

CADANGAN, EMISI, DAN KONSERVASI KARBON PADA LAHAN GAMBUT

Fahmuddin Agus

Balai Penelitian Tanah, Jln. Ir H Juanda No. 98, Bogor

PENDAHULUAN

Dalam perdebatan mengenai perubahan iklim, peran lahan gambut semakin mengemuka, terutama sesudah penempatan Indonesia sebagai negara penghasil gas rumah kaca (GRK) tertinggi ke 3 di dunia sesudah Amerika Serikat dan Cina oleh Wetland International dan Delft Haydraulics yang dimuat dalam tulisan Hooijer *et al.* (2006). Penulis tersebut memperkirakan bahwa lahan gambut Indonesia menyumbangkan 2000 Mega ton (Mt) CO₂ per tahun dari total emisi CO₂ sebanyak 3000 Mt per tahun. Emisi yang berasal dari lahan non gambut diperkirakan hanya sekitar 500 Mt dan dari pembakaran bahan bakar minyak dan gas juga sekitar 500 Mt setara CO₂ per tahun. Bahkan untuk emisi yang berhubungan dengan perubahan penggunaan lahan dan kehutanan (Land use, land use change and forestry, LULUCF) emisi dari Indonesia diperkirakan berada pada peringkat tertinggi di dunia.

Dalam keadaan alami, hutan gambut merupakan penyimpan (*net sink*) dari karbon. Akan tetapi apabila hutan gambut dibuka sebagian besar karbon yang ada pada biomassa tanaman akan teroksidasi menjadi CO₂, terutama apabila pembukaan hutan disertai dengan pembakaran. Sejalan dengan terbakarnya biomassa di atas permukaan tanah, beberapa cm lapisan gambut juga akan ikut terbakar.

Selanjutnya apabila lahan tersebut didrainase (untuk keperluan pembangunan jalan dan pembukaan lahan pertanian) maka pengeringan dari gambut akan menyebabkan peningkatan emisi CO₂. Sejalan dengan itu, berbagai teknik pertanian seperti pembakaran semak di atas gambut pada pertanian tradisional dan berbagai praktek pengelolaan tanah akan dapat meningkatkan laju emisi CO₂.

Sumbangan Indonesia terhadap GRK bukan hanya merupakan masalah global, tetapi juga merupakan masalah nasional yang sangat mempengaruhi semua tatanan kehidupan. Pemanasan global yang tidak terkendali dapat menenggelamkan sekitar 2000 pulau kecil di Indonesia sebelum berakhirnya abad ini karena kenaikan permukaan air laut. Berbagai fauna dan flora tidak adaptif terhadap kenaikan suhu yang signifikan sehingga mereka akan punah. Berbagai tanaman pertanian juga terancam menurun produktivitasnya karena tidak adaptif dengan suhu yang lebih tinggi. Banjir dan kemarau yang ekstrim yang makin sering

terjadi merupakan gejala dari pemanasan global dan sangat mempengaruhi produktivitas pertanian serta kelestarian lahan.

Oleh sebab itu perlu dikembangkan usaha untuk mempertahankan (konservasi) karbon pada lahan gambut. Tulisan ini menguraikan tentang cadangan karbon, proses dan besaran emisi CO₂, serta pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi CO₂ dari lahan gambut.

CADANGAN KARBON

Dari 188 juta ha total luas daratan Indonesia, sekitar 20 juta ha di antaranya adalah lahan gambut. Berdasarkan atlas Gambut Indonesia (Wahyunto *et al.*, 2003, 2004, dan 2007) Papua mempunyai lahan gambut terluas, namun karena pada umumnya gambut di Papua lebih tipis, maka cadangan (*stock*) karbonnya hanya sekitar 3.623 Mega ton (Mt) atau 3,6 Giga ton (Gt). Gambut di Sumatera mempunyai kedalaman antara 0,5 sampai lebih dari 12 m, dan cadangan karbonnya mencapai 22,3 Gt dan di Kalimantan cadangan karbon lahan gambut sekitar 11,3 Gt. Untuk seluruh Indonesia cadangan karbon gambut diperkirakan mencapai 37 Gt (Tabel 1).

