

CADANGAN KARBON HUTAN MANGROVE DI SULAWESI UTARA ANTARA TAHUN 2000-2009

Carbon Stock of Mangroves in North Sulawesi During 2000-2009

Nurlita Indah Wahyuni¹ dan Ady Suryawan²

Balai Penelitian Kehutanan Manado

Jl. Raya Adipura Kel. Kima Atas Kec. Mapanget Kota Manado

Telp : (0431) 3666683

Email : ¹nurlita.indah@gmail.com, ²suryawanbioconserv@gmail.com

ABSTRACT

Mangrove forest plays important ecological and economical roles. One of them is climate balancing through its function as greenhouse gas sink. This paper presents carbon stock change in North Sulawesi during 2000-2009 based on land cover change. The data was calculated by multiply mangrove area change as data activity with carbon stock of mangrove. During this period, carbon stock of mangrove has decreased averagely 27,41 Gg C per year or equivalent with net emission 100,51 CO₂eq.

Keywords: Mangrove, climate change, carbon stock, North Sulawesi

ABSTRAK

Hutan mangrove memegang peranan penting bagi banyak makhluk hidup tak terkecuali manusia, baik melalui fungsi ekologis maupun ekonomis. Salah satu peran ekologis mangrove seperti ekosistem hutan lainnya adalah sebagai penyeimbang iklim, dalam konteks mitigasi perubahan iklim sebagai penyerap gas rumah kaca. Tulisan ini menyajikan perubahan cadangan karbon di Sulawesi Utara antara tahun 2000-2009 berdasarkan peta perubahan penutupan lahan. Metode yang digunakan adalah perkalian antara data aktivitas berupa perubahan luas tutupan mangrove dengan cadangan karbon mangrove. Selama kurun waktu tersebut, cadangan karbon mangrove berkurang sebesar 27,41 Gg C per tahun atau setara dengan emisi bersih 100,51 CO₂e.

Kata Kunci: Mangrove, perubahan iklim, cadangan karbon, Sulawesi Utara

I. Pendahuluan

Hutan mangrove didefinisikan sebagai suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pada saat pasang dan bebas dari genangan pada saat surut serta komunitas tumbuhannya toleran terhadap garam. Sedangkan ekosistem mangrove merupakan suatu sistem yang terdiri atas organisme (tumbuhan dan hewan) yang berinteraksi dengan faktor lingkungan dan dengan sesamanya di dalam suatu habitat mangrove (Kusmana, 2009).

Mangrove memberikan berbagai manfaat baik secara ekologis, ekonomis dan sosial. Peran ekologis mangrove antara lain pengurangan dampak bencana tsunami, pengikat sedimen terlarut dari sungai, pengurangan dampak abrasi pantai, penekan laju intrusi air laut, serta habitat berbagai macam jenis satwa liar. Sedangkan manfaat mangrove secara ekonomi adalah sebagai penghasil arang dan kayu bakar, tanin, bahan bangunan, sumber bahan obat tradisional, lokasi tambak, ladang garam serta pariwisata (Anwar dan Gunawan, 2006). Manfaat mangrove di setiap daerah tergantung oleh masyarakat yang mengelolanya. Menurut Halidah *et al.* (2008) Masyarakat Sinjai Timur memanfaatkan hutan mangrove secara langsung dengan mengambil kayu (67%), buah (20%) dan daunnya (13%). Sedangkan pemanfaatan tidak langsung berupa hasil tangkapan ikan (30%), kepiting (27%), kerang (23%), benur (50%), nener (40%), dan kelelawar (7%).

Ekosistem mangrove di Indonesia tersusun sedikitnya atas 202 jenis tumbuhan meliputi 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit dan 1 jenis paku (Noor, Khazali dan Suryadiputra, 2006). Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia terdiri dari kurang lebih 17.000 pulau dengan panjang pantai hingga 81.000 km, sehingga kaya akan ekosistem pesisir termasuk ekosistem mangrove mencapai luas 9,3 juta ha. Namun sampai saat ini wilayah ekosistem mangrove banyak mengalami perubahan karena alih fungsi lahan dan penebangan. Menurut Sasmitohadi (2011) data BPDAS Ditjen RLPS Dephut 2007 mengatakan bahwa luas mangrove di Indonesia tersisa sekitar 7,78

juta ha dengan kondisi rusak berat lebih dari 55%. Sedangkan menurut Kusmana (2009) ekosistem mangrove di Indonesia tersisa 7,68 juta ha dengan kondisi 2,7 juta ha baik, 2 juta ha rusak sedang dan rusak mencapai 2,9 juta ha.

