

Biomassa Karbon Vegetasi Mangrove berdasarkan Citra Satelit Alos_Avnir_2 Di Kelurahan Welai Timur dan Welai Barat Kecamatan Teluk Mutiara Kabupaten Alor

Jahved Feriyanto Maro^{1,*}, Agus Hartoko², Ign.Boedi. Hendarto²

1 Mahasiswa Magister Manajemen Sumberdaya Pantai FPIK Universitas Diponegoro Semarang

2 Staf Pengajar Magister Manajemen Sumberdaya Pantai FPIK Universitas Diponegoro Semarang

* E-mail : yantomaro@yahoo.co.id

Abstrak. Hutan mangrove merupakan salah satu hutan yang mempunyai simpanan karbon tertinggi di kawasan tropis. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung stok karbon hutan mangrove di Kelurahan Welai Timur dan Kelurahan Welai Barat. 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 Alos_Avnir_2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata biomassa karbon vegetasi mangrove Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat sebesar 59,83 ton/ha (29,92 ton C/ha), dengan simpanan karbon terbesar terdapat pada bagian batang.

Kata Kunci: Mangrove 1, Biomassa 2, Karbon 3, Alos_Avnir_2

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 ^[1]. Akumulasi berlebihan dari gas-gas seperti CO₂, CH₄, NOX, CFC, dan lain-lain dapat menyebabkan suhu bumi meningkat tinggi ^[2]. Hutan mangrove merupakan salah satu hutan yang mempunyai simpanan karbon tertinggi di kawasan tropis ^[3]. Hal ini menjadikan hutan mangrove memiliki peran besar sebagai penyerap dan menyimpan karbon guna pengurangan kadar CO₂ di udara.

Kelurahan Welai Timur, Kelurahan Welai Barat dan Pulau Kapas yang termasuk di areal Kelurahan Welai Barat adalah Kelurahan yang berada di Kabupaten Alor, Provinsi Nusa Tenggara Timur yang merupakan salah satu kawasan areal KKLD (Kawasan Konservasi Laut Daerah) Kabupaten Alor. Kelurahan ini memiliki pesisir yang di domisili oleh hutan mangrove. Tetapi aktivitas penduduk di Pesisir Kelurahan Welai Timur dan Welai Barat cenderung merusak hutan mangrove. 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 Kelurahan Welai Timur dan Welai Barat, mengetahui kandungan biomassa karbon vegetasi mangrove dari hasil pengukuran lapangan melalui persamaan allometrik. Pengambilan data lapangan dilaksanakan pada tanggal 1 - 30 November 2015. Tempat Penelitian di pesisir Welai Timur, Welai Pulau Kapas dan Welai Barat. Proses pengolahan data pada tanggal 1 – 17 Desember 2015 di Laboratorium Penginderaan Jauh, Kampus Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.

2. Materi dan Metode Penelitian

2.1 Materi penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah citra satelit Alos_Avnir_2 Kabupaten Alor, 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.

2.2 Metode penelitian

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 [4]. 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 [5]. Dalam penelitian ini, sampling vegetasi menggunakan kombinasi metode transek dan plot [6]. 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 [7]. Analisis pendugaan biomassa vegetasi mangrove di atas permukaan tanah (batang, cabang, dan daun) menggunakan persamaan allometrik berdasarkan spesies tanaman [8]. Sedangkan analisa komposisi dan struktur komunitas vegetasi mangrove [9]. Analisis terhadap data citra satelit Alos_Avnir_2 dilakukan dengan mengolah dan mengklasifikasi 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

Penelitian yang telah dilakukan didapat hasil meliputi gambaran umum lokasi penelitian, komposisi dan struktur komunitas vegetasi mangrove dan biomassa karbon vegetasi mangrove melalui analisa data lapangan di Pesisir Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat.

3.1 Komposit dan struktur vegetasi mangrove Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat

Penelitian ini membuktikan bahwa vegetasi mangrove yang ditemukan pada ketiga stasiun penelitian terdiri dari empat jenis yakni *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Avicennia alba* dan *Avicennia marina*. 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 *Rhizophora apiculata*, *Avicennia alba*, dan *Avicennia marina*. Tetapi pada stasiun II tidak ditemukan *Avicennia alba*, dan *Avicennia marina*, hal ini dikarenakan pada stasiun II tekstur substratnya berlumpur sehingga memungkinkan kedua spesies ini tidak bertumbuh. Hal ini dikarenakan jenis-jenis mangrove ini tumbuh dengan baik pada substrat berlumpur dan berpasir. Jenis *Rhizophora* dan *Avicennia* dapat tumbuh baik pada substrat berlumpur dan kadang-kadang pada substrat berpasir ^[1].

