

**Biomassa Karbon Mangrove pada Kawasan Mangrove Pulau Kemujan  
Taman Nasional Karimunjawa***Mangrove Carbon Biomass at Kemujan Island, Karimunjawa Nasional Park Indonesia***Siska Tri Cahyaningrum, Agus Hartoko \*) , Suryanti**Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698**ABSTRAK**

Akumulasi dari gas-gas rumah kaca dapat menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak tersebut adalah meningkatkan peran hutan sebagai penyerap karbon melalui sistem pengelolaan yang baik. Ekosistem di kawasan pesisir yang memiliki fungsi ekologi sebagai penyerap karbon adalah hutan mangrove. Fungsi ekologi tersebut menjadikan hutan mangrove dapat menyimpan karbon dalam jumlah besar baik pada vegetasi (biomassa) maupun bahan organik lain yang terdapat di hutan. Tujuan dari penelitian ini untuk menghitung biomassa karbon vegetasi mangrove diatas permukaan melalui persamaan alometrik, dan membangun pemodelan algoritma kandungan karbon jenis mangrove pada kawasan berdasarkan teknologi penginderaan jauh menggunakan citra satelit Quickbird. Penelitian menggunakan metode survey lapangan dengan eksploratif, dan pengambilan sampel di kawasan mangrove secara *purposive sampling*. Pengukuran biomassa tersimpan diatas permukaan dilakukan dengan tidak merusak vegetasi (*non destructive sampling*) melalui pengukuran diameter batang (DBH). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 21 spesies mangrove ditemukan di kawasan mangrove Pulau Kemujan. Total biomassa atas permukaan (batang, cabang, daun) adalah 182.4 ton (setara 91.2 ton C), dengan simpanan karbon terbesar pada bagian batang. Berdasarkan hasil regresi polinomial untuk pemodelan kandungan karbon tiap jenis, didapatkan hasil pemodelan untuk *Ceriops tagal* dengan algoritma  $y = -0.003(B2/B3)^2 + 0.267(B2/B3) - 3.452$ ; *Rhizophora apiculata* dengan algoritma  $y = 0.001(B2/B3)^2 - 0.116(B2/B3) + 3.415$ ; *Bruguiera cylindrica* dengan algoritma  $y = -0.003(B2/B3)^2 + 0.336(B2/B3) - 7.265$ ; *Xylocarpus granatum* dengan algoritma  $y = 0.000(B2/B3)^2 - 0.058(B2/B3) + 2.101$ ; *Rhizophora mucronata* dengan algoritma  $y = 0.000(B2/B3)^2 - 0.022(B2/B3) + 1.941$ .

**Kata kunci** : Biomassa, Karbon, Mangrove Pulau Kemujan, Citra Satelit**ABSTRACT**

The accumulation of greenhouse gases cause climate change. One of the effort to decrease accumulation gas is increasing the role of forests as carbon sinks through good management system. Ecosystems in coastal areas that have ecological function as a carbon sink is a mangrove forest. The ecological functions of mangrove forests can save carbon in large numbers both on the vegetation (biomass) and other organic materials which found in the forest. The purpose of this research to calculate the carbon biomass of mangrove vegetation on the surface through allometric equations, and to build modeling algorithms the carbon content of mangrove species in the region based on remote sensing technology using Quickbird satellite imagery. The research used an exploratory field survey and purposive sampling method in mangrove area. Measurements was performed on the surface of stored biomass without damaging vegetation (*non-destructive sampling*) through the measurement of trunk diameter (DBH). The results showed that there are 21 mangrove species found in mangrove areas Kemujan Island. Total biomass on the surface (trunk, branches, leaves) is 182.4 ton (91.2 tons C), with the largest carbon storage in the trunk. Based on the results of polynomial regression for modeling the carbon content of each spesies, the results of modeling algorithm for *Ceriops tagal* with  $y = -0.003(B2/B3)^2 + 0.267(B2/B3) - 3.452$ ; *Rhizophora apiculata* with the algorithm  $y = 0.001(B2/B3)^2 - 0.116(B2/B3) + 3.415$ ; *Bruguiera cylindrica* with the algorithm  $y = -0.003(B2/B3)^2 + 0.336(B2/B3) - 7.265$ ; *Xylocarpus granatum* with algorithm  $y = 0.000(B2/B3)^2 - 0.058(B2/B3) + 2.101$ ; *Rhizophora mucronata* with the algorithm  $y = 0.000(B2/B3)^2 - 0.022(B2/B3) + 1.941$ .

