EnviroScienteae Vol. 14 No. 2, Agustus 2018
Halaman 122-127

ISSN 1978-8096 (print)
ISSN 2302-3708 (online)

DEKOMPOSISI GAMBUT TERKAIT PERUBAHAN LAHAN DI INDONESIA

Peat Decomposition Related To Land Change In Indonesia

Nur Wakhid

Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra)
Indonesian Swampland Agricultural Research Institute (ISARI)
Jl. Kebun Karet, Loktabat Utara, Banjarbaru, Kalimantan Selatan Kode pos 70712
e-mail: n_wakhid@yahoo.com

Abstract

Land-use change in peatland area usually related to large carbon dioxide (CO2) emissions owing chiefly to drainage, which lowers groundwater level (GWL), and potentially affects regional and global carbon balances. The dynamics of carbon dioxide emissions from peat soil consists of root respiration (autotrophic respiration), peat decomposition (heterotrophic respiration and litter decomposition), and emission from dissolved carbon in water. Recently, peat decomposition study, which is free from root respiration still limited, even this process is one main factor of carbon balance on peatland environment. This paper analyzed various data about peat decomposition from direct measurement using subsidence and closed chamber methods in Indonesia, at different land conversions, from primary forests to secondary forests and or agricultural and plantations. Generally, different land conversion produced different peat decomposition. Primary forest produced lower peat decomposition compare than that of secondary forest or plantation fields. Peat decomposition also affected by environmental conditions such as groundwater level, soil temperature, and plant species that grow on the land.

Keywords: emission, root respiration, dissolved, groundwater level, plant.

PENDAHULUAN

Lahan gambut merupakan komponen penting penyimpan karbon sekaligus penentu proses pertukaran karbon antara tanah dan atmosfer (Strack, 2008). Walaupun luas areanya lebih kecil dibandingkan gambut *boreal* dan *temperate*, gambut tropika merupakan salah satu penyimpan karbon terbesar dan sangat penting bagi keberlanjutan lingkungan (Page et al., 1999, 2004). Hanya 11% dari luas total gambut di dunia, gambut tropika menyimpan cadangan karbon sekitar 88.6 Gt, dimana 65% nya berada di Indonesia (Page et al., 2011). Akan tetapi alih fungsi lahan yang tinggi di gambut tropika Asia Tenggara, khususnya di Indonesia, membuat fungsi lahan gambut berubah, dari penyimpan karbon menjadi sumber emisi karbon (Miettinen et al. 2012, Hooijer et al., 2010). Salah satu penyumbang emisi karbon dari lingkungan gambut berasal dari dekomposisi tanah gambut itu sendiri (Hirano et al., 2007).

Pengukuran emisi karbon/ karbondioksida (CO_2) yang berasal dari dekomposisi gambut sampai saat ini masih tidak jelas dan membingungkan (Jauhiainen et al., 2012). Dinamika emisi karbondioksida di dalam tanah gambut terdiri dari respirasi akar (autotrophic respiration), dekomposisi gambut itu sendiri (heterotrophic respiration and litter decomposition), dan emisi karbon yang terlarut dalam air (dissolved organic carbon) (Melling et al., 2013). Dekomposisi gambut sangat penting untuk diketahui karena berpengaruh besar terhadap keseimbangan

karbon yang terjadi di alam sekitar (Hirano et al., 2007).

Pengukuran emisi CO_2 secara langsung dari tanah gambut biasanya menggunakan 2 (dua) metode yaitu metode subsidence (pengukuran turunnya tinggi permukaan tanah yang dikombinasikan dengan nilai kandungan karbon dan berat isi tanah gambut), dan metode sungkup tertutup (pengukuran langsung pada permukaan tanah gambut) (Jauhiainen et al., 2012; Husnain et al., 2014). Tulisan ini merupakan review emisi CO_2 yang berkaitan dengan perubahan lahan di lahan gambut Indonesia, baik menggunakan metode pengukuran langsung subsidence maupun sungkup tertutup. Selain itu, analisis mengenai pengaruh tinggi muka air (TMA) terhadap dekomposisi gambut juga dilakukan.

