

Perubahan Stok Karbon dan Nilai Ekonominya pada Konversi Hutan Rawa Gambut Menjadi Hutan Tanaman Industri Pulp

Change of The Carbon Stock and It's Economic Value on the Conversion of Peat Swamp Forest to Pulpwood Industrial Plantation Forest

Yanto Rochmayanto¹, Dudung Darusman², Teddy Rusolono², dan Elias^{2*}

¹Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor

²Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor

Abstract

Peat swamp forest is an important pool of terrestrial carbon stock (C-stock). Therefore, research on change of C-stock and its economic value of peat swamp forest conversion to pulpwood industrial plantation forest is important. The objectives of this research are to know the change of C-stock on peat swamp forest conversion to pulpwood industrial plantation forest, and to get the carbon economic value of peat swamp forest and pulpwood industrial plantation forest. The result showed that conversion from logged over and secondary forest causing the decrease of C-stocks of 103.53 and 61.02 t ha⁻¹ year⁻¹, while conversion from degraded forest causing the increase of C-stocks of 22.47 t ha⁻¹ year⁻¹. REDD project on pulpwood industrial plantation forest from degraded land causing the increase of NPV of 20.21% and 51.13% for compensation prices US\$ 9 and 12 tCO₂-e⁻¹. REDD project with conservation on secondary forest gave lower economic value than pulpwood industrial plantation forest at all compensation prices simulation, and REDD project with preservation logging gave higher economic value than pulpwood industrial plantation forest at compensation price US\$ 12 tCO₂-e⁻¹. REDD project on logged over forest gave higher economic value than pulpwood plantation at compensation prices US\$ 9 and 12 tCO₂-e⁻¹ (both on conservation and preservation logging scenarios).

Keywords: peat swamp forest, land conversion, plantation, C-stock, REDD

**Penulis untuk korespondensi, e-mail: elias2956@yahoo.com*

Pendahuluan

Hutan rawa gambut merupakan tempat simpanan karbon (C) yang besar dan berperan penting dalam siklus karbon global. Menurut Anshari dan Armiyarsih (2005), hutan rawa gambut merupakan penyimpan C utama di dunia, yakni sebesar 329–528 Gt, atau sekitar 20% dari seluruh stok C tanah. Menurut Murdiyarsa *et al.* (2004), luas lahan gambut tropis ±40 juta hektar dan 50% di antaranya terdapat di Indonesia, yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Sebagian besar lahan gambut di Indonesia telah mengalami degradasi akibat eksploitasi kayu, kebakaran hutan, dan konversi hutan gambut menjadi penggunaan lain, seperti pembangunan HTI-Pulp.

Dalam rangka menjawab kebutuhan kebijakan alternatif, diperlukan kajian pola penggunaan lain dari hutan alam rawa gambut yang mampu memberikan manfaat ekonomi tinggi tanpa menyebabkan degradasi hutan. Alternatif kebijakan yang saat ini potensial adalah *Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation* (REDD). Untuk itu perlu dijawab: (1) bagaimana perubahan stok C pada konversi hutan alam rawa gambut menjadi HTI-Pulp? (2) berapa potensi nilai ekonomi dari C hutan alam rawa gambut? (3) bagaimana hubungan penghindaran

konversi hutan alam rawa gambut menjadi HTI-Pulp dalam REDD yang menghasilkan penerimaan ekonomi. Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan stok C dan nilai ekonominya pada konversi hutan alam rawa gambut menjadi HTI-Pulp.

Metode

Penelitian ini dilakukan di Provinsi Riau, mengingat provinsi ini memiliki areal lahan gambut dan areal konsesi HTI-Pulp lahan gambut yang luas. Kerangka pikir dan ruang lingkup penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

Penghitungan stok C vegetasi hutan alam rawa gambut dilakukan pada hutan bekas tebangan, hutan sekunder, dan hutan terdegradasi. Penghitungan stok C vegetasi HTI-Pulp dilakukan pada tegakan kelas umur 1 sampai 5 tahun. Hutan rawa gambut bekas tebangan adalah hutan rawa gambut bekas aktivitas penebangan (oleh HPH atau lainnya) yang masih memiliki potensi vegetasi (*growing stock*) tinggi dan masih menunjukkan ciri-ciri hutan primer. Hutan rawa gambut sekunder adalah hutan rawa gambut bekas tebangan yang telah mengalami tekanan penggunaan lebih lanjut sehingga potensinya menurun dan telah menunjukkan adanya jenis-jenis pionir yang berbeda dengan jenis alami

hutan rawa sebelumnya. Hutan gambut terdegradasi adalah hutan rawa gambut sekunder yang telah mengalami tekanan lebih lanjut (penebangan, tebas bakar, perambahan, dan lain-lain) sehingga potensi vegetasinya sangat sedikit atau tidak ada sama sekali. Penelitian ini dikerjakan dalam 2 tahap, yaitu tahap penghitungan stok C dan tahap penilaian ekonomi.

Metode penghitungan stok C hutan Perubahan stok C diukur dalam plot contoh 20 m × 50 m pada hutan alam rawa gambut (bekas tebanan, hutan sekunder, dan hutan terdegradasi) dan HTI-Pulp yang berumur 1–5 tahun. Jumlah plot contoh 2 buah yang terdiri dari 3 kali ulangan pada masing-masing kondisi hutan.