**Key word** : Biomass, Carbon, Mangrove Kemujan Island, Satellite Imagery\*) *Penulis Penanggungjawab*

## A. PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan salah satu isu di dunia saat ini, ditandai dengan adanya peristiwa meningkatnya suhu bumi yang terkait langsung dengan gas-gas rumah kaca. Kontributor pemanasan global seperti gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>). Akumulasi dari gas-gas tersebut menyebabkan suhu bumi meningkat, sehingga memicu terjadinya perubahan iklim di bumi (Manuri, *et.al.*, 2011). Menurut Brown, *et. al.*, (1996) dalam Heriyanto (2012), salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi fenomena tersebut adalah meningkatkan peran hutan sebagai penyerap karbondioksida melalui sistem pengelolaan hutan alam, dan hutan tanaman. . Usaha tersebut dapat didukung dengan adanya kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi (*source*) dan penyerapnya (*sink*), termasuk simpanan karbon (*carbon stock*) (Prasetyo, *et. al.*, 2012). Ekosistem mangrove, sebagaimana ekosistem hutan lainnya, memiliki kemampuan sebagai penyerap karbondioksida, sehingga hutan mangrove memiliki peran untuk mengurangi konsentrasi karbondioksida di udara.

Pulau Kemujan, salah satu pulau di Taman Nasional Karimunjawa merupakan pulau yang memiliki daerah yang didominasi oleh hutan mangrove, diantaranya kawasan terusan Kemujan, Legon Besar, Legon Tengah, dan Legon Pinggir. Pulau Kemujan juga dijadikan daerah pemukiman oleh penduduk, seperti halnya pulau Karimunjawa. Berbagai aktivitas penduduk dilakukan oleh manusia, sehingga kawasan tersebut memiliki potensi yang dapat berakibat buruk bagi kondisi lingkungan. Penelitian mengenai estimasi biomassa karbon tersimpan dalam vegetasi mangrove penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kawasan hutan mangrove tersebut mampu menyerap karbon dari udara, sehingga hal tersebut dapat menunjang kegiatan pengelolaan kawasan secara berkelanjutan dan lestari dalam kaitannya dengan pengurangan dampak pemanasan global. Salah satu metode yang cukup potensial dan efisien untuk mengestimasi jumlah karbon tersimpan pada suatu kawasan yang lebih luas dengan mengekstrapolasi hasil pengukuran berbasis plot dengan alometrik ke tingkat bentang alam adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Informasi yang didapat dengan penggunaan teknologi penginderaan jauh mengenai estimasi potensi vegetasi mangrove sebagai penyerap gas CO<sub>2</sub> dapat dipantau secara efektif dan efisien.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung biomassa karbon tiap jenis mangrove berdasarkan hasil pengukuran DBH (*Diameter at breast height*) lapangan melalui persamaan alometrik di Pulau Kemujan, Taman Nasional Karimunjawa;
2. Membangun pemodelan algoritma kandungan karbon jenis-jenis mangrove pada kawasan mangrove berdasarkan citra satelit Quickbird.

## B. MATERI DAN METODE PENELITIAN

### 1. Materi Penelitian

Alat yang digunakan selama penelitian meliputi GPS untuk menentukan titik koordinat. Tali tambang dan rol 30 meter digunakan untuk membuat *line* dan kuadaran transek pada sampling lapangan. Meteran jahit digunakan untuk mengukur diameter batang (DBH). Buku identifikasi mangrove digunakan untuk mengidentifikasi jenis mangrove. Kamera digital digunakan untuk dokumentasi. *Personal Computer Compaq Intel Core 2 Duo* (2.10 GHz) 1 GB RAM, *Software ER Mapper 7.0*, *Software Microsoft Excel 2007*, dan *Software Microsoft Word 2007* untuk pengolahan data. Oven dan aluminium foil digunakan untuk mengeringkan substrat. Timbangan elektrik untuk menimbang berat sampel substrat. *Sieve shaker* digunakan untuk memisahkan fraksi substrat. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah citra satelit Quickbird Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjawa, data diameter pohon, data koordinat masing-masing stasiun dan sampel pohon menggunakan GPS (*Global Positioning System*), data jenis vegetasi, data jenis sedimen dan data kandungan bahan organik sedimen mangrove.

### 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey lapangan dengan eksploratif. Penelitian eksploratif merupakan metode penelitian yang mengkaji dan mengungkapkan sesuatu dari lapangan sebagai suatu temuan yang dapat digunakan untuk menyusun model dan menarik kesimpulan (Messerschmidt, 1995). Pengambilan sampel di lokasi penelitian secara *purposive sampling* atau berdasarkan tujuan dengan mempertimbangkan prinsip tertentu (Nazir, 1999).

Pengambilan data untuk sampling vegetasi di lapangan menggunakan metode transek dan plot (Muller-Dombois and Ellenberg, 1974). Prosedur dalam pengukuran biomassa pohon dilakukan dengan cara *non destructive* dengan catatan jenis tanaman yang diukur sudah diketahui rumus alometriknnya. 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 alometrik berdasarkan spesies tanaman menurut Clough dan Scott (1989) serta Chukwamdeel dan Anunsiriwat (1997) dalam Sutaryo (2009).