Kusmana (2010) menyatakan mangrove merupakan ekosistem yang pertama terkena dampak perubahan iklim, hal ini disebabkan karena mangrove berada di daerah peralihan antara laut dan darat. Beberapa dampak tersebut adalah perubahan suhu udara, peningkatan muka air laut, perubahan rejim hidrologi serta peningkatan frekuensi badai tropis. Berbagai penelitian menyebutkan biomasa hutan berperan penting dalam siklus karbon, karena sekitar 50% karbon hutan tersimpan dalam vegetasinya. Hal ini membawa implikasi lain jika terjadi kerusakan hutan maka berkurang pula jumlah CO₂ yang dapat diserap. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui perubahan stok karbon hutan mangrove di Sulawesi Utara antara tahun 2000 hingga 2009.

II. METODE

Perubahan stok karbon dihitung dengan mengalikan luas perubahan penutupan lahan mangrove (data aktivitas) dengan nilai stok karbon dari hasil studi literatur (faktor emisi dan serapan). Metode ini sesuai dengan yang disarankan dalam IPCC Guideline 2006 yaitu tingkat kerincian faktor emisi (Tier) 2 perubahan luas hutan berdasarkan peta dan data spesifik nasional atau lokal (Masripatin *et al.*, 2010) Nilai stok karbon yang digunakan merupakan hasil kajian Murdiyarso *et al.* (2009) pada hutan mangrove Taman Nasional Bunaken. Rata-rata nilai stok karbon mangrove di area tersebut adalah 939,3 ton C/ha, dengan asumsi nilai stok karbon tersebut tidak berubah selama tahun pengamatan 2000 hingga 2009.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Hutan Mangrove di Sulawesi Utara

Luas daerah di Provinsi Sulawesi Utara yang terdapat vegetasi mangrove menurut BPDAS Tondano (2011) mencapai 11.546 ha dengan kriteria 857 ha (7,42%) adalah ekosistem rapat dan 10,689 ha (92,58%) ekosistem kurang rapat. Kriteria tegakan mangrove ini mengacu pada

petunjuk Inventori Departemen Kehutanan (2005) dan Permenhut Nomor P.35/Menhut-II/2010 yaitu berdasarkan penutupan tajuk NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) melalui citra satelit nilai tersebut sebagai berikut : 1). Skor 3: kerapatan tajuk lebat (70 – 100%, atau $0,43 \leq NDVI \leq 1,00$), 2). Skor 2: kerapatan tajuk sedang (50 – 69%, atau $0,33 \leq NDVI \leq 0,42$). 3) Skor 1: kerapatan tajuk jarang (<50%, atau $-1,0 \leq NDVI \leq 0,32$). Berdasarkan nilai tersebut, disusun peta penutupan lahan termasuk mangrove yang dibedakan menjadi tegakan mangrove rapat dan kurang rapat.

Berdasarkan status kawasan, hutan mangrove tersebar dalam empat kawasan yaitu pada kawasan hutan konservasi 2.015 ha (495 ha rapat dan 1.520 ha kurang rapat), kawasan hutan lindung 3.932 ha (490 ha rapat dan 3.433 ha kurang rapat), hutan produksi terbatas 31 ha (22 ha rapat dan 9 ha kurang rapat) dan areal penggunaan lain 5,728 ha (366 ha rapat dan 5.728 ha kurang rapat). Data ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di Sulawesi Utara telah banyak terdegradasi hampir diseluruh kawasan ekosistem, bahkan kawasan konservasi. Luas hutan mangrove primer dan sekunder serta perubahannya antara tahun 2000-2009 terangkum dalam Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Luas hutan mangrove di Sulawesi Utara (*Mangrove area in North Sulawesi*)

Jenis Tutupan Lahan (<i>Land cover</i>)	Tahun pengamatan (<i>Observation Years</i>)			
	2000	2003	2006	2009
	(ha)			
Hutan Mangrove Primer (<i>Primary Mangrove Forest</i>)	11.473,35	11.064,94	10.872,99	10.848,27
Hutan Mangrove Sekunder (<i>Secondary Mangrove Forest</i>)	1.504,64	1.669,39	2.045,64	1.867,07
Luas Total (<i>Total</i>)	12.977,99	12.734,33	12.918,63	12.918,34

