



**BIOMASSA KARBON VEGETASI MANGROVE MELALUI ANALISA DATA
LAPANGAN DAN CITRA SATELIT GEOEYE DI PULAU PARANG, KEPULAUAN
KARIMUNJAWA**

Agus Hartoko, Suryanti, Dewati Ayu Febrianti *)

Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 76480685

Abstrak

Hutan mangrove merupakan salah satu hutan yang mempunyai simpanan karbon tertinggi di kawasan tropis. Penelitian ini menggunakan metode survei lapangan dengan eksploratif dan pengambilan data menggunakan metode *purposive sampling*. Pengukuran besarnya biomassa tersimpan di atas permukaan tanah (batang, cabang, dan daun) dihitung menggunakan persamaan allometrik dengan tidak merusak vegetasi mangrove, dimana dalam penelitian ini mengestimasi stok karbon vegetasi mangrove menggunakan citra GeoEye. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata biomassa karbon vegetasi mangrove Pulau Parang sebesar 128,29 ton/ha (64,15 ton C/ha), dengan simpanan karbon terbesar terdapat pada bagian batang. Dari analisa regresi polynomial untuk pemodelan sebaran biomassa karbon pada tajuk mangrove didapatkan hasil bahwa tajuk *Rhizophora mucronata* tertinggi di stasiun I berkisar antara 0,0001 – 0,143 ton C dengan persamaan $y = - 0,0436 (B2/B3)^2 + 0,526 (B2/B3) - 1,4642$, sebaran biomassa karbon tajuk *Bruguiera gymnorrhiza* tertinggi juga terdapat pada stasiun I berkisar antara 0,0001 – 0,081 ton C dengan persamaan $y = - 0,0027 (B2/B3)^2 + 0,0649 (B2/B3) - 0,2432$, serta sebaran biomassa karbon tajuk *Bruguiera cylindrica* hanya terdapat pada stasiun III berkisar antara 0,0014 – 0,0619 ton C dengan persamaan $y = - 0,0089 (B2/B3)^2 + 0,0632 (B2/B3) - 0,0683$.

Kata kunci : Mangrove, Biomassa, Karbon, GeoEye, Pulau Parang

Abstract

*Mangrove forest is one of the forest which has the highest carbon storage in tropical area. The research used exploratory field survey method and the sampling method use purposive sampling. The measurement of above ground biomass (trunk, branches, and leaves) use allometric equation with non-destructive method which in this research to estimate mangrove vegetation carbon stocks using GeoEye image. The average carbon biomass of Parang island mangrove vegetation is 128,29 ton/ha (64,15 ton C/ha), and are the largest carbon storage in the trunk. The results of polynomial regression analysis for modelling the distribution of biomass carbon in mangrove canopy shows that *Rhizophora mucronata* has the highest distribution at the first station ranged from 0,0001 to 0,143 ton C with the equation $y = - 0,0436 (B2/B3)^2 + 0,526 (B2/B3) - 1,4642$, the distribution of carbon biomass *Bruguiera gymnorrhiza* has the highest distribution of the first station ranged from 0,0001 to 0,081 ton C with the equation $y = - 0,0027 (B2/B3)^2 + 0,0649 (B2/B3) - 0,2432$, and distribution of carbon biomass *Bruguiera cylindrica* is found only in the third station ranged from 0,0014 to 0,0619 ton C with the equation $y = - 0,0089 (B2/B3)^2 + 0,0632 (B2/B3) - 0,0683$.*

Key words : Mangrove, Biomass, Carbon, GeoEye, Parang Island

1. Pendahuluan

Perubahan iklim merupakan dampak langsung dari adanya pemanasan global (*global warming*). Pemanasan global adalah peristiwa meningkatnya suhu bumi yang terkait langsung dengan gas-gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari aktivitas manusia. GRK merupakan suatu istilah untuk kelompok gas yang menjaga suhu permukaan bumi agar tetap hangat. Akumulasi berlebihan dari gas-gas seperti CO₂, CH₄, NO_x, CFC, dan lain-lain dapat menyebabkan suhu bumi meningkat tinggi (CIFOR, 2009). Menurut Bakhtiar *et al.* (2008) dalam Pandiwijaya (2011) dengan meningkatkan cadangan karbon dan mengurangi emisi GRK hasil aktivitas manusia merupakan salah satu solusi yang efektif dalam menekan perubahan iklim. Hutan mangrove merupakan salah satu hutan yang mempunyai simpanan karbon tertinggi di kawasan tropis. Hal ini menjadikan hutan mangrove memiliki peran besar sebagai penyerap dan penyimpan karbon guna pengurangan kadar CO₂ di udara.

Pulau Parang merupakan salah satu pulau di Kepulauan Karimunjawa yang menjadi zona budidaya laut, selain itu pulau ini juga dijadikan daerah pemukiman oleh penduduk. Meskipun penduduk yang ada di Pulau Parang ini tergolong tidak begitu padat dibandingkan Pulau Karimunjawa namun tetap saja berbagai aktivitas yang dilakukan oleh manusia di kawasan tersebut memiliki potensi yang berakibat buruk terhadap perubahan kondisi lingkungan. Penelitian mengenai estimasi stok karbon pada vegetasi mangrove dirasa penting karena dengan mengetahui jumlah karbon yang mampu diserap oleh mangrove maka kita akan lebih memahami manfaat ekologi mangrove sebagai penyerap karbon sehingga usaha pengelolaan vegetasi mangrove yang lestari dan berkelanjutan dalam rangka mengurangi pemanasan global dapat lebih ditingkatkan, serta fungsi biologi dari ekosistem mangrove dapat tetap terjaga.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi dan struktur vegetasi mangrove di Pulau Parang, mengetahui kandungan biomassa karbon vegetasi mangrove dari hasil pengukuran lapangan melalui persamaan allometrik di Pulau Parang, dan mengetahui pemodelan algoritma sebaran kandungan karbon pada masing-masing tajuk mangrove di setiap stasiun penelitian. Pengambilan data lapangan dilaksanakan pada tanggal 7 - 12 November 2012. Tempat Penelitian di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. Proses pengolahan data pada tanggal 10 - 13 Desember 2012 di Laboratorium Penginderaan Jauh, Kampus FPIK, Universitas Diponegoro, Semarang.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah citra satelit GeoEye Pulau Parang, data keliling pohon, data diameter batang pohon, data tinggi pohon, data koordinat pengambilan sampel menggunakan GPS (*Global Positioning System*), data vegetasi dan struktur komunitas mangrove, data nilai variabel dari parameter lingkungan, dan data pasang surut air laut BMKG 2012.