Vegetasi mangrove di Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat didominasi terutama oleh jenis *Rhizophora mucronata* dengan nilai kerapatan dari ketiga stasiun berkisar antara 9200 – 1450 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 Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat 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 Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat, Kabupaten Alor.

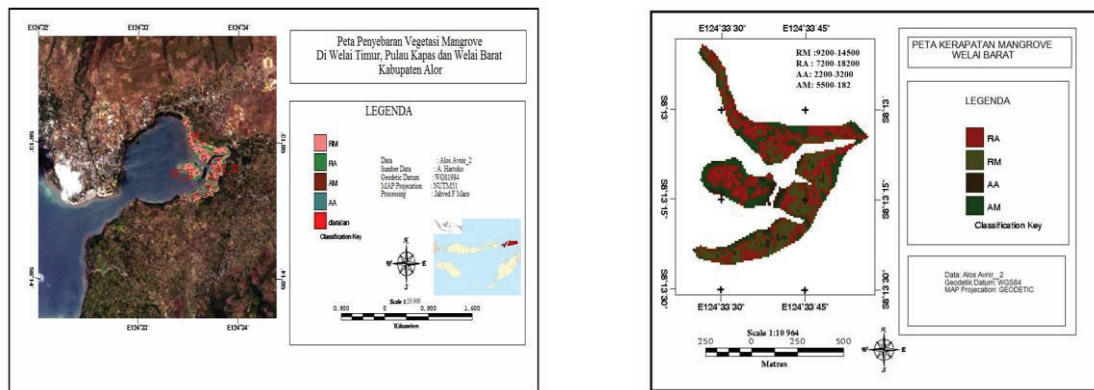
Srasiun	Spesies	Jumlah Pohon	BA (Cm ²)	K (Ind/Ha)	KR (%)	F	FR (%)	D (m ² /Ha)	DR (%)	INP (%)
I WT	RM	92	1087,10	9200	38,17	0,244	29,41	1,09	5,86	73,44
	RA	72	914,34	7200	29,88	0,29	35,29	9,14	49,27	114,44
	AA	22	216,53	2200	9,13	0,12	14,71	2,17	11,67	35,50
	AM	55	616,05	5500	22,82	0,17	20,59	6,16	33,20	76,61
Jumlah			2834,01	241000	100	0,83	100	18,56	100	300
II PK	RM	119	1313,31	1190	39,53	0,26	55,00	13,13	37,19	131,73
	RA	182	2217,62	1820	60,47	0,21	45,00	22,18	62,81	168,27
	Jumlah		3530,93	301000	100	0,46512	100	35,31	100	300
III WB	RM	145	1953,78	1450	31,73	0,12	26,47	19,54	35,07	93,27
	RA	175	2129,24	1750	38,29	0,15	32,35	21,29	38,22	108,86
	AA	32	253,00	3200	7,00	0,08	17,65	2,53	4,54	29,19
	AM	105	1235,38	1050	22,98	0,11	23,53	12,35	22,17	68,68
Jumlah			5571,40	45700	100	0,47	100	55,71	100	300

Keterangan: RM: *Rhizophora mucronata*, RA : *Rhizophora apiculata*, AA : *Avicennia alba*, AM : *Avicennia marina*, WT: Welai Timur, PK: Pulau Kapas, WT: Welai Barat

Peranan masing-masing jenis mangrove di setiap stasiun penelitian ditunjukkan oleh Indeks Nilai Penting (INP), dimana jenis *Rhizophora apiculata* yang memiliki nilai INP rata-rata tertinggi dari ketiga stasiun penelitian yang ada yakni 108,86 – 131,73 dapat dilihat pada Tabel 1. Hal tersebut dijelaskan oleh ^[10], menyatakan bahwa besarnya kerapatan suatu spesies mangrove dalam satu ekosistem tidak berarti bahwa memiliki nilai INP yang besar pula. Besarnya nilai INP jenis *Rhizophora apiculata* di semua stasiun penelitian menunjukkan bahwa jenis ini memberikan peranan paling besar terhadap struktur komunitas mangrove di Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat. Tingginya kerapatan dan nilai INP jenis *Rhizophora apiculata* di lokasi penelitian diduga karena secara umum substrat di daerah ini didominasi oleh lumpur berpasir. Hal ini sesuai dengan Donato (2012) ^[3] yang menyatakan bahwa jenis Bakau (*Rhizophora* spp.) dapat tumbuh baik pada substrat tanah berlumpur dan dapat mentoleransi tanah lumpur berpasir. Gamber penyebaran vegetasi mangrove terlihat pada gambar 1.