Sumber (source) : Peta Perubahan Luas Penutupan Lahan (BPKH Wil VI, 2010) (*Land Cover Change Map (BPKH Wil VI, 2010)*)

Seperti ekosistem hutan lainnya, berdasarkan kondisinya hutan mangrove dibedakan menjadi hutan mangrove primer dan hutan mangrove sekunder. Dikatakan primer jika vegetasi hutan tumbuh secara alami dan belum pernah mendapatkan gangguan dari manusia. Begitu pula sebaliknya, ekosistem mangrove digolongkan sekunder jika telah mengalami gangguan yang cukup berat bahkan mengalami suksesi. Gangguan yang terjadi di ekosistem mangrove secara umum disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu konversi mangrove menjadi tambak, penebangan vegetasi mangrove, pencemaran lingkungan serta reklamasi dan sedimentasi.

Kerusakan ekosistem mangrove menyebabkan Sulawesi Utara semakin rentan terhadap bencana alam seperti abrasi, intrusi air laut dan termasuk dalam status kritis ditinjau dari jumlah pulau dalam satu provinsi sebanyak 668 pulau. Kerusakan ini banyak disebabkan oleh alih fungsi dan konversi ekosistem mangrove menjadi pelabuhan, perkantoran, pusat pertokoan dan tingkat kesadaran masyarakat belum sepenuhnya memahami arti pentingnya mangrove. Kerusakan ekosistem mangrove yang tidak tertanggulangi akan menyebabkan kerugian pada aspek lain seperti berkurangnya areal pantai, kelimpahan ikan sehingga akan mempengaruhi jumlah tangkapan dan ekspor ikan, masuknya pasang air dan kerugian-kerugian karena hilangnya keanekaragaman hayati.

Kondisi di atas bukan tidak mungkin akan menyebabkan hilangnya habitat mangrove. Gelombang, ombak, dan pasang surut air laut sangat dipengaruhi oleh musim angin dan saat musim angin inilah proses abrasi dan degradasi ekosistem mangrove dan pantai di Sulawesi Utara semakin besar. Hasil survei di beberapa tempat seperti Pantai Kalasey hingga ke Inobonto menunjukkan besarnya kerusakan dan abrasi mangrove. Begitu pula pada pulau-pulau kecil seperti Pulau Talise yang telah mengalami abrasi pantai cukup besar pada bagian barat pulau. Di Dusun Wowunia telah terjadi abrasi kurang lebih 150 m dari bibir pantai, sehingga daratan yang sebelumnya berupa pemukiman dan jalan kini sudah menjadi tempat pembangunan tanggul pantai setebal 150 cm. Karena mangrove yang

dulunya memiliki ketebalan hingga 200 m dari bibir pantai sekarang hanya tersisa sekitar 50 m dari bibir pantai.

B. Perubahan cadangan karbon mangrove di Sulawesi Utara

Perubahan iklim telah mengangkat fungsi hutan sebagai penyedia jasa lingkungan, terutama dalam hal mitigasi yaitu penurunan emisi atau peningkatan penyerapan gas rumah kaca (CO₂). Murdiyarso *et al.* (2009) telah melaksanakan perhitungan cadangan karbon pada ekosistem mangrove di kawasan Taman Nasional Bunaken. Dari kajian tersebut, diketahui ternyata cadangan karbon di bawah permukaan tanah (akar dan tanah) lebih besar dibandingkan cadangan karbon di atas permukaan tanah (Tabel 2). Hal ini dikaitkan dengan tanah di hutan mangrove yang kaya akan bahan organik.

Tabel (Table) 2 . Cadangan karbon di ekosistem hutan mangrove TN Bunaken (*Mangrove carbon stocks of Bunaken National Park*)

Sumber karbon (Carbon pools)	Rata-rata (Mg C/ha) (Average, Mg C/ha)	Persentase terhadap total % (Percentage towards total %)
Atas permukaan (Aboveground pools)		
• Pohon (kayu, daun, akar nafas) (Tree [wood, leaf, aerial root])	61,4	6,5
• Serasah (Litter)	42,2	4,5
Sub total	103,6	11,0
Bawah permukaan (Belowground pools)		
• Akar (Root)	13,7	1,5
• Tanah (Soil)	822,1	87,5
Sub total	835,7	89,0
Total (Total)	939,3	100,0

Sumber (source) : Murdiyarso *et al.* (2009)

Perubahan cadangan karbon dihitung dengan cara mengalikan perubahan luas penutupan lahan pada hutan mangrove primer dan hutan mangrove sekunder dengan nilai cadangan karbon hasil pengukuran di

Taman Nasional Bunaken, yaitu sebesar 939,3 Mg C/ha dengan asumsi yang digunakan adalah nilai cadangan karbon ini tetap. Sehingga besarnya cadangan karbon di Sulawesi Utara terangkum dalam Tabel 3, sedangkan perubahan cadangan karbon mangrove antara dua tahun pengamatan tercantum dalam Tabel 3.