Biomassa pohon di bagian atas tanah hutan alam gambut dihitung dengan persamaan alometrik dari Murdiyarso *et al.* (2004):

$$W = 0,19rD^{2,37} \quad [1]$$

dimana:

W = Bobot kering (kg)

D = Diameter pohon (cm)

r = Kerapatan kayu ($g\ cm^{-3}$)

Biomassa akar diestimasi dengan nisbah tajuk akar menurut Istomo (2002), yaitu sebesar 0,25. Biomassa pohon HTI *Acacia crassicarpa* dihitung dengan persamaan alometrik yang dikembangkan Rahmat, Sumadi, dan Hidayat (2007):

$$W = 0,0267D^{2,8912} \quad [2]$$

Jumlah stok C dihitung dengan persamaan dari Brown (1994):

$$C = 0,5 \text{ Biomassa (kg)} \quad [3]$$

Estimasi emisi/serapan karbondioksida (CO_2) dilakukan dengan persamaan:

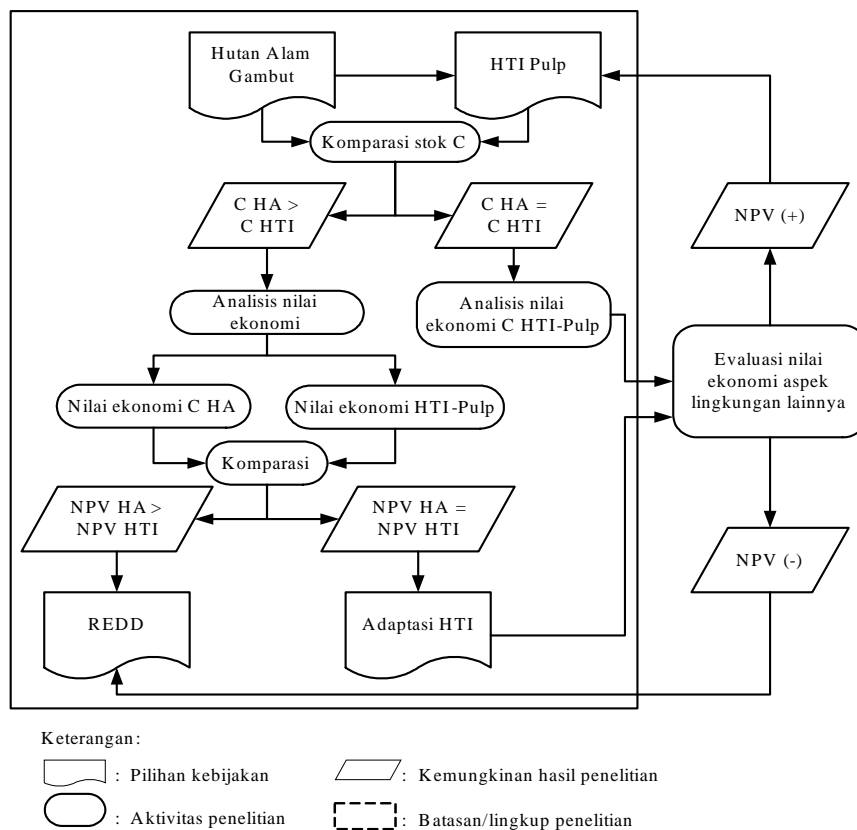
$$CO_2 = 3,67C \quad [4]$$

Penghitungan stok C hutan dalam hal ini hanya difokuskan pada stok C di dalam vegetasi (termasuk akar pohon), sedangkan perubahan stok C dari subsidensi tanah gambut (penurunan ketebalan tanah) akibat konversi tidak dimasukkan dalam perhitungan.

Metode penghitungan nilai ekonomi C hutan

Penghitungan nilai ekonomi C hutan alam rawa gambut dan HTI-Pulp didekati dengan nilai proyek REDD pada periode 5 tahunan, dengan mekanisme pembayaran penuh pada awal proyek. Harga C menggunakan harga hipotetis menurut Pirard (2005) sebesar US\$ 6, US\$ 9, dan US\$ 12 tCO_2-e^{-1} . Nilai ekonomi HTI-Pulp didekati dengan analisis ekonomi pembangunan HTI-Pulp sampai penjualan kayu ke industri. Indikator investasi yang digunakan adalah: NPV, BCR, dan IRR. Prosedur penilaian ekonomi C hutan adalah:

1 Apabila stok C HTI-Pulp > stok C hutan alam rawa gambut, dilakukan analisis ekonomi partisipasi HTI-Pulp pada proyek REDD dan komparasi nilai ekonomi HTI-Pulp murni dengan HTI-Pulp yang berpartisipasi pada proyek REDD.



Gambar 1 Kerangka pikir dan ruang lingkup penelitian.

2 Apabila stok C HTI-Pulp < stok C hutan alam rawa gambut, dilakukan analisis ekonomi proyek REDD dari hutan alam rawa gambut dan komparasi nilai ekonomi HTI-Pulp dengan nilai ekonomi dari proyek REDD hutan alam rawa gambut.