Analisis terhadap data citra satelit Quickbird (Waindo Specterra) dilakukan dengan mengolah dan mengklasifikasikan data digital satelit. Tahapan-tahapannya meliputi komposit band RGB 231, pemotongan

citra, pemodelan algoritma berdasarkan hasil regresi polynomial antara data lapangan dan data digital satelit Quickbird (Hartoko, 2012), penajaman citra, *overlay*, dan *layout* peta sebaran kandungan karbon pada spesies yang ditemukan mendominasi di stasiun penelitian

### Penentuan Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* yaitu berdasarkan tujuan dengan mempertimbangkan prinsip tertentu. Pada kawasan mangrove dibagi secara acak menjadi 10 stasiun penelitian. Pengambilan sampel dilakukan dengan penarikan line transek dan plot tegak lurus garis pantai. Pada lokasi, dilakukan pengamatan vegetasi mangrove, pengukuran diameter batang (DBH), dan pengambilan substrat mangrove untuk analisis jenis substrat dan bahan organik.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google earth, 2013)

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi lokasi

Penelitian dilaksanakan di kawasan mangrove Pulau Kemujan, Taman Nasional Karimunjawa. Secara geografis Pulau Kemujan terletak pada pada 110°26'55" - 110°29'38" BT dan 5°46'24" - 5°59'16" LS. BTNKJ (2009) menyatakan bahwa Pulau Kemujan adalah satu pulau di Taman Nasional Karimunjawa yang memiliki luas 1501.5 Ha. Topografi Pulau Kemujan berbentuk dataran rendah dengan bukit bergelombang di bagian tengah. Perairan Pulau Kemujan memiliki kedalaman ± 20 meter, suhu rata-rata 30 °C, tingkat kecerahan 80%, salinitas 31 ppm, pH air 7, dan substrat berupa karang berpasir.

### 2. Hasil

#### Biomassa karbon vegetasi mangrove berdasarkan data lapangan

Berdasarkan hasil penelitian biomassa karbon vegetasi mangrove pada kawasan mangrove Pulau Kemujan, Karimunjawa spesies mangrove yang ditemukan tersaji dalam tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Spesies Mangrove di Lokasi Penelitian

No	Famili	Spesies	No	Famili	Spesies
1.	Pteridaceae	<i>Acrosticum aureum</i>	7	Sterculiaceae	<i>Heritiera littoralis</i>
2.	Acanthaceae	<i>Acanthus ebracteatus</i>	8	Combretaceae	<i>Lumnitzera racemosa</i>
		<i>Acanthus ilicifolius</i>			<i>Lumnitzera littorea</i>
3.	Myrsinaceae	<i>Aigiceras corniculatum</i>	9	Sonneratiaceae	<i>Sonneratia alba</i>
4.	Avicenniaceae	<i>Avicennia marina</i>			<i>Sonneratia ovata</i>
5.	Rhizophoraceae	<i>Bruguiera cylindrica</i>	10	Rubiaceae	<i>Scyphipora hydrophyllacea</i>
		<i>Bruguiera gymnoriza</i>	11	Meliaceae	<i>Xylocarpus moluccensis</i>
		<i>Bruguiera sexangula</i>			
		<i>Ceriops tagal</i>			
		<i>Rhizophora apiculata</i>			
		<i>Rhizophora stylosa</i>			
		<i>Rhizophora mucronata</i>			
6.	Euphorbiaceae	<i>Excoecaria agallocha</i>			

Berdasarkan hasil temuan spesies mangrove yang tersaji pada tabel 1 ada 21 spesies mangrove. Hasil temuan spesies tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh BTNKJ (2012), bahwa setidaknya tercatat 25 jenis mangrove sejati tumbuh di Karimunjawa. Jenis-jenis mangrove tersebut didominasi oleh jenis *Rhizophora*, *Ceriops tagal*, *Sonneratia*, *Bruguiera*, dan *Lumnitzera*. Hasil penelitian untuk temuan spesies mangrove yang mendominasi adalah *Excoecaria agallocha* dan *Ceriops tagal*.