METODOLOGI PENELITIAN

Analisis data didapatkan dari beberapa jurnal nasional dan internasional mengenai pengukuran emisi CO_2 yang berasal hanya dari dekomposisi gambut, menggunakan metode subsiden dan sungkup tertutup dari beberapa penggunaan lahan yang berbeda di lahan gambut (Hirano et al., 2014; Hooijer et al, 2014; Husnain et al., 2014; Couwenberg and Hooijer, 2013; Dariah et al., 2013; Hooijer et al, 2012; Jauhiainen et al., 2012; Hergoualc'h, K., & Verchot, L. V. 2011). Perubahan lahan yang dimaksud disini adalah perubahan peruntukan lahan gambut yang awalnya hutan primer berubah menjadi hutan sekunder maupun lahan pertanian dan perkebunan

Fokus data yang dianalisis adalah hasil pengukuran dekomposisi gambut yang terbebas dari respirasi akar di tanah gambut tropika Indonesia. Sedangkan analisis hubungan antara dekomposisi gambut dengan TMA didapatkan menggunakan rata-rata data tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dekomposisi gambut pada penggunaan lahan yang berbeda

Pengkuran langsung emisi CO_2 yang dihasilkan hanya dari dekomposisi gambut dan terbebas dari respirasi akar. Sebagian besar pengamatan tentang emisi CO_2 menggunakan metode sungkup tertutup, dan hanya sebagian kecil yang menggunakan metode subsiden (Couwenberg et al., 2009). Disamping itu, kajian yang memisahkan antara dekomposisi gambut dengan respirasi akar juga masih sangat jarang sekali ditemukan pada lahan gambut di Indonesia (Jauhiainen et al., 2012). Pada metode sungkup tertutup, pemisahan dekomposisi gambut yang terbebas dari respirasi akar adalah melakukan pengukuran diantara tanaman atau jauh dari tanaman dimana peran akar berkurang atau tidak ada sama sekali, maupun menggunakan penghalang akar di dalam tanah sehingga akar tidak bisa masuk dan tumbuh di dalam penghalang (Tabel 1). Sedangkan pada metode subsiden, dekomposisi gambut dihitung sebagai kehilangan karbon akibat penurunan muka tanah gambut. Kontribusi dekomposisi gambut tersebut didapatkan dari total subsiden setelah dikurangi penurunan muka tanah akibat konsolidasi dan mengkerut atau mengembangnya tanah gambut tersebut (Hooijer et al., 2012).

Pada kajian ini, ternyata rata-rata kajian tentang emisi CO_2 atau dekomposisi gambut di Indonesia sebagian besar dilakukan pada perkebunan kelapa sawit dan akasia. Hal ini sangat logis karena alih fungsi lahan gambut terluas di Indonesia adalah menjadi perkebunan sawit dan akasia (Miettinen et al., 2012). Oleh karena itu pada kajian ini, hasil prediksi dekomposisi gambut yang mempunyai deviasi terbesar juga sebagian besar dilakukan pada perkebunan tersebut (Tabel 2). Deviasi ini terjadi kemungkinan karena perbedaan metode yang dilakukan ataupun perbedaan tempat pengukuran dimana sifat tanah

gambutnya berbeda. Bahkan dengan metode yang sama pun, kadang juga bisa menghasilkan dekomposisi gambut yang berbeda (Jauhiainen et al., 2012).

Tabel 1. Metode prediksi dekomposisi gambut pada lahan yang berbeda di Indonesia.

Perubahan Lahan	Metode prediksi emisi CO_2 dari gambut atau dekomposisi gambut	Sumber
Hutan primer (HP)	Kajian pustaka dengan rumus respirasi total-respirasi akar	Hergoualc'h, K., & Verchot, L. V. 2011
Perkebunan kelapa sawit (KS)	Metode sungkup tertutup diantara tanaman, dan metode subsiden	Dariah et al., 2013, Husnain et al., 2014, Hooijer et al, 2012, Couwenberg and Hooijer, 2013
Perkebunan akasia (AK)	Metode sungkup tertutup diantara tanaman, menggunakan penghalang akar, dan metode subsiden	Jauhiainen et al., 2012, Hooijer et al, 2012, Couwenberg and Hooijer, 2013
Hutan yang terbakar (HT)	Metode sungkup tertutup dimana tanaman dan perakaran dianggap tidak ada, dan metode subsiden	Hirano et al., 2014, Hooijer et al, 2014
Hutan yang didrainase (HD)	Metode subsiden	Hooijer et al, 2014
Perkebunan karet (KR)	Metode sungkup tertutup diantara tanaman	Husnain et al., 2014
Tanah kosong (TK)	Metode sungkup tertutup diantara tanaman	Husnain et al., 2014