Struktur biaya proyek REDD terdiri dari biaya oportunitas dan biaya transaksi. Berdasarkan Agus *et al.* (2007) dan Ginoga dan Lugina (2007), secara matematis formula menghitung biaya dan penerimaan REDD dinyatakan sebagai:

$$\text{Biaya oportunitas (Rp tCO}_2\text{-e}^{-1}) = \frac{(\text{NPV ha}^{-1})}{(\text{emisi CO}_2 \text{ ha}^{-1})} \quad [5]$$

$$\text{Biaya transaksi (Rp tCO}_2\text{-e}^{-1}) = 39,2\% \times \text{total biaya} \quad [6]$$

$$\text{Total biaya (Rp tCO}_2\text{-e}^{-1}) = \text{Biaya oportunitas} + \text{biaya transaksi} \quad [7]$$

$$\text{Penerimaan (Rp tCO}_2\text{-e}^{-1}) = \text{Harga satuan kompensasi} \times \text{emisi CO}_2 \quad [8]$$

Hasil dan Pembahasan

Stok C hutan alam rawa gambut Stok C dari 3 kondisi hutan alam rawa gambut yang dikaji menunjukkan perbedaan yang nyata. Hutan alam rawa gambut terdegradasi tidak memiliki stok C pada vegetasi karena tidak ditemukan vegetasi berukuran diameter 5 cm atau lebih. Vegetasi didominasi oleh rumput dan semak. Hutan alam rawa gambut bekas tebangan memiliki pohon berdiameter lebih dari 5 cm, rata-rata 1400 batang ha⁻¹, dengan biomassa rata-rata 251,99 ton ha⁻¹ atau stok C rata-rata 126,01 ton ha⁻¹. Jumlah pohon rata-rata per hektar di hutan alam rawa gambut sekunder adalah 1 063,33 pohon, dengan biomassa rata-rata 166,93 ton ha⁻¹ atau stok C rata-rata 83,49 ton ha⁻¹. Secara ringkas gambaran tersebut disajikan pada Tabel 1.

Stok C HTI-Pulp *Acacia crassiparva* Rata-rata jumlah pohon, diameter pohon, biomassa, dan stok C HTI-Pulp *Acacia crassiparva* disajikan dalam Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa jumlah pohon per hektar akan semakin berkurang seiring dengan pertambahan umur tegakan. Pola penurunan jumlah pohon per hektar ini berbanding terbalik dengan pola perkembangan rata-rata diameter, biomassa, dan stok C. Pada umur 1 tahun tegakan *Acacia crassiparva* di lokasi penelitian memiliki stok C sebanyak 4,59 ton ha⁻¹, kemudian meningkat berturut-turut pada umur 2,3,4, dan 5 tahun menjadi 14,34; 25,72; 28,18; dan 39,51 ton ha⁻¹.

Perubahan stok C terjadi pada konversi hutan alam rawa gambut menjadi HTI-Pulp. Pada skala per hektar, konversi hutan alam rawa gambut bekas tebangan menjadi HTI-Pulp (*baseline* pertama), menyebabkan penurunan stok C sebesar 126,01 ton pada tahun pertama dan 86,5 ton pada akhir daur HTI-Pulp. Rata-rata emisi tahunan yang timbul pada setiap 1 ha hutan alam rawa gambut adalah 107,28 ton.

Konversi hutan alam rawa gambut sekunder menjadi HTI-Pulp (*baseline* kedua) menyebabkan penurunan stok C sebesar 84,49 ton pada tahun pertama dan 43,98 ton pada akhir daur. Rata-rata emisi tahunan pada setiap 1 ha hutan alam rawa gambut sekunder yang dikonversi menjadi HTI-

Pulp adalah 64,77 ton. Situasi ini menunjukkan bahwa konversi hutan alam rawa gambut bekas tebangan dan sekunder mengakibatkan degradasi hutan dan tidak memenuhi prinsip *additionality* untuk mitigasi perubahan iklim.

Pada *baseline* ketiga (konversi hutan alam rawa gambut terdegradasi menjadi HTI-Pulp) menunjukkan perubahan stok C yang positif dari tahun ke tahun hingga akhir daur. Pengelolaan HTI-Pulp pada tahun kelima menyebabkan penambahan stok C sebesar 39,51 ton atau rata-rata sebesar 22,47 ton tahun⁻¹ ha⁻¹. Situasi ini menunjukkan tercapainya prinsip *additionality* untuk mitigasi perubahan iklim. Gambaran perubahan stok C tersebut disajikan pada Gambar 2.

Perubahan stok C dalam satuan lanskap digambarkan pada skala unit pengelolaan HTI-Pulp seluas 51.215 ha. Penghitungan perubahan stok C dilakukan dengan asumsi kondisi HTI-Pulp adalah hutan normal, sehingga setiap kelas umur memiliki luasan yang sama yaitu 10.243 ha, dan perubahan vegetasi hutan alam rawa gambut menjadi HTI-Pulp juga bertahap seluas 10.243 ha setiap tahun. Hasil penghitungan perubahan stok C pada konversi hutan tersebut disajikan pada Tabel 3.

Konversi hutan alam rawa gambut bekas tebangan menjadi HTI-Pulp (*baseline* 1) pada skala unit pengelolaan menyebabkan penurunan stok C sebesar 5,30 juta ton C. Apabila konversi dilakukan dari hutan alam rawa gambut sekunder (*baseline* 2) penurunan stok C sebesar 3,13 juta. Peningkatan stok C akan terjadi apabila HTI-Pulp dibangun dari hutan alam rawa gambut terdegradasi, yang akan meningkatkan stok C sebesar 1,15 juta ton.