B. Metode Penelitian, Pengolahan, dan Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan dengan eksploratif. Penelitian eksploratif yaitu metode penelitian yang mengkaji dan mengungkapkan sesuatu dari lapangan sebagai suatu temuan-temuan yang dapat digunakan untuk menyusun model dan menarik kesimpulan (Messerschmidt, 1995). Adapun metode yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah dengan metode *purposive sampling* yaitu metode pengambilan sampel tidak secara acak melainkan berdasarkan pertimbangan tertentu atau sengaja (Nazir, 1999).

Dalam penelitian ini, sampling vegetasi menggunakan kombinasi metode transek dan plot berdasarkan Muller-Dombois dan Ellenberg (1974) dalam Jamili *et al.* (2009). Prosedur dalam pengukuran biomassa pohon dilakukan dengan cara *non destructive* dengan catatan jenis tanaman yang diukur sudah diketahui rumus allometriknya. Dalam hal ini prosedur untuk pengukuran biomassa di atas permukaan tanah menggunakan prosedur menurut Hairiah dan Rahayu (2007). Analisis pendugaan biomassa vegetasi mangrove di atas permukaan tanah (batang, cabang, dan daun) menggunakan persamaan allometrik berdasarkan spesies tanaman menurut Clough dan Scott (1989) serta Chukwamdeel dan Anunsiriwat (1997) dalam Sutaryo (2009). Sedangkan analisa komposisi dan struktur komunitas vegetasi mangrove mengacu kepada Muller-Dombois dan Ellenberg (1974) dalam Onrizal (2008).

Analisis terhadap data citra satelit GeoEye dilakukan dengan mengolah dan mengklasifikasikan data digital satelit melalui proses komputerisasi. Tahapan-tahapannya meliputi komposit band RGB 231, pemotongan citra, pemodelan algoritma, penajaman citra, *overlay*, dan *layout* peta sebaran biomassa karbon pada tajuk mangrove untuk masing-masing spesies yang ditemukan di stasiun penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat hasil meliputi gambaran umum lokasi penelitian, komposisi dan struktur komunitas vegetasi mangrove di Pulau Parang, Biomassa karbon vegetasi mangrove melalui analisa data lapangan di Pulau Parang, dan sebaran biomassa karbon hasil pemodelan algoritma citra satelit GeoEye.

Komposisi dan Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove di Pulau Parang

Dalam penelitian ini vegetasi mangrove yang ditemukan pada ketiga stasiun penelitian terdiri dari empat jenis yakni *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Bruguiera cylindrica*, dan *Avicennia marina*, sedangkan yang ada di luar stasiun penelitian ada 3 jenis yakni *Rhizophora apiculata*, *Avicennia officinalis*, dan *Sonneratia alba*. Dimana kesemua spesies ini merupakan tumbuhan mangrove mayor yang biasa dijumpai pada kawasan mangrove.

Stasiun I, II, dan III selain didominasi oleh jenis *Rhizophora mucronata*, juga ditemukan jenis *Bruguiera gymnorrhiza*. Hal ini dikarenakan jenis ini juga cenderung tumbuh dengan baik pada substrat berlumpur. Menurut Noor *et al.* (1999) bahwa *Bruguiera gymnorrhiza* dapat tumbuh baik pada substrat berlumpur dan kadang-kadang pada substrat berpasir. Pada stasiun III yang berada di sebelah barat Pulau Parang juga ditemukan spesies *Bruguiera cylindrica* dan *Avicennia marina*. Hal ini diduga karena posisi stasiun III yang lebih dekat dengan laut terbuka serta memiliki salinitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya. Menurut Bengen (2004) menyatakan bahwa salah satu tipe mangrove yang umum di Indonesia yakni untuk daerah yang dekat dengan laut sering ditumbuhi oleh *Avicennia* spp.

Vegetasi mangrove di Pulau Parang didominasi terutama oleh jenis *Rhizophora mucronata* dengan nilai kerapatan dari ketiga stasiun berkisar antara 1656 – 4122 ind/ha dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan kriteria yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI No. 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove, kawasan hutan mangrove Pulau Parang dapat dikategorikan sebagai kawasan hutan mangrove yang mempunyai kerapatan pohon sangat padat sebab ≥ 1500 ind/ha.

Tabel 1. Nilai Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove Kategori Pohon pada masing-masing Stasiun Penelitian di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa.

Stasiun	Spesies	Jumlah Pohon	BA (cm ²)	K (ind/ha)	F	D (m ² /ha)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
I	RM	156	15820,56	1733	1,00	17,58	81,68	56,25	79,47	217,39
	BG	35	4087,62	389	0,78	4,54	18,32	43,75	20,53	82,61
	Jumlah	191	19908,18	2122	1,78	22,12	100	100	100	300
II	RM	149	9034,83	1656	1,00	10,04	63,95	50	50,76	164,70
	BG	84	8766,00	933	1,00	9,74	36,05	50	49,24	135,30
	Jumlah	233	17800,83	2589	2,00	19,78	100	100	100	300
III	RM	371	14327,59	4122	0,89	15,92	75,10	32	71,84	178,94
	BG	54	1759,91	600	1,00	1,96	10,93	36	8,82	55,75
	BC	50	2230,81	556	0,67	2,48	10,12	24	11,19	45,31
	AM	19	1627,23	211	0,22	1,81	3,85	8	8,16	20,00
	Jumlah	494	19945,54	5489	2,78	22,16	100	100	100	300

Keterangan : RM : *Rhizophora mucronata*, BG : *Bruguiera gymnorrhiza*, BC : *Bruguiera cylindrica*, AM : *Avicennia marina*

Peranan masing-masing jenis mangrove di setiap stasiun penelitian ditunjukkan oleh Indeks Nilai Penting (INP), dimana jenis *Rhizophora mucronata* juga memiliki nilai INP rata-rata tertinggi dari ketiga stasiun penelitian yang ada yakni 164,70 – 217,39 dapat dilihat pada Tabel 1. Besarnya nilai INP jenis *Rhizophora mucronata* di semua stasiun penelitian menunjukkan bahwa jenis ini memberikan peranan paling besar terhadap struktur komunitas mangrove di Pulau Parang. Tingginya kerapatan dan nilai INP jenis *Rhizophora mucronata* di lokasi penelitian diduga karena secara umum substrat di daerah ini didominasi oleh lumpur berpasir. Hal ini sesuai dengan Bengen (2004) yang menyatakan bahwa jenis Bakau (*Rhizophora* spp.) dapat tumbuh baik pada substrat tanah berlumpur dan dapat mentoleransi tanah lumpur berpasir.