Tabel 2. Biomassa Karbon Vegetasi Mangrove di Lokasi Penelitian

St	Luas plot (m <sup>2</sup> )	Spesies	Jumlah Pohon	Biomassa (batang, cabang, daun)	Karbon (ton C)
1	2200	Ct	52	4.32	2.16
		Ra	15	1.94	0.97
		Rs	2	0.23	0.11
		<b>Jumlah</b>	<b>69</b>	<b>6.49</b>	<b>3.24</b>
2	2800	Ct	71	5.17	2.58
		Bc	49	6.64	3.32
		Ra	57	12.2	6.1
		Xg	48	11.48	5.74
		Rs	4	0.19	0.09
<b>Jumlah</b>	<b>229</b>	<b>35.69</b>	<b>17.83</b>		
3	1900	Bc	62	10.18	5.09
		Ct	18	2.24	1.12
		Rm	8	2.24	1.12
		Xg	6	0.97	0.48
		Ra	12	2.78	1.39
		Bg	2	1.3	0.65
		<b>Jumlah</b>	<b>108</b>	<b>19.71</b>	<b>9.79</b>
4	1900	Rm	3	0.18	0.09
		Bg	2	0.69	0.34
		Ct	17	1.78	0.89
		Xg	12	6.14	3.07
		Bc	100	13.9	6.95
		Ra	2	0.94	0.47
		<b>Jumlah</b>	<b>136</b>	<b>23.63</b>	<b>11.79</b>
5	3200	Ra	64	9.53	4.77
		Xg	6	9.13	4.58
		Ct	15	1.44	0.71
		Bc	50	5.95	2.98
		Rm	7	1.49	0.74
		Bg	1	0.66	0.327
<b>Jumlah</b>	<b>143</b>	<b>28.20</b>	<b>14.11</b>		
6	600	Ct	1	0.04	0.01
		Rm	6	0.46	0.24
		Ra	9	1.22	0.60
		Bc	9	1.44	0.72
		<b>Jumlah</b>	<b>25</b>	<b>3.16</b>	<b>1.57</b>
7	1200	Bc	7	0.69	0.35
		Ct	10	0.64	0.31
		Ra	16	9.83	4.92
		Xg	11	1.70	0.84
		Rm	23	6.58	3.28
		<b>Jumlah</b>	<b>67</b>	<b>19.44</b>	<b>9.69</b>
8	500	Bc	1	0.07	0.03
		Ra	13	3.87	1.93
		Xg	19	4.83	2.41
		Ct	2	0.46	0.24
		Rm	5	0.69	0.34
<b>Jumlah</b>	<b>40</b>	<b>9.92</b>	<b>4.94</b>		
9	1000	Ra	87	21.99	10.98
		Ct	4	0.28	0.135
		Xg	2	0.39	0.187
		<b>Jumlah</b>	<b>93</b>	<b>22.66</b>	<b>11.30</b>
10	900	Xg	38	8.13	4.06
		Rm	13	1.77	0.89
		Ra	14	3.84	1.91
		Bc	1	0.13	0.07
		Ct	1	0.05	0.02
<b>Jumlah</b>	<b>67</b>	<b>13.92</b>	<b>6.95</b>		

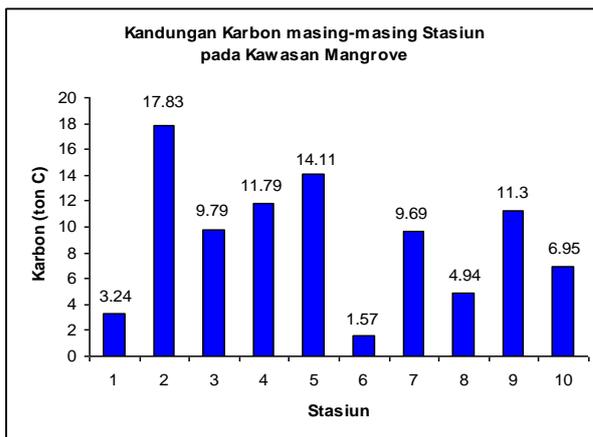
Ket: Karbon (ton) = 0.5\*Biomassa

Sumber: Hasil Penelitian, 2013

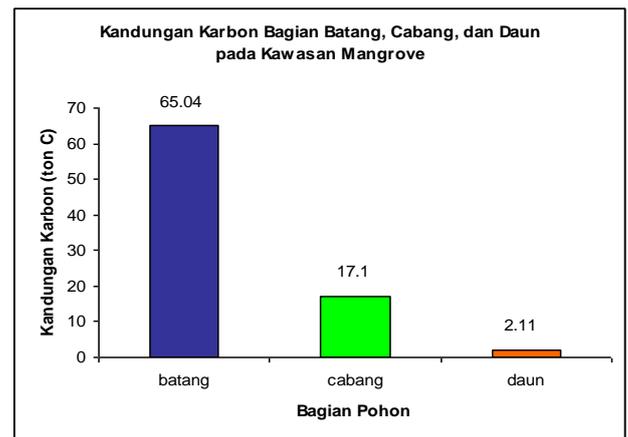
Keterangan:

Spesies mangrove

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Ae = <i>Acanthus ebracteatus</i>   | 12. Lr = <i>Lumnitzera racemosa</i>       |
| 2. Ai = <i>Acanthus ilicifolius</i>   | 13. Ll = <i>Lumnitzera littorea</i>       |
| 3. Ac = <i>Aigiceras corniculatum</i> | 14. Ra = <i>Rhizophora apiculata</i>      |
| 4. Aa = <i>Acrosticum aureum</i>      | 15. Rs = <i>Rhizophora stylosa</i>        |
| 5. Am = <i>Avicennia marina</i>       | 16. Rm = <i>Rhizophora mucronata</i>      |
| 6. Bc = <i>Bruguiera cylindrical</i>  | 17. Sh = <i>Scyphipora hydrophyllacea</i> |
| 7. Bs = <i>Bruguiera sexangula</i>    | 18. Sa = <i>Sonneratia alba</i>           |
| 8. Bg = <i>Bruguiera gymnorhiza</i>   | 19. So = <i>Sonneratia ovate</i>          |
| 9. Ct = <i>Ceriops tagal</i>          | 20. Xg = <i>Xylocarpus granatum</i>       |
| 10. Ea = <i>Excoecaria agallocha</i>  | 21. Xm = <i>Xylocarpus moluccensis</i>    |
| 11. Hl = <i>Heritiera littoralis</i>  |   |



Gambar 2. Histogram Kandungan Karbon di masing-masing Stasiun Penelitian



Gambar 3. Histogram Kandungan Karbon Bagian Batang, Cabang, Daun

Penghitungan biomassa atas permukaan untuk menaksir kandungan karbon mangrove menggunakan metode tidak langsung atau *non destructive sampling* sehingga tidak perlu merusak vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari jumlah pohon 977 buah memiliki biomassa sebesar 182,62 ton/Ha setara dengan 91,31/Ha ton C. Berdasarkan data simpanan karbon yang diperoleh dari masing-masing stasiun penelitian, simpanan karbon tertinggi pada stasiun II dengan jumlah pohon sebanyak 229 buah, menyimpan karbon sebesar 17,83 ton C, sedangkan kandungan karbon terendah pada stasiun VI dengan jumlah pohon sebanyak 25 buah, menyimpan karbon sebanyak 1,57 ton C. Jumlah pohon yang lebih banyak dapat menyimpan karbon dalam jumlah tinggi, namun untuk hasil penghitungan pada stasiun III dengan jumlah pohon 108 menyimpan karbon sebesar 9,79 ton C, sedangkan pada stasiun IX dengan jumlah pohon 93 menyimpan karbon sebesar 11,30 ton C. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa jumlah pohon yang tinggi tidak selalu memiliki simpanan karbon yang tinggi pula. Stok karbon tersimpan ditentukan oleh biomassa yang dapat diamati di lapangan yaitu berdasarkan pengukuran diameter pohon. Suatu plot pengamatan yang memiliki pohon yang berukuran lebih besar dari plot yang lain dapat mengindikasikan bahwa biomassa dalam plot tersebut besar, sehingga simpanan karbon juga besar. Seperti yang dikemukakan oleh Heriyanto dan Subiandono (2012) dan Kusmana *et al.* (1992) dalam Heriyanto dan Subiandono (2012), bahwa penyerapan CO<sub>2</sub> memiliki hubungan dengan biomassa tegakan. Suatu kawasan dapat memperoleh jumlah biomasanya dari produksi dan kerapatan berdasarkan hasil pendugaan pengukuran diameter, atau tinggi tanaman, berat jenis, dan atau kepadatan setiap jenis pohon, serta kesuburan tanah.

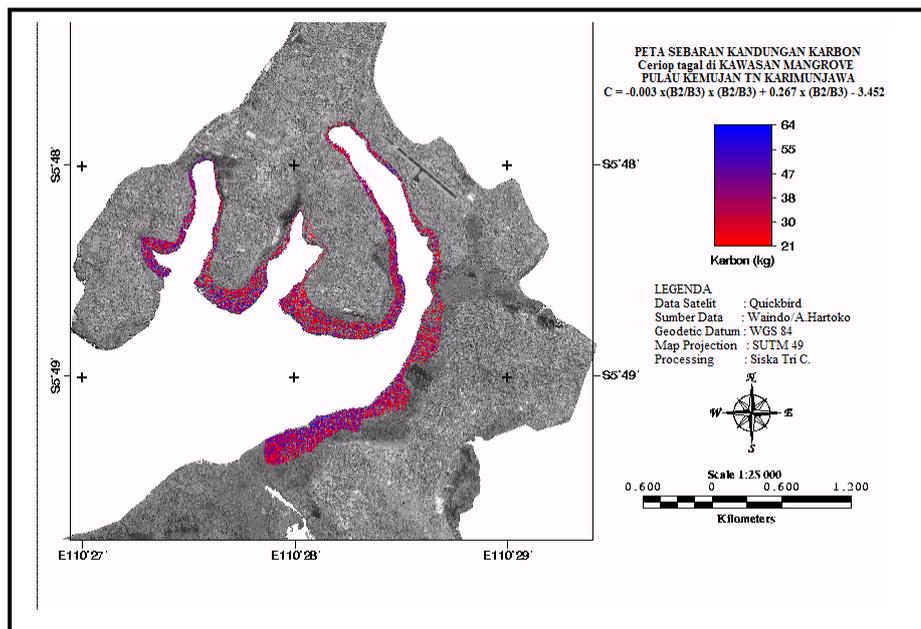
Hasil penelitian menunjukkan bagian pohon yang memiliki kandungan biomassa karbon terbesar adalah bagian batang. Batang merupakan bagian berkayu dan tempat penyimpanan cadangan makanan dari hasil fotosintesis. Pohon melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan energi dengan menyerap karbon dari lingkungan. Pohon menyerap karbon melalui daun, kemudian melakukan fotosintesis, dan hasilnya disebar ke bagian pohon yang lain. Bagian pohon yang mampu menyimpan lebih banyak adalah bagian terbesar pohon yaitu batang. Menurut Sutaryo (2009), pohon dan organisme foto-autotrof lainnya, menyerap CO<sub>2</sub> dari atmosfer dan mengubahnya menjadi karbon organik melalui proses fotosintesis. Pernyataan lain oleh Hilmi (2003) dalam Limbong (2009) bahwa, tingginya kadar karbon pada bagian batang disebabkan oleh unsur karbon yang merupakan bahan organik penyusun dinding sel-sel batang. Kadar karbon bagian batang pohon penting dalam menduga potensi karbon tegakan serta erat kaitannya dengan pengukuran diameter (DBH) sebagai salah satu indikator pengukuran.