Jumlah 37 Gt tersebut belum termasuk karbon di atas permukaan tanah (*above ground*). Hutan gambut mengandung sekitar 200 t C/ha (Rahayu *et al.*, 2005). Dari hutan gambut yang tersisa sekitar 60% (12 juta ha) terkandung sekitar 1,8 sampai 2,4 Gt karbon. Pada lahan perkebunan yang sudah produktif terkandung sekitar 100 t C/ha. Dengan demikian, berdasarkan perkiraan ini jumlah karbon yang terkandung pada lahan gambut Indonesia sekitar 40 Gt.

Dari Tabel 1 juga terlihat bahwa setiap ha lahan gambut Sumatera mengandung sekitar 3100 t C dan gambut kalimantan mengandung sekitar 2000 t C/ha. Perbedaan ini menurut Wahyunto *et al.* (2003, 2004) adalah karena perbedaan kedalaman gambut di kedua pulau ini.

Tabel 1. Luas lahan dan cadangan karbon lahan gambut (tidak termasuk karbon pada biomassa tanaman)

Pulau	Luas (juta ha)	Cadangan C (juta ton)	Cadangan C (t/ha)
Sumatera	7,2	22.283	3.093
Kalimantan	5,8	11.275	1.954
Papua	8,0	3.623	454
Total	21,0	37.181	

Sumber: Wahyunto *et al.* (2003, 2004, 2007).

Perkiraan gambut di Papua kelihatannya terlalu rendah (*under estimate*). Ini disebabkan pendugaan yang mengandalkan teknologi penginderaan jarak jauh tanpa pengecekan di lapangan. Landsat TM, misalnya, memberikan perbedaan kedalaman gambut berdasarkan perbedaan warna, namun kelas kedalaman yang diberikan sangat kasar (sekitar 4 m). Artinya, jika perbedaan kedalaman hanya 2 m, teknologi ini tidak mampu menampakkannya pada citra. Pengecekan lapangan (*ground truthing*) sangat diperlukan untuk verifikasi data ini.

Kekurang akuratan pendugaan cadangan karbon juga terjadi karena sulitnya menjangkau kubah gambut yang letaknya di pedalaman.

Walaupun terdapat perbedaan kandungan karbon, namun untuk gambut dangkal sekalipun, cadangan karbonnya lebih tinggi dari karbon yang ada pada biomassa di atas permukaan tanah. Gambut dengan kedalaman 1 m mempunyai kandungan karbon sekitar 600 t/ha (Page et al, 2002), sedangkan biomassa hutan gambut hanya mengandung sekitar 200 t C/ha. Sebagai pembandingan, tanah mineral hanya terkandung 20 sampai 80 ton karbon dan hutan primer di atasnya mengandung sekitar 300 t C/ha .

EMISI CO₂ DARI LAHAN GAMBUT

Emisi pada waktu pembukaan hutan

Dalam keadaan alami lahan gambut merupakan penambat (*net sink*) dari karbon. Apabila hutan gambut dibuka maka akan terjadi emisi yang sangat tinggi disebabkan oleh pembakaran dan pengaruh drainase

Sekitar separoh dari 200 t C/ha yang dikandung biomassa di atas permukaan tanah, karena dijadikan papan dan plywood, akan bertahan, sedangkan separoh lainnya yang terdiri dari cabang dan ranting pohon serta pohon yang masih kecil seringkali dibakar. Seiring dengan itu lebih dari 10 cm lapisan atas tanah gambut juga ikut terbakar. Dalam 10 cm tanah gambut terkandung sekitar 60 t C/ha. Dengan demikian sekitar 160 t C atau 587 t CO₂/ha akan teremisi dalam proses pembukaan hutan gambut.

Emisi dari perkebunan kelapa sawit

Jika lahan gambut dijadikan kebun kelapa sawit, dalam 15 sampai 25 tahun akan terjadi penambatan (*sequestration*) sekitar 367 t CO₂ atau setara dengan 100 t C/ha dalam bentuk pohon sawit. Namun sejalan dengan itu terjadi pula dekomposisi gambut yang lajunya ditentukan oleh kedalaman drainase (Gambar 1) dan cara pengelolaan tanah lainnya seperti pemupukan.