Tabel 2. Dekomposisi gambut dari berbagai lahan yang berbeda di lahan gambut

Perubahan Lahan	Emisi CO_2 dari gambut atau dekomposisi gambut ($gC\ m^{-2}\ th^{-1}$)	Rata-rata tinggi muka air tanah (m)
Hutan primer	690	0.12
Perkebunan kelapa sawit	1541 ± 465	-0.72 ± 0.22
Perkebunan akasia	2022 ± 165	-0.73 ± 0.06
Hutan yang terbakar	411 ± 55	-0.20 ± 0.08
Hutan yang didrainase	790	-0.43
Perkebunan karet	1418	-0.67
Tanah kosong	1718	-0.70

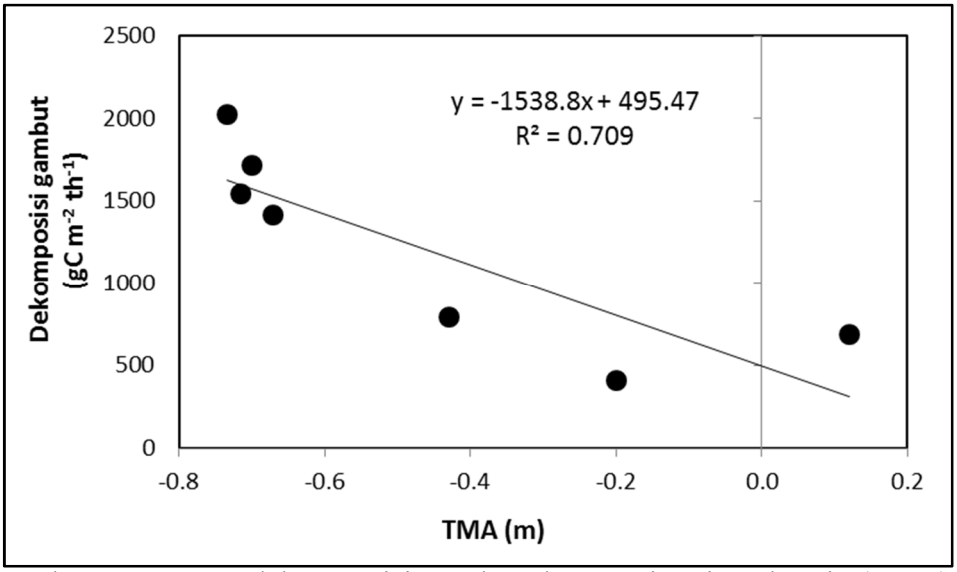
Alih fungsi lahan pada tanah gambut di Indonesia sebagian besar mengeluarkan emisi CO_2 atau dekomposisi gambut yang lebih besar daripada kondisi awal lahan tersebut yaitu hutan primer. Perubahan lahan menjadi perkebunan akasia menyumbang dekomposisi gambut terbesar dibandingkan perubahan lahan yang lain, disusul oleh perkebunan kelapa sawit. Perkebunan akasia menghasilkan dekomposisi gambut paling tinggi karena tanaman ini bisa merubah kondisi dan sifat tanah gambut serta meningkatkan komposisi karbon di dalam tanah dibanding tanaman yang lain (Marchante et al. 2008; Hergoualc'h & Verchot, 2013). Satu hal yang menarik adalah ternyata tanah yang kosong atau bera ternyata tidak menghasilkan dekomposisi tanah gambut yang paling rendah dibanding penggunaan lahan lainnya (Tabel 2). Hal ini

bisa mengandung konsekuensi bahwa lahan gambut yang telah terdegradasi, sebaiknya tetap diusahakan baik untuk pertanian, perkebunan atau dihutankan kembali. Daripada tetap mengeluarkan emisi dan tidak menghasilkan, sebaiknya tetap dipergunakan agar lahan tersebut tetap berguna atau menghasilkan.

Pada lahan gambut yang habis terbakar ternyata menghasilkan emisi yang rendah, bahkan bila dibandingkan dengan penggunaan lahan awal yaitu hutan primer. Hal ini kemungkinan terjadi karena proses kehilangan lapisan gambut di permukaan tanah, sehingga kandungan gambut menjadi berkurang dan otomatis tinggi muka air tanah akan semakin dangkal atau mendekati permukaan tanah. Kondisi muka air yang mendekati tanah biasanya akan menghasilkan emisi karbon yang rendah juga (Hirano et al., 2014).