Tabel (Table) 3. Cadangan Karbon pada Hutan Mangrove Primer dan Sekunder (*Carbon stocks of primary and secondary mangrove forest*)

Jenis Hutan (<i>Forest type</i>)	Tahun Pengamatan (<i>Observation years</i>)			
	2000	2003	2006	2009
	Gg C			
Hutan Mangrove Primer (<i>Mangrove primary forest</i>)				
Atas permukaan (<i>Aboveground</i>)	1.188,64	1.146,33	1.126,44	1.123,88
Bawah permukaan (<i>Belowground</i>)	9.588,27	9.246,97	9.086,56	9.065,90
Sub total	10.776,91	10.393,29	10.213,00	10.189,78
Hutan Mangrove Sekunder (<i>Mangrove secondary forest</i>)				
Atas permukaan (<i>Aboveground</i>)	155,88	172,95	211,93	193,43
Bawah permukaan (<i>Belowground</i>)	1.257,43	1.395,11	1.709,54	1.560,31
Sub total	1.413,31	1.568,06	1.921,47	1.753,74
Total	12.190,22	11.961,35	12.134,47	11.943,52

Berdasarkan Tabel 3, total cadangan karbon mangrove di Sulawesi Utara antara tahun 2000-2009 berkisar antara 11.000-12.000 Gg C serta tidak mengalami perubahan yang signifikan. Namun terdapat perbedaan cadangan karbon antara hutan mangrove primer dan hutan mangrove sekunder. Pada hutan mangrove primer, terjadi penurunan cadangan karbon dari tahun ke tahun baik pada *aboveground* maupun *belowground*

dengan rata-rata sebesar 65,25 Gg C per tahun. Sebaliknya pada hutan mangrove sekunder terjadi peningkatan cadangan karbon dari tahun 2000-2006, namun kembali mengalami penurunan pada tahun 2009. Peningkatan karbon pada hutan sekunder ini merupakan hasil dari upaya rehabilitasi mangrove, di mana vegetasi yang baru ditanam aktif menyerap karbon melalui proses fotosintesis dan pertumbuhan.

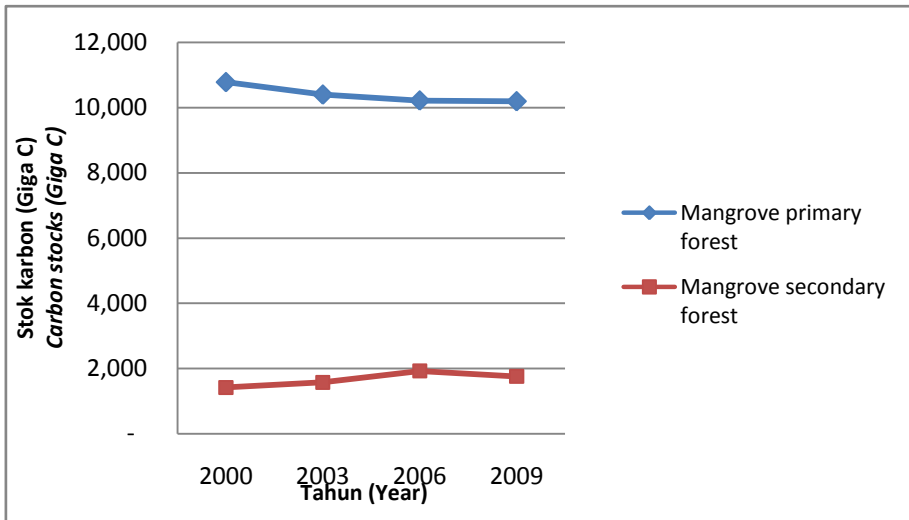
Tabel (Table) 4. Perubahan cadangan karbon (*Carbon stock change*)