Pengalihan areal pencadangan HTI-Pulp menjadi areal UP PAN-KARBON dengan konservasi

Dengan terjadinya defisit stok C pada konversi hutan alam rawa gambut bekas tebangan dan sekunder menjadi HTI-Pulp, maka pengelolaan hutan alam rawa gambut menjadi potensial diintervensi sebagai subsektor pendukung REDD. Melalui program intervensi REDD, hutan alam gambut dipertahankan dari konversi menjadi HTI Pulp dengan memperoleh kompensasi tertentu. Penghindaran alih fungsi hutan alam gambut dihitung sebagai upaya mempertahankan simpanan karbon pada suatu lanskap. Skenario ini sesuai dengan Permenhut No. P.36/Menhut-II/2009, yaitu sebagai kegiatan Usaha Pemanfaatan Penyimpanan Karbon (UPPAN-KARBON). Gambar 3 dan 4 menunjukkan kemampuan intervensi REDD mempertahankan stok C dengan UP PAN-KARBON konservasi dari konversi menjadi HTI-Pulp. Intervensi REDD pada areal seluas 51.215 ha hutan alam rawa gambut bekas tebangan mampu menahan kehilangan stok C sebesar 5,3 juta ton sejak tahun ke-5 sampai tahun ke-20. Intervensi REDD pada hutan alam rawa sekunder mampu menahan kehilangan stok C sebesar 3,13 juta ton selama periode yang sama.

Tabel 1 Rata-rata jumlah pohon, biomassa atau stok C pada vegetasi hutan alam rawa gambut bekas tebangan dan sekunder

Diameter pohon (cm)	Hutan bekas tebangan			Hutan sekunder		
	N	W (ton)	C (ton)	N	W (ton)	C (ton)
5–5	1 106,67	36,05	18,02	626,67	18,29	9,15
15–25	206,67	37,89	18,95	220,00	36,46	18,23
25–35	46,67	21,96	10,98	166,67	35,35	17,70
35–45	10,00	9,28	4,64	33,33	31,09	15,55
45–55	10,00	16,75	8,38	10,00	18,11	9,05
55–65	3,33	8,36	4,18	3,33	9,08	4,54
65–75	10,00	40,50	20,25	-	-	-
>75	6,67	81,22	40,61	3,33	18,54	9,27
Total	1 400,00	251,99	126,01	1 063,33	166,93	83,49

Keterangan: N = jumlah pohon (batang ha⁻¹), W = biomassa (ton ha⁻¹), C = stok C (ton ha⁻¹).

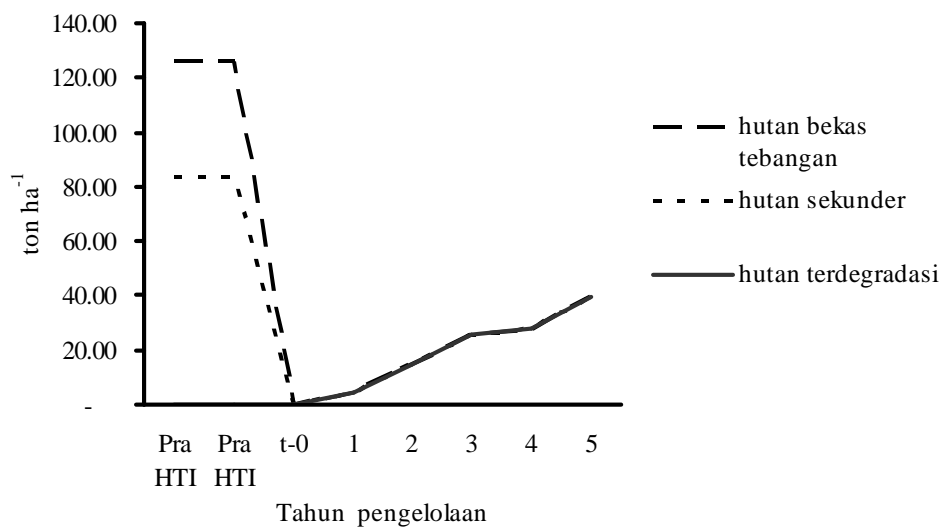
Tabel 2 Rata-rata jumlah pohon, diameter, biomassa, dan stok C HTI-Pulp *Acacia crassicarpa*

Tahun tanam/ umur	Parameter	Petak ukur (0,1 ha)			Rata-rata	Per ha
		PU 1	PU 2	PU 3		
2008/ 1 tahun	Jumlah pohon per ha	114,00	125,00	121,00	120,00	1 200,00
	Rata-rata dbh (cm)	6,12	6,29	6,52	6,31	6,31
	Biomasa (ton)	0,774	0,964	1,012	0,917	99,17
	Karbon (ton)	0,387	0,483	0,506	0,459	4,59
2007/ 2 tahun	Jumlah pohon per ha	121,00	109,00	108,00	112,67	1 126,67
	Rata-rata dbh (cm)	10,29	9,98	10,30	10,19	10,19
	Biomasa (ton)	3,186	2,632	2,784	2,867	28,67
	Karbon (ton)	1,593	1,316	1,392	1,434	14,34
2006/ 3 tahun	Jumlah pohon per ha	63,00	62,00	61,00	62,00	620,00
	Rata-rata dbh (cm)	15,21	14,74	16,18	15,37	15,37
	Biomasa (ton)	5,205	4,613	5,614	5,144	51,44
	Karbon (ton)	2,602	2,307	2,807	2,572	25,72
2005/ 4 tahun	Jumlah pohon per ha	57,00	60,00	72,00	63,00	630,00
	Rata-rata dbh (cm)	15,64	15,97	15,62	15,74	15,74
	Biomasa (ton)	4,871	5,420	6,615	5,636	56,36
	Karbon (ton)	2,436	2 710,21	3,308	2,818	28,18
2004/ 5 tahun	Jumlah pohon per ha	52,00	78,00	70,00	66,67	666,67
	Rata-rata dbh (cm)	17,42	15,65	17,46	16,84	16,84
	Biomasa (ton)	6,400	8,690	8,616	7,902	79,02
	Karbon (ton)	3,200	4,345	4,308	3,951	39,51