Hubungan antara dekomposisi gambut dengan tinggi muka air

Kajian tentang dekomposisi gambut di berbagai penggunaan lahan di Indonesia masih menyisakan ketidak pastian, terutama pada perkebunan kelapa sawit dimana deviasi yang dihasilkan antar metode yang berbeda masih cukup tinggi (Tabel 2). Dekomposisi gambut baik menggunakan metode sungkup tertutup maupun metode subsiden juga sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar yaitu tinggi muka air tanah dan suhu tanah. Pengaruh utama kondisi lingkungan ini juga masih menjadi perdebatan antara tinggi muka air tanah dan suhu tanah (Hirano et al., 2014, Hooijer et al, 2014, Hooijer et al, 2012).



Gambar 1. Hubungan antara dekomposisi gambut dengan tinggi muka air (TMA) di lahan gambut.

Pada kajian ini, hubungan negatif yang nyata antara dekomposisi gambut dan TMA telah ditemukan ($p < 0.05$). Dekomposisi gambut akan bertambah besar seiring dengan kondisi TMA yang rendah (jauh dari permukaan tanah). Berdasarkan persamaan tersebut, setiap penurunan rata-rata TMA setiap tahun sebesar 0.1 m akan mengakibatkan penambahan dekomposisi gambut 154 gC m^{-2} th^{-1}. Hubungan yang nyata antara dekomposisi gambut dan TMA pada berbagai penggunaan lahan ini menegaskan bahwa TMA merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi dinamika dekomposisi gambut. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian di laboratorium, bahwa emisi dari lahan gambut dipengaruhi kandungan air di dalam tanah gambut tersebut (Husen et al., 2013). Walaupun begitu, Jauhiainen et al. (2014),

menyimpulkan bahwa faktor utama yang mempengaruhi emisi dari lahan gambut adalah suhu tanah.

Selain TMA, pada penentuan dekomposisi gambut menggunakan metode subsiden, parameter penting yang harus diperhatikan adalah karakteristik tanah gambut yaitu berat isi dan kandungan karbon (Könönen et al., 2015). Nilai berat isi dan kandungan karbon yang rendah biasanya akan menghasilkan tingkat subsiden yang tinggi pada tanah gambut (Murayama and Bakar, 1996).

KESIMPULAN

Kajian tentang dekomposisi gambut yang terbebas dari respirasi akar masih sedikit sekali ditemukan di penggunaan lahan yang berbeda di Indonesia. Pada dasarnya alih fungsi lahan gambut menjadi perkebunan menghasilkan dekomposisi gambut yang lebih tinggi dibanding kondisi awal yaitu hutan primer. Akan tetapi tingkat dekomposisi gambut juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar seperti tinggi muka air tanah, suhu tanah, dan jenis tanaman yang tumbuh di lahan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Couwenberg, J., Dommain, R., & Joosten, H. (2010). Greenhouse gas fluxes from tropical peatlands in south-east Asia. *Global Change Biology*, *16*(6), 1715-1732. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2009.02016.x

Couwenberg, J., & Hooijer, A. (2013). Towards robust subsidence-based soil carbon emission factors for peat soils in south-east Asia, with special reference to oil palm plantations. *Mires & Peat*, *12*. Art 1.

Dariah, A., Marwanto, S., & Agus, F. (2014). Root-and peat-based CO_2 emissions from oil palm plantations. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *19*(6), 831-843. DOI: 10.1007/s11027-013-9515-6

Hergoualc'h, K., & Verchot, L. V. (2011). Stocks and fluxes of carbon associated with land use change in Southeast Asian tropical peatlands: A review. *Global Biogeochemical Cycles*, *25*(2). DOI: 10.1029/2009GB003718.

Hergoualc'h, K., & Verchot, L. V. (2014). Greenhouse gas emission factors for land use and land-use change in Southeast Asian peatlands. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *19*(6), 789-807. DOI: 10.1007/s11027-013-9511-x.

Hirano T, Segah H, Harada T, Limin S, June T, Hirata R, Osaki M .2007. Carbon dioxide balance of a tropical peat swamp forest in Kalimantan, Indonesia. Global Change Biology, 13, 412–425.

Hirano, T., Kusin, K., Limin, S., & Osaki, M. (2014). Carbon dioxide emissions through oxidative peat decomposition on a burnt tropical peatland. *Global Change Biology*, *20*(2), 555-565. DOI: 10.1111/gcb.12296.

