, Swedia, 3-8 June 2012.
- Almeida R.F., E.R. Naves, R.P. Mota. 2015. Soil quality: Enzymatic activity of soil -glukosidase. *Glob. J. Agric. Res. Rev.* 3(2):146-150.
- Boguta, P., and Z. Sokolowska 2014. Statistical relationship between selected physicochemical properties of peaty-muck soils and their fraction of humic acids. *Int. Agrophys.* 28: 269-278.
- Carnevale N.J., and J.P Lewis. 2001. Litterfall and organic matter decomposition in a seasonal forest of the eastern Chaco (Argentina). *Rev. biol. trop* 49 (1) San José mar.
- Korner C., and J.A. Arnone. 1992. Response to elevated carbon dioxide in artificial tropical ecosystems. *Science.* 257: 1672-1675.
- Pelczar, M.J., and E.C.S. Chan. 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1*. Alih bahasa: Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS dan Angka SL. Jakarta (ID): UI Press. hal. 997.
- Salampak. 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi. [Disertasi]. Program Pascasarjana IPB. Bogor. 171 hlm.
- Schinner F., R. hlinger , E. Kandeler , R. Margesin. 1996. *Methods In Soil Biology*. New York (USA): Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 426 hlm.
- Sukarman, Suparto, Mamat HS. 2012. Karakteristik tanah gambut dan hubungannya dengan emisi gas rumah kaca pada perkebunan kelapa sawit di Riau dan Jambi. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. Bogor. 4 Mei 2012. hlm 95-111.
- Suwondo, S. Sabiham, Sumardjo, Paramudya B. 2010. Analisis lingkungan biofisik lahan gambut pada perkebunan

kelapa sawit. *J Hidrolitan*. 1(3):20-28.

Zhang Y., L.Chen, Wu. Z. Sun. 2011. Kinetic parameters of soil α -glucosidase

response to environmental temperature and moisture regimes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 35: 1285-1291.