Jumlah jenis mangrove pada tahap pertumbuhan anakan (*sapling*) yang ditemukan di kawasan penelitian terdiri dari tiga jenis yakni *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Bruguiera cylindrica*. Jenis mangrove pada tahap pertumbuhan ini didominasi oleh *Rhizophora mucronata* dengan nilai kerapatan dari ketiga stasiun berkisar antara 311 – 867 ind/ha dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan kriteria yang ada maka untuk kategori anakan (*sapling*) mempunyai kerapatan yang jarang sebab < 1000 ind/ha. Pada penelitian ini untuk kategori anakan (*sapling*) jenis *Rhizophora mucronata* memiliki nilai INP rata-rata tertinggi pada stasiun I dan III sebesar 83,89 – 138,89, sedangkan pada stasiun II nilai INP tertinggi dimiliki jenis *Bruguiera gymnorrhiza* sebesar 104,28 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove Kategori Anakan (*sapling*) pada masing-masing Stasiun Penelitian di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa.

Stasiun	Spesies	Jumlah Anakan	K (ind/ha)	F	KR (%)	FR (%)	INP (%)
I	RM	39	867	0,56	72,22	66,67	138,89
	BG	15	333	0,28	27,78	33,33	61,11
	Jumlah	54	1200	0,83	100	100	200
II	RM	24	533	0,39	54,55	41,18	95,72
	BG	20	444	0,56	45,45	58,82	104,28
	Jumlah	44	977	0,94	100	100	200
III	RM	14	311	0,50	38,89	45	83,89
	BG	8	178	0,33	22,22	30	55,56
	BC	14	311	0,28	38,89	25	63,89
	Jumlah	36	800	1,11	100	100	200

Keterangan : RM : *Rhizophora mucronata*, BG : *Bruguiera gymnorrhiza*, BC : *Bruguiera cylindrica*

Tabel 3. Nilai Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove Kategori Semai (*seedling*) pada masing-masing Stasiun Penelitian di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa.

Stasiun	Spesies	Jumlah Semai	K (ind/ha)	F	KR (%)	FR (%)	INP (%)
I	RM	174	38667	0,89	96,67	90,91	187,58
	BG	6	1333	0,09	3,33	9,09	12,42
	Jumlah	180	40000	0,98	100	100	200
II	RM	30	6667	0,42	34,48	47,50	81,98
	BG	57	12667	0,47	65,52	52,50	118,02
	Jumlah	87	19334	0,89	100	100	200
III	RM	216	48000	0,76	92,70	79,07	171,77
	BG	9	2000	0,11	3,86	11,63	15,49
	BC	7	1556	0,07	3,00	6,98	9,98
	AM	1	222	0,02	0,43	2,33	2,75
	Jumlah	233	51778	0,96	100	100	200

Keterangan : RM : *Rhizophora mucronata*, BG : *Bruguiera gymnorrhiza*, BC : *Bruguiera cylindrica*, AM : *Avicennia marina*

Pada tahap pertumbuhan semai (*seedling*), jumlah jenis mangrove yang terdapat di kawasan penelitian terdiri atas *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Bruguiera cylindrica*, dan *Avicennia marina*. Pada stasiun I dan III didominasi oleh spesies *Rhizophora mucronata* dengan rata-rata kerapatan berkisar 48000 – 38667 ind/ha dapat dilihat pada Tabel 3. Hal ini mengindikasikan untuk kategori semai jenis *Rhizophora mucronata* pada stasiun I dan III sangat padat sebab ≥ 1500 . Dari ketiga stasiun penelitian yang ada, spesies *Rhizophora mucronata* mendominasi pada 2 stasiun yakni stasiun I dan III, serta pada kedua stasiun tersebut *Rhizophora mucronata* memiliki nilai INP rata-rata tertinggi berkisar antara 171,77 – 187,58. Hal ini dikarenakan *Rhizophora mucronata* merupakan salah satu jenis mangrove yang tumbuh cepat, pertumbuhan optimal terjadi pada area yang tergenang. Jenis ini merupakan salah satu mangrove yang paling penting dan tersebar luas dengan perbungaan terjadi sepanjang tahun. Pertumbuhan *Rhizophora mucronata* sering mengelompok karena propagul yang sudah matang akan jatuh dan dapat langsung menancap ke tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Suryawan (2006) yang menyatakan bahwa *Rhizophora mucronata* merupakan salah satu jenis mangrove yang tumbuh cepat. Propagul yang ditancapkan ke tanah dalam tiga bulan telah tumbuh lima helai daun. Sedangkan pada stasiun II, *Bruguiera gymnorrhiza* mempunyai kerapatan yang lebih tinggi dibanding *Rhizophora mucronata* yakni 12667 ind/ha serta nilai INP sebesar 118,02. Hal ini dikarenakan buah jenis *Bruguiera gymnorrhiza* juga mempunyai kemampuan tumbuh yang cepat bila menancap ke tanah seperti halnya spesies *Rhizophora mucronata*.

Selain pengukuran vegetasi mangrove dilakukan juga pengukuran parameter lingkungan di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4. Pada ketiga stasiun penelitian didapatkan bahwa salinitas berkisar antara 35‰ – 42‰. Hasil pengujian bahan organik dari ketiga stasiun berkisar antara 29,76% - 96,81%. Secara umum substrat di kawasan mangrove Pulau Parang berupa lumpur berpasir.