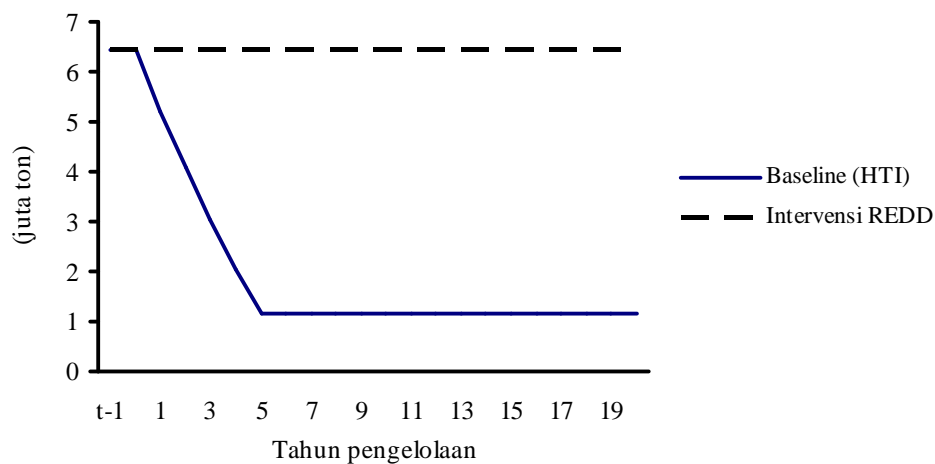
Keterangan: dbh = *diameter at breast high* (diameter setinggi dada).

Tabel 3 Perkembangan stok C pada konversi hutan alam rawa gambut menjadi HTI-Pulp dalam skala unit pengelolaan hutan (dalam juta ton)

Baseline	Pra HTI	Pengelolaan HTI tahun ke-									
		1	2	3	4	5	6	10	15	20	
Hutan bekas tebangan	6,45	5,21	4,07	3,04	2,04	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	
Hutan sekunder	4,28	3,47	2,76	2,17	1,60	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	
Hutan terdegradasi	0	0,05	0,9	0,46	0,75	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	



Gambar 2 Perkembangan stok C per ha pada konversi hutan alam rawa gambut menjadi HTI-Pulp.



Gambar 3 Kemampuan intervensi REDD dengan UP PAN-KARBON konservasi mempertahankan stok C hutan alam rawa gambut bekas tebangan dari konversi menjadi HTI pulp.

Tabel 4 Biaya intervensi REDD pada hutan alam rawa gambut bekas tebangan dan sekunder

Parameter	Satuan	Hutan bekas tebangan	Hutan sekunder
Jumlah emisi	tCO ₂ -e ⁻¹ ha ⁻¹	103,54	61,02
	tCO ₂ -e ⁻¹ ha ⁻¹	379,64	223,75
Biaya oportunitas	US\$ tCO ₂ -e ⁻¹	4,17	7,07
	Rp tCO ₂ -e ⁻¹	40 991,06	69 551,14
Biaya transaksi	US\$ tCO ₂ -e ⁻¹	2,69	4,56
	Rp tCO ₂ -e ⁻¹	26 428,45	842,18
Jumlah biaya	US\$ tCO ₂ -e ⁻¹	6,85	11,63
	Rp tCO ₂ -e ⁻¹	67 419,51	114 393,32

Tabel 5 Hasil analisis ekonomi REDD dengan konservasi dan komparasinya dengan HTI-Pulp

Indikator investasi	HTI murni	Intervensi REDD pada harga satuan kompensasi		
		US\$ 6,00 tCO ₂ -e ⁻¹	US\$ 9,00 tCO ₂ -e ⁻¹	US\$ 12,00 tCO ₂ -e ⁻¹
Hutan alam rawa gambut bekas tebangan				
- NPV (Rp)	797,00 milyar	-322,29 milyar	813,11 milyar	1,95 triliun
- NPV ha ⁻¹ (Rp)	15 561 772,30	-6 292 945,87	15 876 354,00	38 045 653,88
- BCR	1,28	0,88	1,31	1,75
Hutan alam rawa gambut sekunder				
- NPV (Rp)	797,00 milyar	-1,25 triliun	-585,60 milyar	83,57 milyar
- NPV ha ⁻¹ (Rp)	15 561 772,30	-24 499 893,16	-11 434 06,94	1 631 759,28
- BCR	1,28	0,52	0,77	1,03

Tabel 4 menunjukkan secara ringkas biaya intervensi REDD pada hutan alam rawa gambut bekas tebangan dan sekunder. Hasil analisis ekonomi REDD dengan konservasi dan komparasinya dengan HTI-Pulp disajikan dalam Tabel 5. Analisis ekonomi pada hutan alam rawa gambut bekas tebangan menghasilkan NPV positif dan BCR lebih dari 1 pada harga US\$9,00 dan 12,00 tCO₂-e⁻¹. Harga titik impas kompensasi REDD untuk hutan alam rawa gambut bekas tebangan adalah US\$6,85 tCO₂-e⁻¹.