Jenis Hutan (<i>Forest type</i>)	Tahun Pengamatan (<i>Observation years</i>)		
	2000-2003	2003-2006	2006-2009
	Gg C		
Hutan Mangrove Primer (<i>mangrove primary forest</i>)			
Di atas permukaan (<i>Aboveground</i>)	-42.31	-19.89	-2.56
Di bawah permukaan (<i>Belowground</i>)	-341.31	-160.41	-20.66
Sub total	-383.62	-180.29	-23.22
Hutan Mangrove Sekunder (<i>mangrove secondary forest</i>)			
Di atas permukaan (<i>Aboveground</i>)	17.07	38.98	-18.50
Di bawah permukaan (<i>Belowground</i>)	137.68	314.43	-149.23
Sub total	154.75	353.41	-167.73
Total	-228.87	173.12	-190.95

Keterangan (*note*) : tanda (-) berarti cadangan karbon berkurang atau terjadi emisi (*sign (-) means carbon stock decreased or emission occurred*)

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 1 terjadi fluktuasi cadangan karbon yaitu antara tahun 2000-2003 dan tahun 2006-2009. Pada periode waktu tersebut terjadi emisi masing- masing sebesar 228,78 Gg C dan 190,95 Gg C. Sedangkan pada tahun 2003-2006 terjadi penyerapan sebesar 173,12 Gg C. Asumsi yang digunakan adalah penambahan luas mangrove berarti bertambah pula penyerapan CO₂, sebaliknya penurunan luas mangrove berarti berkurang pula penyerapan CO₂. Dari Tabel 5, dapat diketahui bahwa selama kurun waktu tahun 2000-2009, kawasan mangrove Sulawesi Utara kehilangan cadangan karbon sebesar 27,41 Gg C per tahun. Jika menggunakan faktor konversi karbon ke CO₂ yaitu 3,67 maka jumlah

karbon yang hilang setara dengan emisi bersih sebesar 100,51 Gg CO₂eq per tahun



Gambar (Figure) 1. Perubahan cadangan karbon mangrove tahun 2000-2009 di Sulawesi Utara (*The alteration of mangrove carbon stocks during 2000-2009 at North Sulawesi*)

Hutan mangrove di Sulawesi Utara yang berkurang dengan kriteria hutan mangrove menjadi tidak rapat mencapai 92% dari luas total mangrove. Penurunan kerapatan mangrove disebabkan oleh alih fungsi lahan mangrove menjadi peruntukan lahan lainnya. Sebagai contoh Durand (2010) mengatakan bahwa banyak pembangunan ekonomi dilakukan di kawasan pesisir dilakukan tanpa perencanaan dan pemahaman mengenai sumberdaya alam, sehingga banyak mengakibatkan konflik sosial, ekonomi dan lingkungan hidup. Hal ini nampak jelas sebagaimana terjadi di Hutan Lindung Bakau Mobongo yang telah dibangun berbagai macam fasilitas pemerintah sedangkan statusnya masih hutan lindung (Manado.tribunews.com, 2011). Reklamasi pantai merupakan salah satu bentuk pengurangan kawasan ekosistem mangrove di Sulawesi utara (Beritamanado.com 2010). Beberapa aspek negatif adanya reklamasi pantai menurut Manoppo (2011) antara lain perubahan garis pantai, hilangnya terumbu karang, pencemaran laut, dan mengurangi sistem drainase.

Kondisi ini terjadi hampir pada semua penggunaan lahan lainnya. Sebagaimana disitir dari pernyataan ketua harian Badan Pengelola dan Penyelamatan Hutan Mangrove Sulawesi Utara kerusakan mangrove terjadi di 15 kabupaten dan 50% lebih kawasan mangrove dialihfungsikan (Kompas.com, 2012) Ketika jumlah kerapatan vegetasi berkurang maka akan terjadi penurunan kecepatan penyerapan karbon dan pada akhirnya berdampak pada jumlah cadangan karbon tersimpan. Sebagaimana gambar 1, diketahui bahwa cadangan karbon pada hutan primer mengalami pengurangan sedangkan hutan sekunder mengalami peningkatan. Jika kedua tipe ekosistem ini direkapitulasi maka pengurangan cadangan karbon di hutan primer tidak mampu diimbangi oleh penambahan cadangan pada hutan sekunder.

Upaya rehabilitasi telah dilaksanakan oleh pemerintah daerah berkerjasama dengan masyarakat. Untuk mendukung upaya rehabilitasi, pemerintah Provinsi Sulawesi Utara membentuk Kelompok Kerja (Pokja) yang difasilitasi oleh Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah I Denpasar. Pokja Mangrove melibatkan semua pihak terkait mulai dari pemerintah, universitas, swasta, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dan masyarakat umum dalam pengelolaan dan rehabilitasi hutan mangrove.