Tabel 4. Distribusi Nilai Rata-rata Salinitas (‰), Bahan Organik, dan Jenis Substrat di masing-masing Stasiun Penelitian

Stasiun	Salinitas (‰)	Bahan Organik Tanah (%)	Jenis Substrat
I	35 – 40	29,76 – 67,13	Lumpur berpasir
II	35 – 36	29,89 – 96,81	Lumpur berpasir
III	38 – 42	76,59 – 96,38	Lumpur berpasir

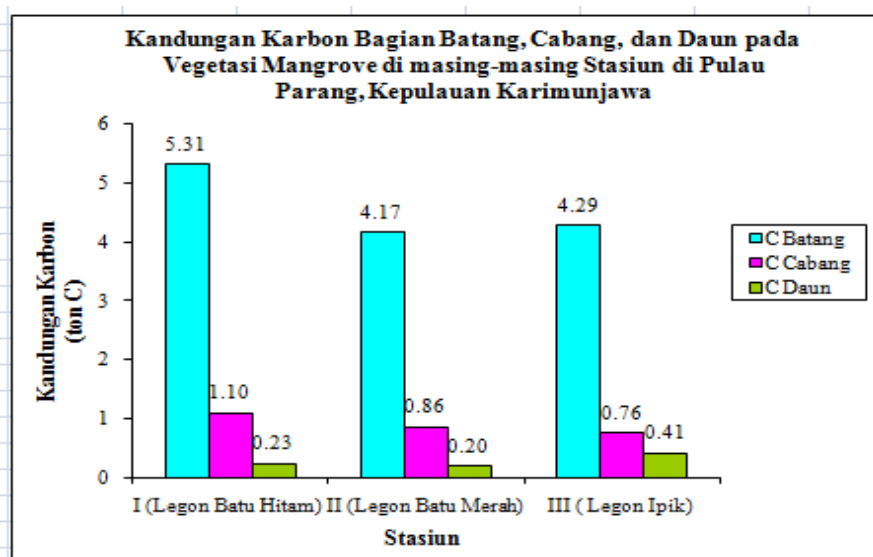
Biomassa Karbon Vegetasi Mangrove melalui Analisa Data Lapangan di Pulau Parang

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa simpanan karbon tertinggi terdapat pada stasiun I dengan jumlah pohon sebanyak 191 buah dapat menyerap dan menyimpan karbon sebesar 6,64 ton C, sedangkan simpanan karbon terendah terdapat pada stasiun II dengan jumlah pohon yang lebih banyak yakni 233 buah dapat menyerap dan menyimpan karbon sebesar 5,23 ton C dapat dilihat pada Tabel 5. Dimana kerapatan yang tinggi di lapangan tidak selalu memiliki stok karbon yang lebih besar dibandingkan dengan kerapatan yang rendah. Jumlah stok karbon ini ditentukan oleh biomassa yang dapat diamati dari ukuran pohon yang ada di lapangan, sehingga apabila suatu plot pengamatan memiliki jumlah pohon yang sedikit namun pohon yang ada dalam plot tersebut berukuran lebih besar maka biomassa yang terdapat pada plot tersebut juga akan besar. Hal ini akan mempengaruhi jumlah karbon yang dapat diserap juga ikut bertambah besar. Secara umum, biomassa pohon terbesar diperoleh pada pohon yang berdiameter paling besar pula. Hal ini disebabkan biomassa berkaitan erat dengan proses fotosintesis, dimana biomassa akan bertambah apabila tumbuhan menyerap CO₂ dari udara dan mengubahnya menjadi senyawa organik dari proses fotosintesis, hasil fotosintesis ini kemudian akan digunakan oleh tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan ke arah horizontal dan vertikal. Menurut Kusmana *et al.* (1992) menyatakan bahwa besarnya biomassa ditentukan oleh diameter, tinggi tanaman, berat jenis kayu, dan kesuburan tanah.

Tabel 5. Kandungan Biomassa Karbon Setiap Spesies pada masing-masing Stasiun di Pulau Parang

ST	Spesies	Σ Pohon	Batang		Cabang		Daun		Keseluruhan Bagian Pohon (Cabang, Batang, dan Daun)	
			Biomassa (ton)	Kandungan Karbon (ton C)	Biomassa (ton)	Kandungan Karbon (ton C)	Biomassa (ton)	Kandungan Karbon (ton C)	Biomassa (ton)	Kandungan Karbon (ton C)
I	RM	156	8,88	4,44	1,83	0,92	0,38	0,19	11,09	5,55
	BG	35	1,74	0,87	0,36	0,18	0,08	0,04	2,18	1,09
	Jumlah	191	10,62	5,31	2,19	1,10	0,46	0,23	13,27	6,64
II	RM	149	4,49	2,25	0,90	0,45	0,21	0,11	5,62	2,81
	BG	84	3,84	1,92	0,82	0,41	0,18	0,09	4,84	2,42
	Jumlah	233	8,33	4,17	1,72	0,86	0,39	0,20	10,46	5,23
III	RM	371	6,12	3,06	1,18	0,59	0,32	0,16	7,62	3,81
	BG	54	0,68	0,34	0,13	0,07	0,06	0,03	0,87	0,44
	BC	50	1,08	0,54	0,10	0,05	0,02	0,01	1,20	0,60
	AM	19	0,71	0,35	0,10	0,05	0,41	0,21	1,22	0,61
Jumlah	494	8,59	4,29	1,51	0,76	0,81	0,41	10,91	5,46	

Keterangan : RM : *Rhizophora mucronata*, BG : *Bruguiera gymnorrhiza*, BC : *Bruguiera cylindrica*, AM : *Avicennia marina*



Gambar 1. Diagram Batang Kandungan Karbon Batang, Cabang, dan Daun pada Vegetasi Mangrove di masing-masing Stasiun di Pulau Parang

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa dari ketiga stasiun yang ada menunjukkan hasil yang sama bahwa bagian atau organ pohon mangrove yang mempunyai kandungan biomassa karbon terbesar pada bagian batang, sedangkan kandungan biomassa karbon terkecil terdapat pada bagian daun. Hal ini sesuai dengan pendapat Hilmi (2003) dalam Limbong (2009) yang menyatakan bahwa tingginya kadar karbon pada bagian batang disebabkan karena unsur karbon yang merupakan bahan organik penyusun dinding sel-sel batang dimana kayu secara umum tersusun oleh selulosa, lignin, dan bahan ekstraktif yang sebagian besar disusun dari unsur karbon. Sehingga kadar karbon bagian batang pohon penting dalam menduga potensi karbon tegakan dan banyak digunakan sebagai dasar perhitungan dalam pendugaan karbon.