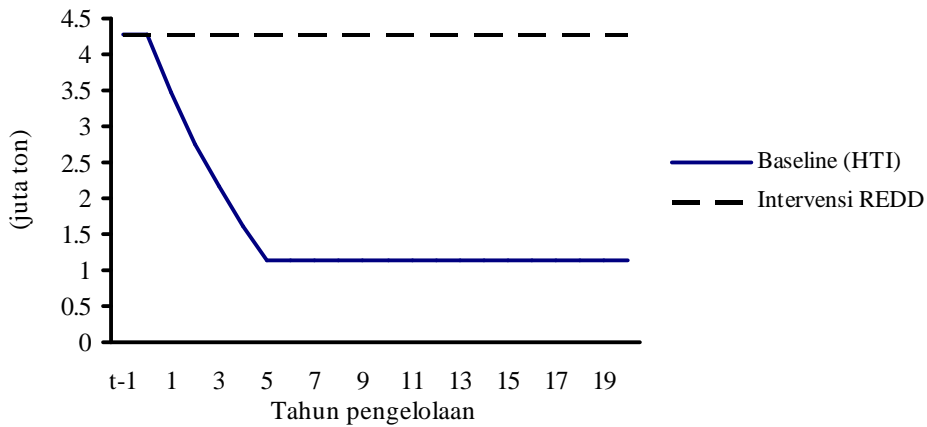
Analisis ekonomi REDD pada hutan alam rawa gambut sekunder menggambarkan bahwa partisipasi pada proyek REDD adalah layak pada harga satuan kompensasi US\$ 12,00 tCO₂-e⁻¹. Kalkulasi ekonomi menunjukkan harga titik impas terjadi pada US\$ 11,63 tCO₂-e⁻¹.

Pengalihan areal pencadangan HTI-Pulp menjadi UP PAN-KARBON dengan PHPL Skenario REDD dengan PHPL pada penelitian ini adalah PHPL pada areal hutan alam rawa gambut seluas 51.215 ha dengan masa pengusahaan selama 20 tahun. Komponen biaya menggunakan standar harga konstan yaitu biaya total produksi log rata-rata per m³ sebesar Rp350.000 (Subarudi

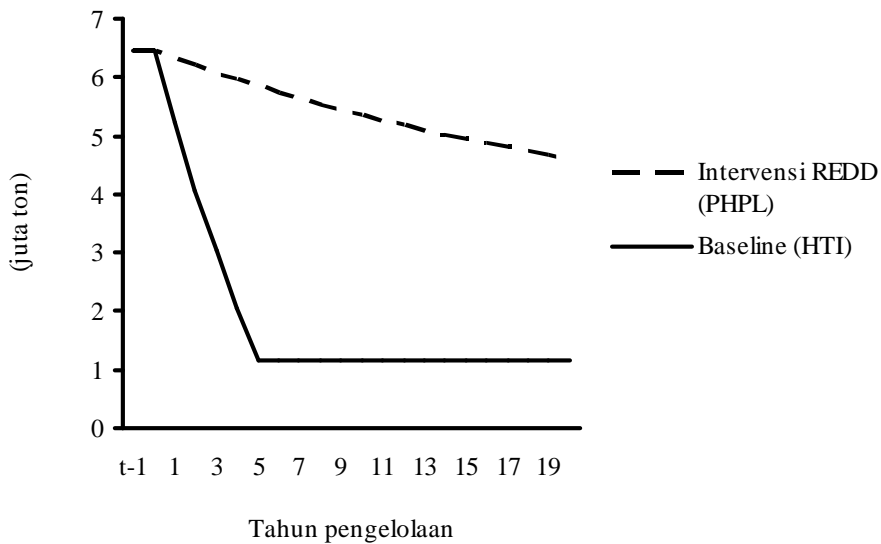
& Astana 2001). Harga per m³ kayu mengacu pada harga pasar masing-masing kelompok jenis kayu, yaitu kelompok kayu indah Rp1.086.000, kelompok kayu meranti Rp600.000, dan kelompok kayu rimba campuran Rp 360.000.

Nilai PSDH adalah sebesar 10% per m³ dari harga kayu masing-masing, dan DR sebesar US\$ 18,00, US\$ 14,00, dan US\$ 12,00 per m³ masing-masing untuk kelompok kayu indah, kayu meranti, dan rimba campuran. Volume tebangan dihitung dengan volume jatah tebangan sebesar 1/35 dari potensi tegakan hasil inventarisasi. Potensi kayu komersial didekati dari hasil inventarisasi biomassa tegakan pada masing-masing kondisi hutan yang dikalkulasi dengan nilai-nilai tetapan konversi biomassa (nilai Biomass Conversion and Expansion Factor) dari volume komersial menurut Brown (1994) dan IPCC (2006). Gambar 5 dan 6 menunjukkan kemampuan intervensi REDD mempertahankan stok C melalui UPAN-KARBON PHPL dari konversi menjadi HTI.