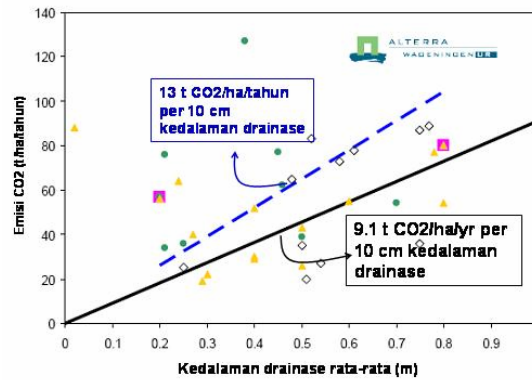
Gambar 1. Pembukaan hutan gambut dan pembuatan saluran drainase menyebabkan karbon yang ada di lahan gambut teremis menjadi CO₂.

Berdasarkan review literatur, dari sejumlah penelitian yang menggunakan metode penangkapan gas dengan sungkup tertutup (*closed chamber*) Hooijer *et al.* (2006) membuat hubungan linear antara kedalaman drainase dengan emisi tahunan (Gambar 2). Didapatkan bahwa untuk setiap 10 cm kedalaman drainase akan teremis sekitar 9.1 t CO₂/ha/tahun. Wösten (2001), dengan metode penelitian pengamatan *subsidence* bahkan memperkirakan bahwa untuk setiap 10 cm kedalaman drainase terjadi emisi CO₂ sebanyak 13 t/ha/tahun.

Dengan menggunakan hubungan yang pertama (9,1 ton emisi CO₂/ha/tahun untuk setiap 10 cm kedalaman drainase), untuk kebun sawit yang mempunyai kedalaman drainase rata-rata 80 cm, terjadi emisi CO₂ sekitar 73 t/ha/tahun atau 1820 t/ha/25tahun. Jadi net emisi CO₂ selama 25 tahun (dengan memperhitungkan penambatan CO₂ sebanyak 367 t/ha/25 tahun) adalah sekitar 1453 t/ha. Jumlah emisi CO₂ dalam satu siklus kelapa sawit selama 25 tahun ini, lebih dari dua kali emisi yang terjadi sewaktu pembukaan hutan yang besarnya sekitar 587 t/ha.

Emisi dari sistem pertanian tanaman semusim

Berbagai sistem tradisional tanaman pangan dan sayur-sayuran secara sengaja membakar semak dan lapisan gambut untuk mendapatkan beberapa ton abu penyubur tanah. Apabila setiap tahunnya terbakar 2,5 cm gambut maka emisi yang terjadi adalah sekitar 55 t CO₂/ha/tahun. Drainase yang pada umumnya berkedalaman 30 cm berpotensi pula menyumbangkan emisi CO₂ sebanyak 27 t/ha/tahun sehingga emisi berjumlah 82 t/ha/tahun atau 2050 t CO₂/25 tahun. Jumlah ini lebih dari tiga kali emisi dari pembukaan hutan.



Gambar 2. Hubungan antara emisi karbon dan kedalaman drainase lahan gambut. Sumber: Hoojer *et al.* (2006).

Emisi dari sistem penggunaan lahan lainnya

Luas hutan gambut yang ditebang setiap tahunnya dan luas lahan yang digunakan untuk berbagai sistem pertanian akan menentukan jumlah emisi tahunan dari lahan gambut. Data luas pembukaan hutan gambut relatif mudah didapatkan, meskipun sumber yang berbeda cenderung memberikan angka yang berbeda pula. Diperkirakan dewasa ini terjadi pembukaan hutan gambut sekitar 1,3% setiap tahunnya (review dalam Hooijer *et al.* 2006). Namun data luas penggunaan lahan gambut untuk berbagai sistem pertanian relatif lebih sulit didapatkan.

Berbagai sistem pertanian menggunakan sistem pengelolaan yang berbeda. Pada umumnya sistem pertanian tanaman tahunan relatif aman dari kebakaran, tetapi pada sistem pertanian tanaman semusim, termasuk sistem pertanian sayur-sayuran, pembakaran menjadi bagian dari sistem pengelolaan lahan.