Dari hasil penelitian yang ada simpanan karbon yang didapat dengan luas area penelitian pada masing-masing stasiun sebesar 0,09 hektar dikonversikan menjadi simpanan karbon per hektar sehingga didapatkan hasil pada stasiun I mempunyai biomassa sebesar 147,44 ton/ha (73,72 ton C/ha), stasiun II mempunyai biomassa sebesar 116,22 ton/ha (58,11 ton C/ha), dan stasiun III mempunyai biomassa sebesar 121,22 ton/ha (60,61 ton C/ha) dapat dilihat pada Tabel 6. Dimana rata-rata biomassa vegetasi mangrove Pulau Parang dari ketiga stasiun penelitian tersebut adalah 128,29 ton/ha yang berarti cukup rendah apabila dibandingkan dengan biomassa hutan mangrove Merbok sebesar 245 ton/ha dan dalam pengelolaan yang intensif biomassa mencapai 300 ton/ha (Anwar *et al.*, 1984). Simpanan karbon vegetasi mangrove Pulau Parang (64,15 ton C/ha) mendekati besarnya simpanan karbon di atas permukaan tanah pada hutan mangrove sekunder yang memiliki simpanan karbon berkisar antara 54,1 – 182,5 ton C/ha (Dharmawan dan Siregar, 2008; 2009). Selain itu menurut Aminudin (2008) menyatakan bahwa tingkat penyerapan karbon di hutan dipengaruhi

oleh berbagai faktor antara lain adalah iklim, topografi, karakteristik lahan, umur, kerapatan vegetasi, komposisi, serta kualitas tempat tumbuh.

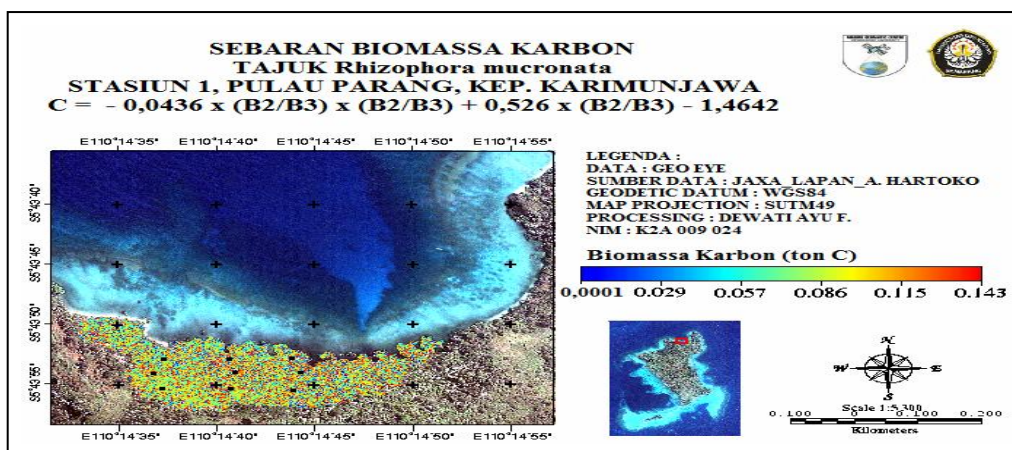
Tabel 6. Total Karbon yang Terkandung dalam Luas Area Mangrove pada masing-masing Stasiun Penelitian di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa.

Stasiun	Luas Area (Ha)	Biomassa (ton/ha)	Kandungan Karbon (ton C/ha)	Total Kandungan Karbon dalam Luas Area masing-masing Stasiun (ton C)
I	4,57	147,44	73,72	336,90
II	3,94	116,22	58,11	228,95
III	4,16	121,22	60,61	252,14
Jumlah	12,67	384,88	192,44	817,99
Rata-Rata		128,29	64,15	

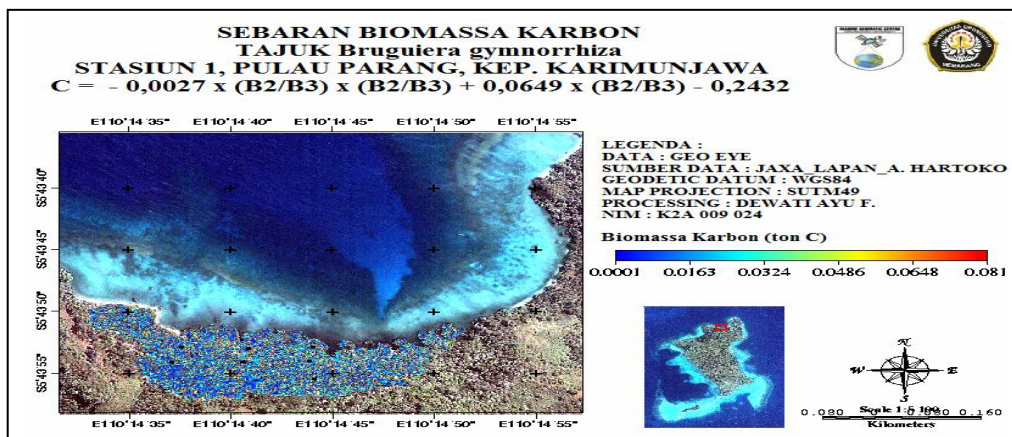
Dari hasil di atas bahwa cukup rendahnya biomassa hutan mangrove di Pulau Parang dapat disebabkan adanya pengelolaan yang kurang intensif sebab sebagaimana kita ketahui bahwa kawasan mangrove di Pulau Parang tidak termasuk ke dalam Zonasi Taman Nasional Karimunjawa. Hal ini menjadikan pemanfaatan kawasan mangrove oleh masyarakat sekitar dapat dilakukan dengan mudah seperti dibuat untuk gading (badan kapal), rumpon, dan lain-lain. Masih rendahnya kesadaran masyarakat dan kurangnya pengawasan terhadap kawasan mangrove ini maka diperlukan lagi suatu pengawasan dan pengelolaan yang lebih intensif, berkelanjutan, dan lestari.