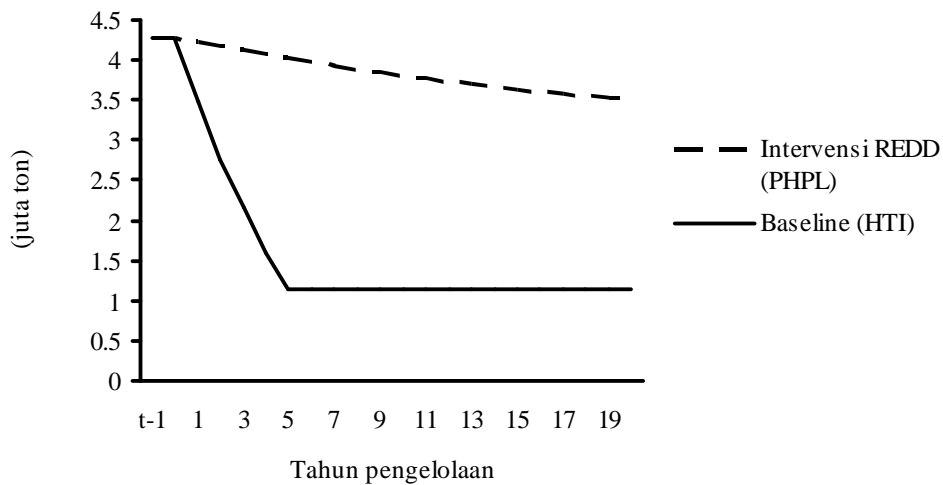
PHPL pada hutan alam rawa gambut bekas tebangan menyebabkan terjadinya penurunan stok C dari 6,45 juta ton menjadi 5,86 juta ton pada tahun ke-5 sampai 4,61 juta



Gambar 4 Kemampuan intervensi REDD dengan UP PAN-KARBON konservasi mempertahankan stok C hutan alam rawa gambut sekunder dari konversi menjadi HTI pulp.



Gambar 5 Kemampuan intervensi REDD dengan UP PAN-KARBON PHPL mempertahankan stok C hutan alam rawa gambut bekas tebangan dari konversi menjadi HTI pulp.



Gambar 6 Kemampuan intervensi REDD UP PAN-KARBON PHPL mempertahankan stok C hutan alam rawa gambut sekunder dari konversi menjadi HTI pulp.

Tabel 6 Hasil analisis ekonomi REDD melalui UP PAN-KARBON PHPL dan komparasinya dengan HTI-Pulp

Indikator investasi	HTI murni	REDD dengan PHPL pada harga kompensasi		
		US\$ 6,00	US\$ 9,00	US\$ 12,00
Hutan alam rawa gambut bekas tebangan				
NPV (Rp ha ⁻¹)	15 561 772,30	6 183 565,09	23 729 426,41	35 749 187,46
BCR	1,28	1,12	1,47	1,70
IRR (%)	14,79	24,17	20,46	19,81
Hutan alam rawa gambut sekunder				
NPV (Rp ha ⁻¹)	15 561 772,30	2 604 547,24	13 725 780,52	24 847 013,80
BCR	1,28	1,09	1,46	1,84
IRR (%)	14,79	26,30	20,21	19,78

ton pada tahun ke-20 PHPL. Penurunan stok C pada hutan alam rawa gambut sekunder terjadi dari 4,28 juta ton menjadi 4,03 juta ton pada tahun ke-5, dan tahun ke-20 menjadi 3,50 juta ton. Perilaku penurunan stok C ini diperkirakan akan terus menurun hingga tahun ke-35 PHPL dan selanjutnya akan stabil.

PHPL pada hutan alam rawa gambut bekas tebangan mampu menahan emisi sebesar 17,26 juta tCO₂-e⁻¹ pada tahun kelima, 15,41 juta tCO₂-e⁻¹ pada tahun ke-10, dan 12,70 juta tCO₂-e⁻¹ pada tahun ke-20. Sedangkan PHPL pada hutan alam rawa gambut sekunder dapat menurunkan emisi sebesar 10,54 juta tCO₂-e⁻¹ pada tahun kelima, 9,76 juta tCO₂-e⁻¹ pada tahun ke-10, dan 8,62 juta tCO₂-e⁻¹ pada tahun ke-20. Hasil analisis ekonomi REDD melalui UP PAN-KARBON PHPL dan komparasinya dengan HTI-Pulp disajikan dalam Tabel 6.

Skenario REDD-PHPL menghasilkan manfaat ekonomi lebih besar pada harga kompensasi yang sama dibanding skenario REDD-konservasi. Intervensi REDD dengan UP PAN-KARBON-konservasi terbentuk pada harga US\$7,61 tCO₂-e⁻¹, sedangkan UP PAN-KARBON-PHPL terbentuk pada harga US\$9,5 tCO₂-e⁻¹.

Kesimpulan

Perubahan stok C pada vegetasi dalam konversi hutan alam rawa gambut menjadi HTI-Pulp dipengaruhi oleh kondisi hutan alam rawa gambut itu sendiri. Kuantifikasi emisi dan stok C pada perubahan fungsi hutan alam rawa gambut memberikan pengaruh cukup tinggi terhadap kalkulasi ekonomi dan pilihan kebijakan yang dapat diambil. Apabila subsidi tanah tidak diperhitungkan maka referensi yang digunakan dalam rangka evaluasi kebijakan dan pengambilan keputusan mengenai alokasi penggunaan hutan alam rawa gambut:

1 Hutan alam rawa gambut terdegradasi disarankan dijadikan HTI-Pulp. Pengusahaan HTI-Pulp dari hutan

alam rawa gambut terdegradasi dapat dimasukkan sebagai proyek REDD pada UP RAP-KARBON.