Berdasarkan uraian terdahulu tentang pengaruh berbagai cara pengelolaan lahan dengan emisi CO₂, dibuat hubungan antara emisi net (*net emission*), E , dengan komponen pembentuk emisi dan penambatan:

$$E = (Ed - Sa) + (Ebb + Ebo)$$

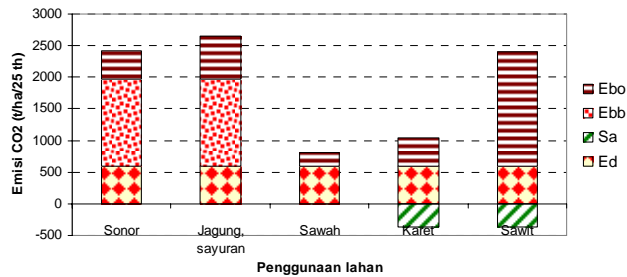
Ed = Emisi dari pembakaran biomassa dan pembakaran gambut sewaktu pembukaan hutan (deforestasi).

Sa = Penambatan karbon oleh tanaman (perkebunan)

Ebb = Emisi dari pembakaran gambut (Volume yang terbakar x kandungan karbon/volume), dan

Ebo = Emisi karena dekomposisi gambut yang dipengaruhi oleh kedalaman drainase dan cara pengelolaan lainnya.

Besaran dari masing-masing peubah ini sudah diuraikan pada subbab ini dan ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Emisi dan penambatan karbon pada berbagai sistem penggunaan lahan dimulai dari saat pembukaan hutan.

Untuk Gambar 3 diberlakukan asumsi kedalaman drainase untuk sistem ‘sonor’ (sistem padi tebas bakar pada lahan gambut di Sumatera Selatan), sawah, tanaman semusim (jagung dan sayuran), karet, dan sawit berturut-turut 20, 10, 20, 20, dan 80 cm. Tanaman sagu yang banyak terdapat pada lahan rawa di Papua tidak memerlukan drainase.

KONSERVASI KARBON PADA LAHAN GAMBUT

Uraian terdahulu menerangkan berbagai sumber emisi CO₂ dari lahan gambut. Dengan demikian pengurangan emisi CO₂ dari lahan gambut pada dasarnya adalah melalui:

1. Menghindari deforestasi hutan gambut (*avoided deforestation*)
2. Memperbaiki sistem pengelolaan lahan

Disadari bahwa penggunaan lahan gambut, yang didahului oleh deforestasi, diperlukan untuk pembangunan ekonomi, termasuk di dalamnya penciptaan lapangan kerja, pengentasan kemiskinan dan ketahanan pangan.

Berbagai sistem penggunaan lahan, misalnya perkebunan sawit (yang dikelola secara efisien) memberikan nilai *opportunity cost* (keuntungan yang hilang) sekitar \$4,1 per ton CO₂ yang teremisi (Agus dan van Noordwijk, 2007). Maksudnya, apabila semua biaya dan keuntungan jangka panjang (25 tahun) dari kelapa sawit diperhitungkan dan dibandingkan dengan karbon yang teremisi akibat perkebunan kelapa sawit tersebut, maka keuntungan yang hilang kalau lahan tidak digunakan untuk kelapa sawit adalah \$4,1/t CO₂.

Sistem lain, misalnya sistem ‘sonor’, *opportunity cost*-nya hanya sekitar \$0.1/ t CO₂. yang menggambarkan bahwa sistem ini mempunyai tingkat keuntungan yang sangat rendah.

Contoh yang lebih ekstrim adalah pembukaan lahan gambut sejuta ha di Kalimantan Tengah pada pertengahan tahun 90-an. Keuntungan ekonominya negatif karena telah mengeluarkan biaya sangat besar sedangkan lahannya sebagian besar hanya menjadi lahan bongkor yang tidak menghasilkan apapun.

Apabila nilai ekonomi dari pembukaan lahan gambut cukup signifikan, kita sebagai bangsa bebas menentukan apakah akan memanfaatkan lahan untuk penggunaan tertentu atau mempertahankannya sebagai hutan.

Pasca Kyoto Protocol akan diberlakukan mekanisme perdagangan karbon yang disebut *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation* (REDD) yang pada Conference of Parties (COP-13) di bawah Mekanisme Kerja Konvensi PBB tentang Perubahan Iklim (UNFCCC) di Bali bulan Desember 2007 sudah dibicarakan. REDD merupakan peluang konservasi karbon pada lahan gambut di Indonesia.

Harga kredit karbon yang berlaku di pasaran dunia dewasa ini berkisar antara \$4 sampai \$18 per ton CO₂. Harga yang kemungkinan diberlakukan untuk REDD kemungkinan sekitar \$5 per ton CO₂.