3.2 Biomassa Karbon Vegetasi Mangrove di Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat

Hasil penelitian didapatkan bahwa simpanan karbon tertinggi terdapat pada stasiun III dengan jumlah pohon sebanyak 457 buah dapat menyerap dan menyimpan karbon sebesar 38,62 ton C, sedangkan simpanan karbon terendah terdapat pada stasiun I dengan jumlah pohon yakni 241 buah dapat menyerap dan menyimpan karbon sebesar 15,31 ton C dapat dilihat pada Tabel 2. Perlu diingat bahwa 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. Besarnya biomassa ditentukan oleh diameter, tinggi tanaman, berat jenis kayu, dan kesuburan tanah ^[11].



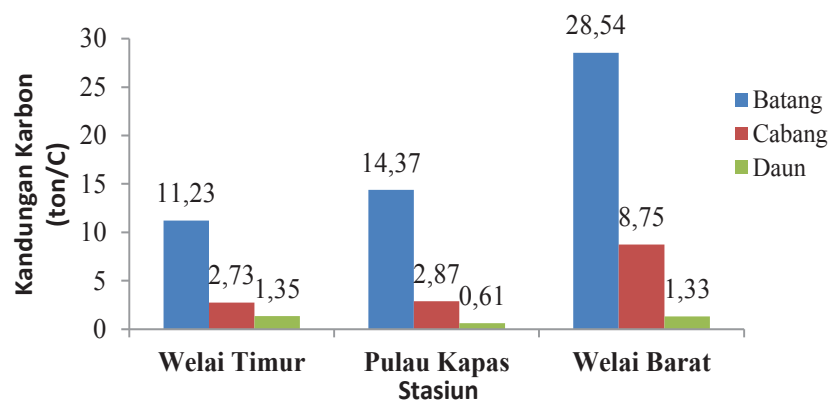
Gambar1. Analisis Penyebaran Vegetasi Mangrove di Welai Timur, Welai Barat dan Pulau Kapas

Tabel 2. Kandungan Biomassa Karbon Setiap Spesies pada masing-masing Stasiun di Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat

ST	Spesies	Σ Pohon	Batang		Cabang		Daun		Keseluruhan Bagian Pohon (Batang, Cabang, dan Daun)	
			Biomassa (ton)	Kandungan Karbon (ton)	Biomassa (ton)	Kandungan Karbon (ton)	Biomassa (ton)	Kandungan Karbon (ton)	Biomassa (ton)	Kandungan Karbon (ton)
I WT	RM	92	7,94	3,80	1,39	0,60	0,36	0,17	9,69	4,57
	RA	72	8,73	4,36	1,80	0,90	0,37	0,18	10,9	5,44
	AA	22	1,51	0,75	1,35	0,67	0,20	0,10	3,06	1,52
	AM	55	4,65	2,32	1,13	0,56	0,19	0,9	5,97	3,78
	Jumlah	241	22,83	11,23	5,67	2,73	1,12	1,35	29,62	15,31
II PK	RM	119	10,06	5,03	1,92	0,96	0,43	0,21	12,41	6,2
	RA	182	18,70	9,34	3,82	1,91	0,81	0,40	23,33	11,65
	Jumlah	301	28,76	14,37	5,74	2,87	1,24	0,61	35,74	17,85
III WB	RM	145	16,99	8,50	3,47	1,73	0,72	0,36	21,18	10,59
	RA	175	29,86	14,93	6,75	3,37	1,02	0,51	37,63	18,81
	AA	32	1,38	0,69	1,15	0,57	0,37	0,18	2,9	1,44
	AM	105	8,85	4,42	6,17	3,08	0,57	0,28	15,59	7,78
	Jumlah	457	57,08	28,54	17,54	8,75	2,68	1,33	77,3	38,62

Keterangan: RM: *Rhizophora mucronata*, RA : *Rhizophora apiculata*, AA : *Avicennia alba*, AM : *Avicennia marina*, WT: Welai Timur, PK: Pulau Kapas, WT: Welai Barat

Kandungan Karbon bagian Batang, Cabang dan Daun pada Vegetasi Mangrove masing-masing Stasiun di Welai Timur, Pulau Kapas, dan Welai Barat