Berdasarkan penelitian ini, total biomassa mangrove dalam kawasan sebesar 182,62 ton (setara dengan 91,31 ton C) dengan jumlah pohon 977 buah. Biomassa dalam kawasan mangrove tersebut dikategorikan rendah dibandingkan dengan biomassa hutan mangrove Merbok sebesar 245 ton/ha dan dalam pengelolaan yang intensif biomassa dapat mencapai 300 ton/ha berdasarkan penelitian Anwar *et al.* (1984) dalam Bismark *et al.* (2008). Hasil biomassa dari penelitian juga lebih rendah jika dibandingkan biomassa dan kandungan karbon total di Ciasem Jawa Barat sebesar 364,9 ton/ha (setara dengan kandungan karbon sebesar 182,5 ton C/ha berdasarkan penelitian Dharmawan dan Siregar (2008) dalam Heriyanto dan Subiandono (2012). Hasil penelitian juga lebih rendah dibandingkan dengan kandungan karbon di Pulau Parang, Karimunjawa yaitu sebesar 192,44 ton C/ha berdasarkan penelitian Febrianti pada tahun 2012.

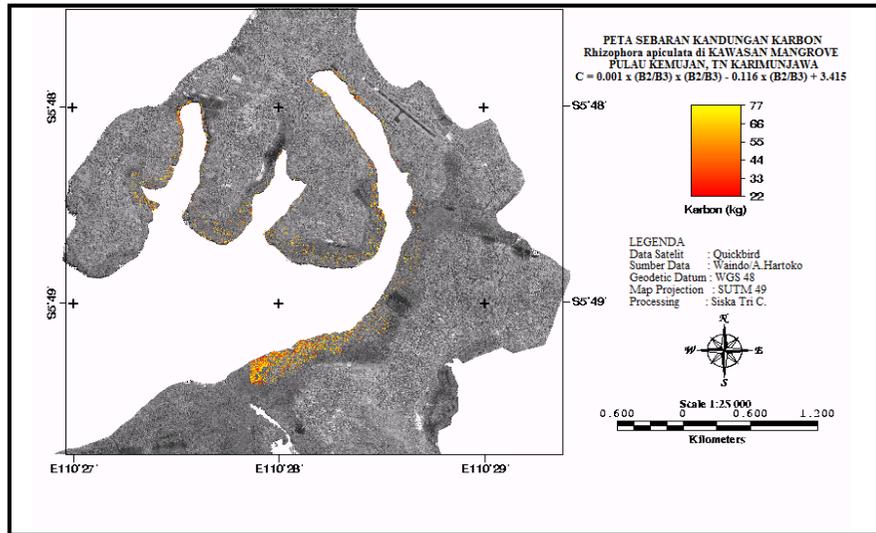
Berdasarkan hasil kandungan karbon kawasan mangrove yang cukup rendah di Pulau Kemujan, TN Karimunjawa jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang telah lalu, salah satunya dapat disebabkan oleh kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai fungsi hutan mangrove sebagai penyerap karbon. Pada tahun 2000 berdasarkan informasi dari Balai Taman Nasional Karimunjawa, luas tambak yang ada di Pulau Kemujan adalah ± 15,27 Ha yang awalnya merupakan hutan mangrove. Terjadinya konversi lahan memiliki pengaruh yang besar terhadap penyusutan lahan mangrove, seperti dinyatakan oleh Suryanti *et al.* dalam penelitiannya di Pulau Kemujan, Karimunjawa tahun 2009. Konversi lahan hutan mangrove terbesar berasal dari kegiatan pembukaan tambak dan usaha budidaya rumput laut. Adanya konversi lahan tersebut berpengaruh langsung terhadap fungsi hutan sebagai penyerap karbon, yaitu ketika terjadi penurunan luasan hutan mangrove dapat mengindikasikan menurunnya fungsi hutan sebagai penyerap karbon, dan konsentrasi karbon di atmosfer akan meningkat akibat konversi lahan tersebut. Seperti dinyatakan oleh Darusman (2006) dalam Heriyanto dan Subiandono (2012), bahwa manfaat langsung dari pengelolaan hutan berupa hasil kayu secara optimal hanya 4,1%, sedangkan fungsi optimal dalam penyerapan karbon mencapai 77,9%.