Sebaran Biomassa Karbon Hasil Pemodelan Algoritma Citra Satelit GeoEye

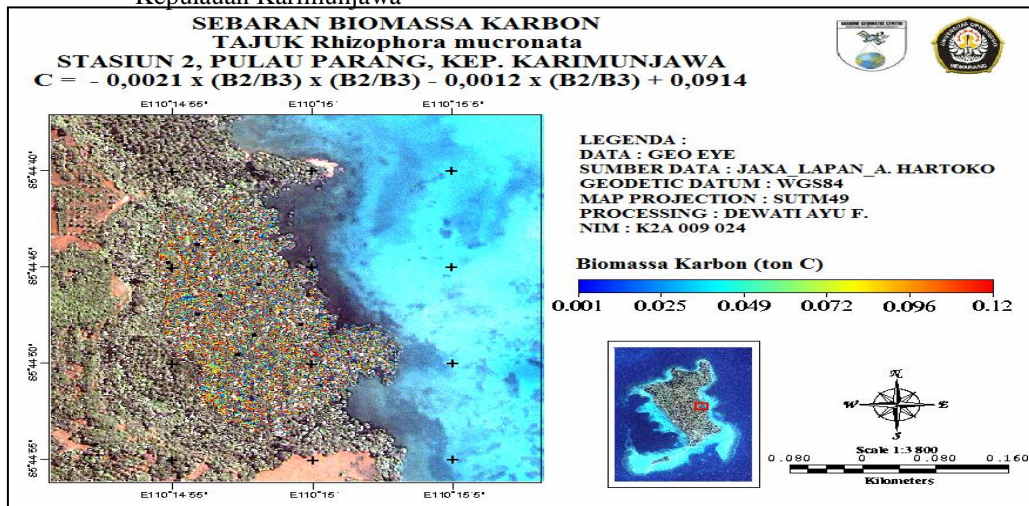
Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan citra satelit GeoEye dengan melakukan suatu pemodelan algoritma dimana data yang digunakan adalah nilai DN (*digital number*) satelit GeoEye dengan nilai hasil pengukuran kandungan karbon di lapangan. Dalam penelitian ini dilakukan tiga ujicoba nilai DN (*digital number*) pada Band 2, Band 3, dan Band2/Band3 dengan nilai hasil pengukuran kandungan karbon di lapangan. Variabel dengan nilai koefisien korelasi tertinggi yang akan digunakan untuk mengetahui sebaran simpanan karbon pada tajuk mangrove di masing-masing stasiun. Dari hasil ketiga ujicoba tersebut menunjukkan bahwa Band2/Band3 yang paling berpengaruh terhadap pemodelan algoritma kandungan karbon di lapangan.



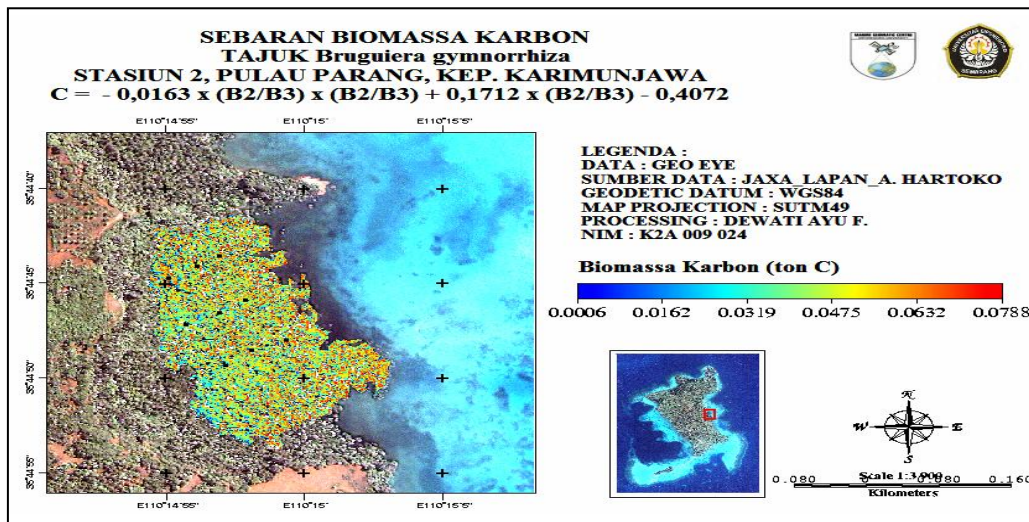
Gambar 2. Sebaran Biomassa Karbon Tajuk *Rhizophora mucronata* di Stasiun I Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa



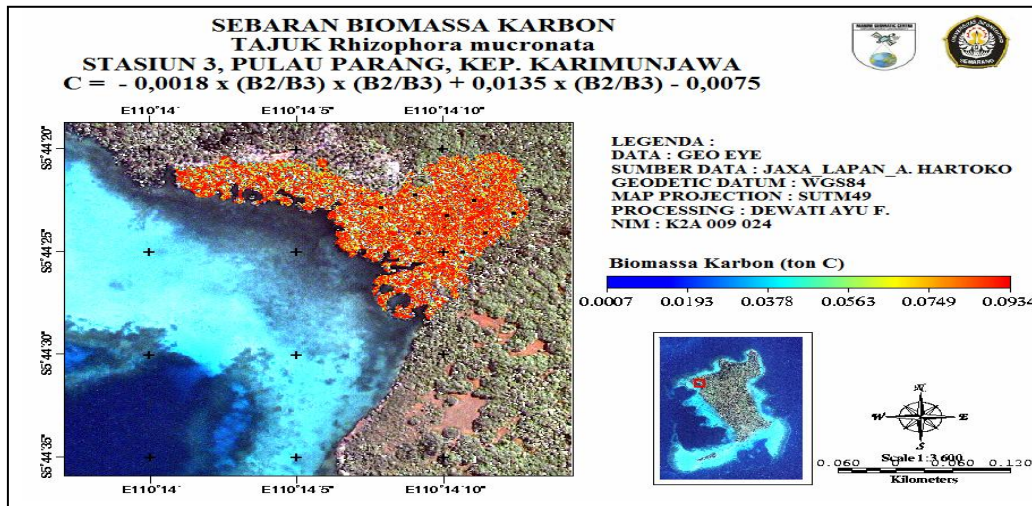
Gambar 3. Sebaran Biomassa Karbon Tajuk *Bruguiera gymnorrhiza* di Stasiun I Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa



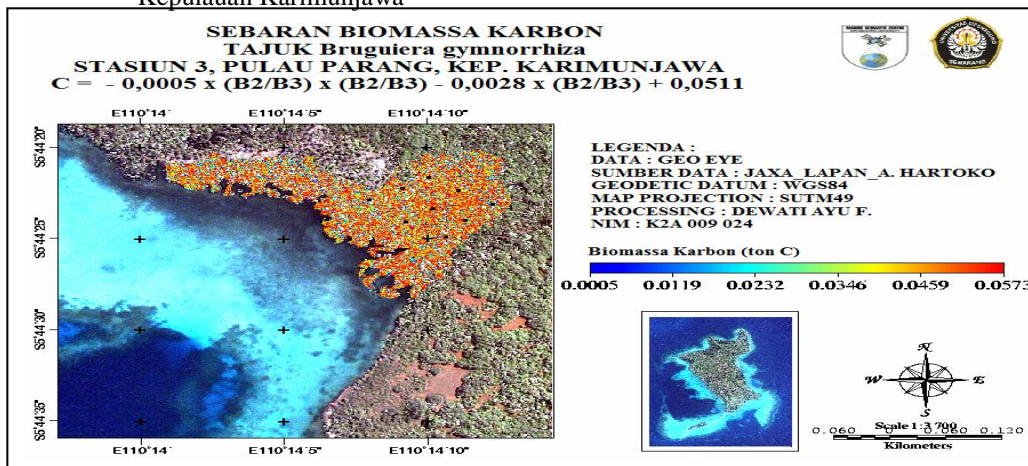
Gambar 4. Sebaran Biomassa Karbon Tajuk *Rhizophora mucronata* di Stasiun II Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa



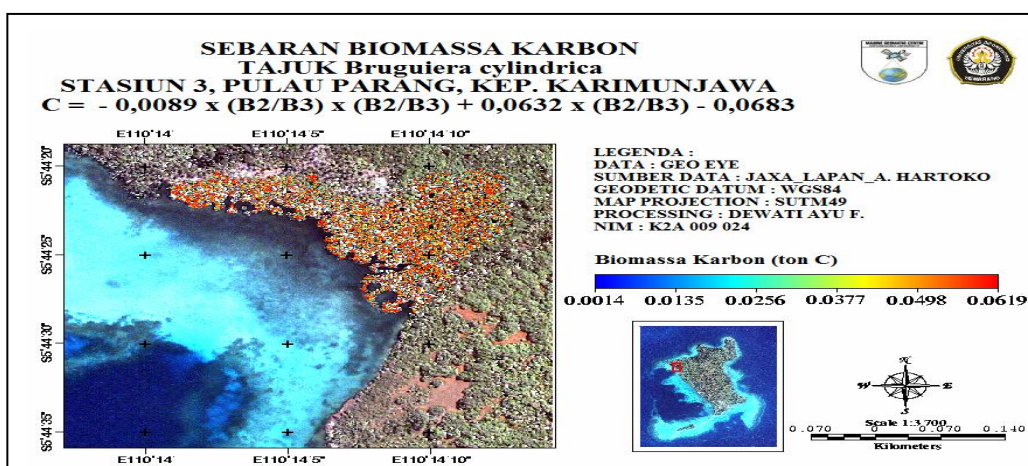
Gambar 5. Sebaran Biomassa Karbon Tajuk *Bruguiera gymnorrhiza* di Stasiun II Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa



Gambar 6. Sebaran Biomassa Karbon Tajuk *Rhizophora mucronata* di Stasiun III Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa



Gambar 7. Sebaran Biomassa Karbon Tajuk *Bruguiera gymnorrhiza* di Stasiun III Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa



Gambar 8. Sebaran Biomassa Karbon Tajuk *Bruguiera cylindrica* di Stasiun III Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa

Proses pemodelan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan regresi polinomial. Dari hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa variabel dengan gabungan dua band yakni band2/band3 memiliki korelasi tertinggi dengan hasil pengukuran biomassa karbon di lapangan, sementara variabel band tunggal yakni band 2 maupun band 3

saja justru memiliki korelasi yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa nilai band2/band3 GeoEye mempunyai hubungan yang erat dengan nilai biomassa karbon tajuk *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Bruguiera cylindrica* pada stasiun I, II, dan III. Sedangkan untuk spesies *Avicennia marina* tidak dapat dilakukan pemodelan algoritma sebab hanya ditemukan pada 2 plot saja dari 9 plot pengamatan yang ada pada stasiun III sehingga tidak dapat digunakan untuk menduga sebaran biomassa karbon tajuk *Avicennia marina* pada stasiun III. Hal ini dikarenakan semakin banyak titik sampel akan dapat memberikan hasil yang dapat mewakili daerah pengamatan.

Penggunaan band2/band3 didasarkan atas pantulan spektral spektrum cahaya tampak dari gabungan kedua band tersebut. Dalam hal ini klorofil yang mempengaruhi respon spektral dari daun, dimana panjang gelombang dalam pengamatan puncak pantulan untuk vegetasi mangrove yakni 0,60 μm . Band 2 GeoEye merupakan band hijau dengan panjang gelombang 510 – 580 nm atau 0,51 – 0,58 μm , sedangkan Band 3 GeoEye merupakan band merah dengan panjang gelombang 655 – 690 nm atau 0,66 – 0,69 μm . Hal ini menunjukkan bahwa band2/band3 GeoEye merupakan band yang sesuai untuk analisa vegetasi mangrove dilihat dari panjang gelombangnya. Menurut Campell (1987) dalam Arhatin (2007) menyatakan bahwa klorofil tidak menyerap semua cahaya. Molekul klorofil menyerap cahaya biru dan merah untuk fotosintesis kira-kira sebesar 70% sampai 90% cahaya datang. Cahaya hijau sedikit diserap dan banyak dipantulkan sehingga dapat kita lihat pantulan cahaya hijau yang dominan sebagai warna dari vegetasi yang hidup.