Gambar 2. Diagram Batang Kandungan Karbon Batang, Cabang, dan Daun

Berdasarkan Gambar 2 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. 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 ^[12]. 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 didapatkan dalam penelitian pada masing-masing stasiun adalah stasiun I mempunyai biomassa sebesar 65,84 ton/ha (32,92 ton C/ha), stasiun II mempunyai biomassa sebesar 36,48 ton/ha (18,24 ton C/ha), dan stasiun III mempunyai biomassa sebesar 77,19 ton/ha (38,60 ton C/ha) dapat dilihat pada Tabel 3. Dimana rata-rata biomassa vegetasi mangrove Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat dari ketiga stasiun penelitian tersebut adalah 59,83 ton/ha yang berarti cukup rendah. Penyerapan karbon di hutan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain adalah iklim, topografi, karakteristik lahan, umur, kerapatan vegetasi, komposisi, serta kualitas tempat tumbuh ^[13].

Tabel 3. Total Karbon yang Terkandung dalam Luas Area Mangrove pada masing-masing Stasiun Penelitian di Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat.

Stasiun	Luas Area (Ha)	Biomassa (ton)	Kandungan Karbon (ton C/Ha)	Total Kandungan Karbon dalam Luasan Areal Masing-Masing (ton C)
I	4,84	65,84	32,92	159,35
II	4,81	36,48	18,24	87,76
III	5,23	77,19	38,60	201,86
Total	14,88	179,51	89,76	448,97
Rata-rata		59,83	29,92	149,65

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Jenis mangrove yang ditemukan di Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat pada stasiun penelitian ada 4 jenis yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, dengan jenis yang mendominasi yaitu *Rhizophora mucronata*;
2. Rata-rata biomassa karbon vegetasi mangrove Welai Timur, Pulau Kapas dan Welai Barat sebesar 59,83 ton/ha (29,92 ton C/ha), dengan simpanan karbon terbesar terdapat pada bagian batang;

5. Daftar Referensi

- [1] Alongi.D.M., "Contributon Of Mangroves To Coastal Carbon Cycling In Low Latitude Seas-Australia," *University Of Calcutta India. Jurnal Science Direct*, Vol. 213, pp. 266-272, 2014.
- [2] [CIFOR] Center for International Forestry Research., "Apakah itu Pedoman CIFOR Tentang Hutan, Perubahan Iklim, dan REDD". Bogor CIFOR, 2009.
- [3] Donato, D.C., J. B. Kaufman., D. Murdiyarso., S. Kurnianto., M. Stidham., M. Kanninen., . "Whole-island Carbon Stocks in The Tropical Pacific., *Center For International Forestry Research (CIFOR) Australian Government. Jurnal Science Direct*, Vol. 97, pp. 89-96, 2012.
- [4] Messerschmidt.D.A., "Rapid Appraisal for Community Forestry". *International Institute for Environment and Development*. UK-London, 1995.
- [5] Nazir, M., *Metode Penelitian*, Jakarta : Ghalia Indonesia, 1999.
- [6] Jami, D. Setiadi, I. Qayim, E. Guhardja., *Struktur dan Komposisi Mangrove di Pulau Kaledupa Taman Nasional Wakatobi, Sulawesi Tenggara. Institut Pertanian Bogor*. Indonesia, 2009.
- [7] Hairiah, K. dan S. Rahayu., *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor. World Agroforestry Centre ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia* 77p, 2007.

- [8] Onrizal., *Teknik Survei dan Analisa Data Sumberdaya Mangrove*,. Universitas Sumatera Utara. Medan, 2008.
- [9] Sutaryo, D., *Perhitungan Biomassa (Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon)*., Wetlands International Indonesia Programe. Bogor, 2009.
- [10] Kusmana, C., S. Sabiham, K. Abe and H. Watanabe., *An Estimation of Above Ground Tree Biomass of A Mangrove Forest in East Sumatera*., Tropics Vol. 143-257, 1992.
- [11] Bengen., D.G., “*Pedoman Teknis Pengelolaan Ekosistem Mangrove*”, Institut Pertanian Bogor. . 2004.
- [12] Hartoko, A. S. T. Cahyaningrum1),. D.A.Febrianti1),. D Arifianto2),. Suryanti1. “*Carbon Biomass Algorithms Development for Mangrove Vegetation in Kemujan, Parang Island Karimunjawa National Park and Demak Coastal Area – Indonesia*”, Universitas Diponegoro Semarang, Jurnal ScienceDirect Vol. 39-47, 2014.
- [13] Aminudin, S., *Kajian Potensi Cadangan Karbon pada Pengusahaan Hutan Rakyat (Studi Kasus Hutan Tanaman Rakyat Desa Dengok, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunungkidul)*., tesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2008.