**Sebaran biomassa karbon hasil pemodelan algoritma citra satelit Quickbird**

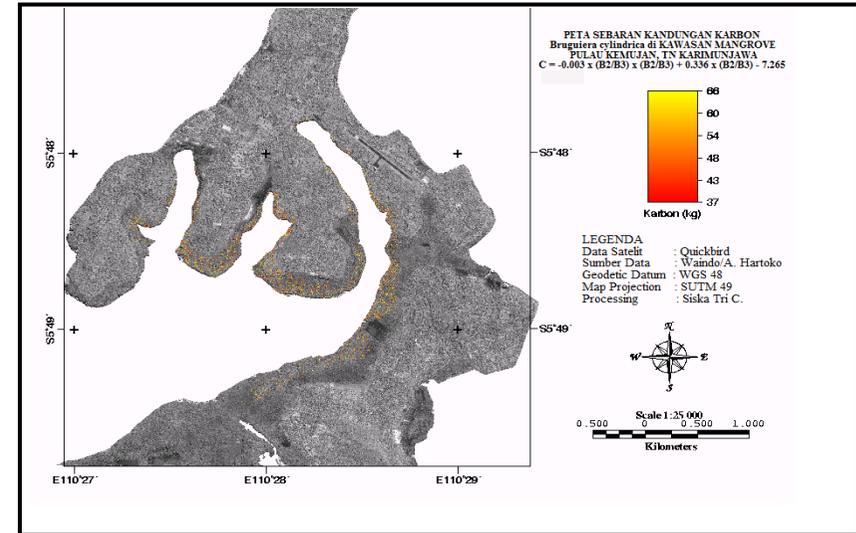
Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan citra satelit Quickbird dengan melakukan suatu pemodelan algoritma dimana data yang digunakan adalah nilai DN (*digital number*) satelit Quickbird dengan nilai hasil pengukuran kandungan karbon di lapangan.



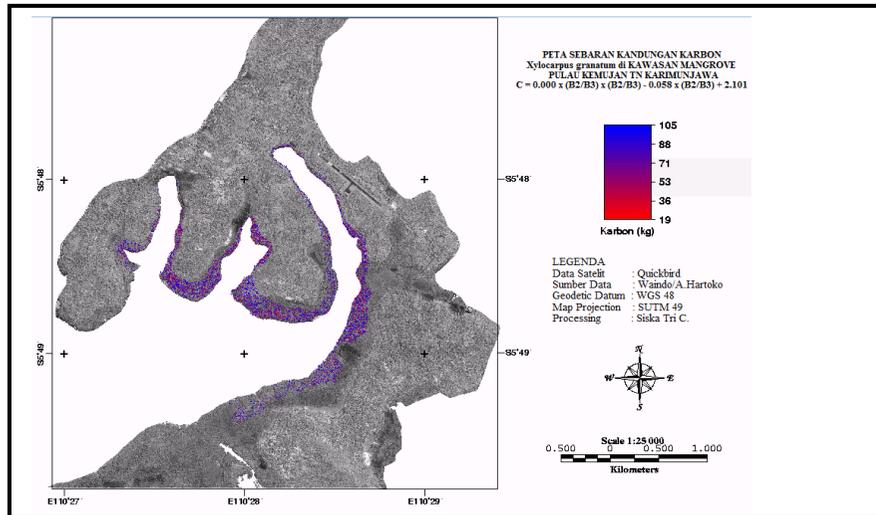
Gambar 4. Sebaran Kandungan Karbon Mangrove *Ceriops tagal*