IV. Kesimpulan

Luas hutan mangrove primer di Sulawesi Utara mengalami penurunan, sebaliknya hutan mangrove sekunder terus meningkat melalui upaya rehabilitasi. Penurunan luas mangrove ini berdampak pada penurunan cadangan karbon. Dalam kurun waktu tahun 2000-2009, berdasarkan data Murdiyarto *et al.* (2009) dan penurunan luas tutupan lahan, hutan mangrove Sulawesi Utara kehilangan stok karbon sebesar 27,41 Gg C per tahun atau setara dengan emisi bersih sebesar 100,51 ton CO₂eq per tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, C dan Hendra Gunawan,. 2006. Peranan ekologis dan sosial ekonomis hutan mangrove dalam mendukung pembangunan wilayah pesisir. Prosiding Ekspose Hasil-hasil Penelitian: Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan. Padang. 20 September 2006. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi Hutan.Bogor. Hlm:23-34
- Berita Manado.com. 2012. STOP reklamasi pantai untuk keberlangsungan hidup. Website:<http://beritamanado.com/more/berita-singkat/stop-reklamasi-pantai-untuk-keberlangsungan-hidup-7/95782/>. Diakses tanggal 27 Pebruari 2013.
- BPDAS Tondano. 2011. Rencana Teknis Rehabilitasi Hutan Lahan Mangrove dan Sempadan Pantai Propinsi Sulawesi Utara. Disampaikan dalam acara Rapat Fasilitasi Kelompok Kerja Mangrove di Provinsi Sulawesi Utara 18 Oktober 2011.
- Departemen Kehutanan. 2005. Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove. Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta.
- Durand, S.S. 2010. Studi potensi sumber daya alam di kawasan pesisir Kabupaten Minahasa Selatan. Jurnal Perikanan dan Kelautan 6(1):1-7.
- Halidah, Saprudin dan Anwar, C. 2008. Potensi dan ragam pemanfaatan mangrove untuk pengelolaannya di Sinjai Timur Sulawesi Utara. Jurnal Penelitian Hasil Hutan dan Konservasi Alam 5(1):67-78. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan. Bogor.
- Kusmana, C. 2009. Pengelolaan sistem mangrove secara terpadu. Workshop Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Jawa Barat, Jatinangor 18 Agustus 2009
- Kusmana, C. 2012. Management of mangrove ecosystem in Indonesia. Workshop on Mangrove Re-plantation and Coastal Ecosystem Rehabilitation, 7 February 2012, Faculty of Forestry Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia.
- Kompas.com. 2012. SULUT bentuk badan khusus mangrove. Website: <http://regional.kompas.com/read/2012/04/03/03093737/Sulut.Bentuk.Badan.Khusus.Mangrove>. Diakses tanggal 27 Pebruari 2013.

- Manado.tribunews.com.2011. LAKOY: segera alih fungsi hutan lindung bakau. Website:<http://manado.tribunews.com/m/index.php/2011/02/06/lakoy-segera-alih-fungsi-hutan-lindung-bakau>. Diakses tanggal 27 Pebruari 2013.
- Manoppo, F.J. 2011. KAJIAN Teknis sederhana perlu tidaknya reklamasi pantai kalasey minahasa. Sulawesi utara. Website:<http://regional.kompasiana.com/2011/01/26/kajian-teknis-sederhana-perlu-tidaknya-reklamasi-pantai-kalasey-minahasa-sulawesi-utara-337485.html>. Diakses tanggal 27 Pebruari 2013.
- Masripatin, *et al.* 2010. Pedoman Pengukuran Karbon untuk Mendukung Penerapan REDD+ di Indonesia. Tim Perubahan Iklim Badan Litbang Kehutanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. Bogor.
- Murdiyarsa, *et al.* 2009. Carbon storage in mangrove and peatland ecosystems: A preliminary account from plots in Indonesia. Working Paper. Center for International Forestry Research.
- Noor, Y.R, Khazali, M. dan Suryadiputra, I.N.N. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. PHKA-Wetland Indonesia. Bogor.
- Sasmitohadi (2011). Pengelolaan mangrove lestari (pengembangan dan pelestarian ekosistem mangrove). BPHM Wil I Denpasar. Disampaikan dalam Rapat Fasilitasi Kelompok Kerja Mangrove di Provinsi Sulawesi Utara, 18 Oktober 2011.