Hooijer, A., Page, S., Canadell, J. G., Silvius, M., Kwadijk, J., Wösten, H., & Jauhiainen, J. (2010). Current and future CO 2 emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, *7*(5), 1505-1514. DOI: 10.5194/bg-7-1505-2010

Hooijer, A., Page, S., Jauhiainen, J., Lee, W. A., Lu, X. X., Idris, A., & Anshari, G. (2012). Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands. *Biogeosciences*, *9*(3), 1053-1071. DOI: 10.5194/bg-9-1053-2012.

Hooijer, A., Page, S., Navratil, P., Vernimmen, R., van der Vat, M., Tansey, K., ... & Mawdsley, N. (2014). Carbon emissions from drained and degraded peatland in Indonesia and emission factors for measurement, reporting and verification (MRV) of peatland greenhouse gas emissions–a

summary of KFCP research results for practitioners. *Jakarta, Indonesia: IAFCP*.

Husen, E., Salma, S., & Agus, F. (2014). Peat emission control by groundwater management and soil amendments: evidence from laboratory experiments. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, *19*(6), 821-829. DOI: 10.1007/s11027-013-9526-3

Husen, E., Salma, S., & Agus, F. (2014). Peat emission control by groundwater management and soil amendments: evidence from laboratory experiments. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, *19*(6), 821-829. DOI: 10.1007/s11027-014-9550-y.

Jauhiainen, J., Hooijer, A., & Page, S. E. (2012). Carbon dioxide emissions from an Acacia plantation on peatland in Sumatra, Indonesia. *Biogeosciences*, *9*(2), 617-630. DOI: 10.5194/bg-9-617-2012.

Jauhiainen, J., Kerojoki, O., Silvennoinen, H., Limin, S., & Vasander, H. (2014). Heterotrophic respiration in drained tropical peat is greatly affected by temperature—a passive ecosystem cooling experiment. *Environmental Research Letters*, *9*(10), 105013. DOI: 10.1088/1748-9326/9/10/105013.

Könönen, M., Jauhiainen, J., Laiho, R., Kusin, K., & Vasander, H. (2015). Physical and chemical properties of tropical peat under stabilised land uses. *Mires and peat*, *16*(8), 1-13.

Marchante, E., Kjøller, A., Struwe, S., & Freitas, H. (2008). Short-and long-term impacts of Acacia longifolia invasion on the belowground processes of a Mediterranean coastal dune ecosystem. *Applied Soil Ecology*, *40*(2), 210-217. DOI: 10.1016/j.apsoil.2008.04.004

Miettinen, J., Hooijer, A., Shi, C., Tollenaar, D., Vernimmen, R., Liew, S. C., ... & Page, S. E. (2012). Extent of industrial plantations on Southeast Asian peatlands in 2010 with analysis of historical expansion and future projections. *Gcb Bioenergy*, *4*(6), 908-918. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2012.01172.x

Murayama, S., & AbuBakar, Z. (1996). Decomposition of tropical peat soils. 2. Estimation of in situ decomposition by measurement of {CO2} flux. *Jarq-Japan Agricultural Research Quarterly*, *30*(3), 153-158.

Melling, L. U. L. I. E., Tan, C. Y., Goh, K. J., & Hatano, R. Y. U. S. U. K. E. (2013). Soil microbial and root respirations from three ecosystems in tropical peatland of Sarawak, Malaysia. *J Oil Palm Res*, *25*(1), 44-57.

Page, S. E., Rieley, J. O., Shotyk, Ø. W., & Weiss, D. (1999). Interdependence of peat and vegetation in a tropical peat swamp forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *354*(1391), 1885-1897. DOI: 10.1098/rstb.1999.0529

Page, S. E., Wűst, R. A. J., Weiss, D., Rieley, J. O., Shotyk, W., & Limin, S. H. (2004). A record of Late Pleistocene and Holocene carbon accumulation and climate change from an equatorial peat bog (Kalimantan, Indonesia): implications for past, present and future carbon dynamics. *Journal of Quaternary Science*, *19*(7), 625-635. DOI: 10.1002/jqs.884

Page, S. E., Rieley, J. O., & Banks, C. J. (2011). Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology*, *17*(2), 798-818. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02279.x

Strack, M. (Ed.). (2008). *Peatlands and climate change*. IPS, International Peat Society.