- 2 Hutan alam rawa gambut sekunder tidak disarankan dikonversi menjadikan HTI-Pulp. Secara ekonomi lebih baik untuk proyek REDD pada UP PAN-KARBON konservasi pada harga satuan kompensasi minimal US\$ 15,20 tCO₂-e⁻¹. Apabila harga satuan kompensasi berada antara US\$ 9,50–15,20 tCO₂-e⁻¹ secara ekonomi hutan alam rawa gambut sekunder lebih baik dikelola dengan UP PAN-KARBON PHPL.
- 3 Hutan alam rawa gambut bekas tebangan tidak disarankan dikonversi menjadi HTI-Pulp. Secara ekonomi lebih baik untuk proyek REDD dengan harga satuan kompensasi minimal US\$8,96 tCO₂-e⁻¹ untuk UP PAN-KARBON konservasi dan US\$ 7,61 tCO₂-e⁻¹ untuk UP PAN-KARBON PHPL.

Sedangkan jika subsidi tanah diperhitungkan maka pembangunan HTI-Pulp pada hutan alam rawa gambut menyebabkan emisi yang tinggi. Peningkatan simpanan karbon vegetasi pada HTI Pulp yang dibangun dari hutan rawa gambut terdegradasi tidak mampu mengimbangi tingginya laju emisi karbon dari tanah gambut. Apabila harga satuan kompensasi minimum US\$ 0,88 tCO₂-e⁻¹, maka hutan alam rawa gambut lebih bernilai ekonomi untuk proyek REDD dibandingkan dengan perusahaan HTI-Pulp.

Ucapan Terima Kasih

Tim Peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, Sekolah Pascasarjana IPB, dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat IPB yang telah mendukung penelitian ini melalui Hibah Penelitian Tim Pascasarjana yang berjudul Integrasi Pemanfaatan Karbon dalam Pengelolaan Hutan Alam Lestari dan Program REDD Indonesia.

Daftar Pustaka

- Agus F, Suyanto, Wahyunto, Noordwijk M van. 2007. Reducing emissions from peatland deforestation and degradation: carbon emission and opportunity costs. Di dalam: *International Symposium and Workshop on Tropical Peatland. Carbon-Climate-Human Interaction-Carbon Pool, Fire, Mitigation, Restoration and Wise Use*; Yogyakarta, Indonesia 27–31 August 2007. hlm2–6. ICRAF. www.worldagroforestry.org/sea/publications?do=view_pul_detail&pub_no=pp0245-08.
- Anshari GZ, Armiyarsih. 2005. Carbon decline from peatlands and its implications on livelihood security of local communities. Di dalam: Daniel Murdiyarso & Hety Herawati, editor. *Carbon Forestry: Who Will Benefit*. Bogor: Center for International Forestry Research. hlm. 112–123.
- Brown S. 1994. Estimating biomass and biomass change in tropical forests, a primer. *FAO Forestry Paper* 134. Rome: FAO. <http://www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e06.htm> [18 Juli 2009]
- Ginoga KL, Lugina M. 2007. Biaya transaksi dalam perolehan sertifikat penurunan emisi mekanisme pembangunan bersih kehutanan. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 1(4):93–119.
- [IPCC] International Panel on Climate Change. 2006. Supplementary methods and good practice guidance arising from the Kyoto Protocol. *IPCC Good Practice Guidance for LULUCF*.
- Istomo. 2002. Kandungan fosfor dan kalsium serta penyebarannya pada tanah dan tumbuhan hutan rawa gambut (studi kasus di wilayah Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan Bagan, Kabupaten Rokan Hilir, Riau) [disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Murdiyarso D *et al.* 2004. Petunjuk Lapangan: Pendugaan Cadangan Karbon Lahan Gambut. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Bogor, Indonesia: Wetland International - Indonesia Programme and Wildlife Habitat Canada.
- [Dephut] Departemen Kehutanan. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan No. P.36/Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Perizinan Usaha Pemanfaatan Penyerapan dan/atau Penyimpanan Karbon pada Hutan Produksi dan Hutan Lindung. http://www.dephut.go.id/file/P30_09.pdf. [9 Juli 2009].
- Pirard R. 2005. Pulpwood plantations as carbon sinks in Indonesia: methodological challenge and impact on livelihoods. Di dalam: Murdiyarso D, Herawati H, editor. *Carbon Forestry: Who Will Benefit? Proceedings of Workshop on Carbon Sequestration and Sustainable Livelihoods*. Bogor: Center for International Forestry Research. hlm 74–79.
- Rahmat M, Sumadi A, Hidayat AB. 2007. Pendugaan serapan karbon hutan tanaman *Acacia crassicarpa* umur 2 dan 3 tahun di HTI PT. SBA Wood Industries. Di dalam: *Prosiding Workshop Sintesa Hasil Litbang Hutan Tanaman*; Bogor, 14 Desember 2007. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. hlm. 239–245.
- Subarudi, Astana S. 2001. Analisis nilai tegakan hutan alam. *Jurnal Sosial Ekonomi* 1(2):53–69.