Dari persamaan algoritma tersebut akan diperoleh hasil sebaran biomassa karbon tajuk *Rhizophora mucronata*, tajuk *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Bruguiera cylindrica* pada masing-masing stasiun penelitian. Sebaran kandungan biomassa karbon tertinggi untuk tajuk *Rhizophora mucronata* terdapat pada stasiun I yakni berkisar antara 0,0001 – 0,143 ton C, dan terendah pada stasiun III yakni berkisar antara 0,0007 – 0,0934 ton C. Pada tajuk *Bruguiera gymnorrhiza* sebaran kandungan biomassa karbon tertinggi juga terdapat pada stasiun I yakni berkisar antara 0,0001 – 0,081 ton C, sedangkan terendah pada stasiun III berkisar antara 0,0005 – 0,0573 ton C. Untuk tajuk *Bruguiera cylindrica* hanya ditemukan pada stasiun III dengan sebaran kandungan biomassa karbon berkisar antara 0,0014 – 0,0619 ton C. Setelah dibandingkan antara hasil pengukuran biomassa karbon di lapangan pada masing-masing tajuk dengan kandungan biomassa karbon hasil pemodelan algoritma pada citra GeoEye menunjukkan bahwa nilai simpanan karbon tidak berbeda jauh, serta spesies yang sama dengan diameter batang pohon yang berbeda memiliki simpanan karbon yang berbeda. Hal ini sesuai dengan pendapat Ahmadi (1990) dalam Aminudin (2008) yang menyatakan bahwa semakin besar diameter pohon memiliki potensi selulosa dan zat penyusun kayu lainnya yang lebih besar pula. Lebih tingginya karbon pada bagian batang erat kaitannya dengan lebih tingginya biomassa bagian batang jika dibandingkan dengan bagian pohon lainnya. Faktor ini yang menyebabkan pada kelas diameter yang lebih besar kandungan karbonnya lebih besar.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Jenis mangrove yang ditemukan di Pulau Parang pada stasiun penelitian ada 4 jenis yaitu *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Bruguiera cylindrica*, *Avicennia marina*, dengan jenis yang mendominasi yaitu *Rhizophora mucronata*;
2. Rata-rata biomassa karbon vegetasi mangrove Pulau Parang sebesar 128,29 ton/ha (64,15 ton C/ha), dengan simpanan karbon terbesar terdapat pada bagian batang;
3. Pendugaan sebaran biomassa karbon untuk kedua spesies yang selalu ada pada semua stasiun penelitian yaitu tajuk *Rhizophora mucronata* tertinggi di stasiun I berkisar antara 0,0001 – 0,143 ton C dengan persamaan $y = - 0,0436 (B2/B3)^2 + 0,526 (B2/B3) - 1,4642$, dan sebaran biomassa karbon tajuk *Bruguiera gymnorrhiza* tertinggi juga terdapat pada stasiun I berkisar antara 0,0001 – 0,081 ton C dengan persamaan $y = - 0,0027 (B2/B3)^2 + 0,0649 (B2/B3) - 0,2432$.

Saran

Saran yang dapat diberikan adalah:

1. Perlu dilakukan pengawasan, perlindungan, dan pengelolaan yang lebih intensif dan lestari pada kawasan mangrove di Pulau Parang, dengan demikian fungsi ekosistem dan jasa lingkungannya yang sangat penting dapat tetap terlindungi;
2. Perlu adanya penelitian mengenai potensi massa karbon pada serasah, pohon mati, tumbuhan bawah, dan tanah, sebab komponen-komponen tersebut juga memiliki potensi massa karbon yang besar.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Balai Taman Nasional Karimunjawa atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian di Pulau Parang. Ucapan terima kasih ditujukan pula kepada Prof. Dr. Ir. Agus Hartoko, M.Sc dan Dr. Ir. Suryanti, M.Pi atas bimbingannya dalam penyusunan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Aminudin, S. 2008. Kajian Potensi Cadangan Karbon pada Pengusahaan Hutan Rakyat (Studi Kasus Hutan Tanaman Rakyat Desa Dengok, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunungkidul) [tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anwar, J., S.J. Damanik, N. Hisyam dan A.J. Whitten. 1984. Ekologi Ekosistem Sumatera. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Arhatin, R.E. 2007. Pengkajian Algoritma Indeks Vegetasi dan Metode Klasifikasi Mangrove dari Data Satelit Landsat-5 dan Landsat-7 ETM+ (Studi Kasus di Kabupaten Berau, Kaltim). [Thesis]. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Bengen, D.G. 2004. Pedoman Teknis Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.
- [CIFOR] Center for International Forestry Research. 2009. Apakah itu Pedoman CIFOR Tentang Hutan, Perubahan Iklim, dan REDD. Bogor: CIFOR.
- Dharmawan, I. W. S. dan C. A. Siregar. 2008. Teknik evaluasi kandungan karbon hutan mangrove *Rhizophora mucronata*. Pusat Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. Bogor. Manuskrip.
- _____. 2009. Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan *Avicennia marina* (Forsk) Vierh. Di BKPH Ciasem, Purwakarta. Jurnal Penelitian Hutan Vol. 4, 2008. Pusat Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Hairiah, K. dan S. Rahayu. 2007. Pengukuran “Karbon Tersimpan” di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor. World Agroforestry Centre ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia 77p.
- Jamili, D. Setiadi, I. Qayim, E. Guhardja. 2009. Struktur dan Komposisi Mangrove di Pulau Kaledupa Taman Nasional Wakatobi, Sulawesi Tenggara. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer 201 Tahun 2004 Tentang *Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove*.
- Kusmana, C., S. Sabiham, K. Abe and H. Watanabe. 1992. An Estimation of Above Ground Tree Biomass of A Mangrove Forest in East Sumatera. *Tropics I* (4) : 143-257.
- Limbong HDH. 2009. Potensi Karbon Tegakan *Acacia crassicarpa* pada Lahan Gambut Bekas Terbakar [tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Messerschmidt, D. A. 1995. Rapid Appraisal for Community Forestry. Methodology Series. International Institute for Environment and Development. UK–London.
- Nazir, M. 1999. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Noor, Y.R., M. Khazali, dan N.N. Suryadiputra. 1999. Panduan Pengendalian Mangrove di Indonesia. Wetlands International-Indonesia Programme. Bogor.
- Onrizal. 2008. Teknik Survei dan Analisa Data Sumberdaya Mangrove. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Pandiwijaya, A. 2011. Pendugaan Perubahan Cadangan Karbon di Taman Nasional Gunung Merapi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suryawan, F. dan A.H. Mahmud. 2006. Studi Keanekaragaman Vegetasi dan Kondisi Fisik Kawasan Pesisir Banda Aceh untuk Mendukung Upaya Konservasi Wilayah Pesisir Pasca-Tsunami. Banda Aceh: Unsyiah.
- Sutaryo, D. 2009. Perhitungan Biomassa (Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon). Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.