Apabila pada lahan tertentu keuntungan yang diharapkan jauh lebih rendah dari \$5 per ton CO₂ yang akan teremisi, maka akan lebih baik bila hutannya dipertahankan dan negara (termasuk pemilik lahan) menerima imbalan sebesar \$5 per ton CO₂ yang dikonservasi. Harga \$5 per ton CO₂ tersebut termasuk biaya transaksi yang digunakan dalam penilaian cadangan karbon, harga monitoring, dan pengawasan, sehingga imbalan yang diterima pemilik lahan jauh lebih kecil. Pembagian yang adil dari kredit karbon, komitmen bangsa (pemerintah pusat sampai pemerintah kabupaten, serta pemilik lahan) untuk mematuhi perjanjian akan menentukan kesuksesan mekanisme REDD.

Dalam pertemuan COP 13 di Bali REDD baru mencakup lahan yang sekarang tertutup hutan, tetapi belum mencakup lahan yang sudah digunakan untuk pertanian walaupun emisi jangka panjangnya bisa beberapa kali lebih tinggi dari emisi sewaktu deforestasi (Gambar 3). Namun pada perundingan tentang perubahan iklim yang akan datang, tidak kecil kemungkinan bahwa lahan pertanian akan bisa mendapatkan kredit dari REDD. Caranya adalah dengan menurunkan emisi pada lahan pertanian dari tingkat emisi yang ada sekarang. Pengurangan emisi pada lahan pertanian pada dasarnya dapat dilakukan dengan mengurangi kedalaman drainase dan menghindari pembakaran.

Tantangan sekarang adalah melakukan penilaian emisi yang lebih akurat dari berbagai sistem pertanian dan meneliti teknologi yang tingkat emisinya lebih rendah. Penelitian juga diperlukan untuk mengurangi tingkat ketidakpastian (*uncertainty*) data cadangan karbon dan data emisi yang ada sekarang.

KESIMPULAN

Dengan luas lahan gambut yang hanya sekitar 12% dari total luas daratan Indonesia, emisi CO₂ dari lahan gambut diperkirakan sekitar empat kali emisi dari lahan mineral. Hal ini disebabkan tingginya cadangan karbon lahan gambut dan mudahnya karbon tersebut teremisi apabila dilakukan deforestasi, drainase serta pembakaran.

Emisi gas rumah kaca bukan hanya merupakan masalah global, namun sangat berpengaruh kepada segenap aspek kehidupan di Indonesia. Oleh sebab itu karbon pada lahan gambut perlu dikonservasi agar tidak menambah konsentrasi gas rumah kaca. Caranya adalah dengan mengurangi deforestasi dari tingkat *baseline* yang ada sekarang dan memperbaiki sistem pertanian di lahan gambut.

Mekanisme *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation* (REDD) berpeluang membantu Indonesia mewujudkan konservasi karbon.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. and M. van Noordwijk, 2007. CO₂ emissions depend on two letters. The Jakarta Post, November 15.
- Hooijer, A., M. Silvius, H. Wösten, and S Page. 2006. PEAT CO₂, Assessment of CO₂ Emission from drained peatlands in SE Asia. Wetland International and Delft Hydraulics report Q3943.
- Page, S.E., Siegert, F., Rieley, J.O., Boehm, H.V., Jayak, A. and Limin, S. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. NATURE, VOL 420, 2002.
- Rahayu, S., B. Lusiana, and M. van Noordwijk. 2005. Aboveground carbon stock assessment for various land use systems in Nunukan, East Kalimantan. Pp. 21-34 *In* Carbon Stock Monitoring in Nunukan, East Kalimantan: A Spatial and Modelling Approach. World Agroforestry Centre, SE Asia, Bogor.
- Wahyunto, H. Subagjo, S. Ritung, and H. Bekti. 2007. Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Papua. Wetland International-Indonesia Program and Wildlife Habitat Canada (WHC).
- Wahyunto, S. Ritung, and H. Subagjo. 2003. Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Sumatra. Wetland International-Indonesia Program and Wildlife Habitat Canada (WHC).
- Wahyunto, S. Ritung, Suparto, and H. Subagjo. 2004. Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Kalimantan. Wetland International-Indonesia Program and Wildlife Habitat Canada (WHC).
- Wösten, J.H.M. and H.P. Ritzema. 2001. Land and water management options for peatland development in Sarawak, Malaysia. International Peat Journal 11: 59-66.