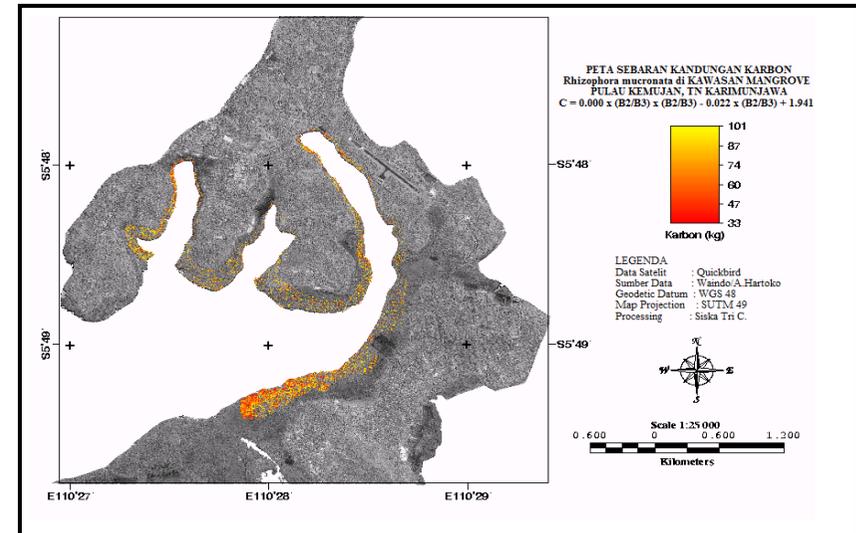
Gambar 5. Sebaran Kandungan Karbon Mangrove *Rhizophora apiculata*



Gambar 6. Sebaran Kandungan Karbon Mangrove *Bruguiera cylindrica*



Gambar 7. Sebaran Kandungan Karbon Mangrove *Xylocarpus granatum*



Gambar 8. Sebaran Kandungan Karbon Mangrove *Rhizophora mucronata*

Dalam pengolahan data 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. Menurut nilai koefisien korelasi yang tinggi, kombinasi Band2/Band3 memiliki hubungan yang erat dan dipengaruhi oleh hasil pengukuran karbon di lapangan untuk spesies *Ceriops tagal*, *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera cylindrica*, *Xylocarpus granatum*, dan *Rhizophora mucronata*. Sedangkan untuk spesies *Bruguiera gymnorhiza* dan *Rhizophora stylosa* tidak dapat dilakukan pemodelan algoritma sebab hanya ditemukan pada 1 plot pada stasiun III, IV dan V untuk *Bruguiera gymnorhiza*, dan 2 plot pada stasiun I dan II untuk *Rhizophora stylosa* pada saat penelitian. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak titik sampel akan 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 objek vegetasi dipengaruhi oleh pigmen daun yaitu klorofil. Menurut Suidiana dan Diasmara (2008), molekul-molekul pigmen yang terdapat pada vegetasi tersebut menyerap panjang gelombang cahaya pada daerah cahaya tampak. Daerah tersebut memiliki rentang spektrum antara 350 nm – 700 nm, sedangkan menurut Gobel *et al.* (2006), pada pengamatan puncak pantulan untuk vegetasi, yang paling kuat menyerap dibagian merah dengan panjang gelombang 600 – 700 nm, dan paling sedikit diserap oleh molekul pigmen adalah cahaya hijau dengan panjang gelombang (500-600 nm). Hal ini menunjukkan bahwa band2/band3 Quickbird merupakan band yang sesuai untuk analisis vegetasi mangrove dilihat dari panjang gelombangnya. Band 2 adalah band hijau (520 – 600 nm), dan band 3 adalah band merah (630 – 690 nm).

#### Parameter Lingkungan

Berdasarkan hasil pengukuran parameter lingkungan pada lokasi penelitian, jenis sedimen mangrove secara umum adalah liat (*clay*) dengan kandungan bahan organik total berkisar 32.41% – 85.65%. Substrat dasar berpengaruh pada komposisi dan pertumbuhan mangrove. Seperti dinyatakan oleh Arief (2003) dalam Indah, *et. al.* (2008), bahwa karakteristik substrat yang baik dapat menentukan banyaknya tegakan mangrove yang dapat tumbuh dan berkembang, sedangkan untuk bahan organik berkisar antara 32.41% – 85.65%, kandungan bahan organik substrat mangrove tersebut tidak berpengaruh secara langsung terhadap biomassa karbon tegakan pada mangrove. Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun substrat mangrove. Menurut Buckman and Bradi (1982) dalam Kushartono (2009), bahan organik terdiri dari timbunan sisa-sisa tumbuhan dan hewan. Jika dilihat dari adanya 4 kantong karbon (*carbon pool*) yang menjadi simpanan karbon, yaitu biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan (akar), bahan organik mati (kayu mati dan serasah), dan karbon organik tanah (C pada tanah), kandungan bahan organik tanah menyimpan karbon tersendiri. Hal tersebut seperti dijelaskan oleh Kushartono (2009) dalam penelitiannya bahwa bahan organik berpengaruh pada sifat fisika dan kimia tanah. Lebih lanjut menurut Mahadi (1986) dalam Kushartono (2009), sedikit banyaknya kandungan bahan organik yang terkandung pada tanah, memiliki peran sangat penting sebagai gudang penting zat hara dan energi bagi jasad renik.

#### D. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian adalah biomassa mangrove kawasan mangrove Pulau Kemujan, Taman Nasional Karimunjawa sebesar 182,4 ton (91,2 ton C) dengan simpanan karbon terbesar pada bagian batang. Metode algoritma berdasarkan pengolahan citra satelit Quickbird dapat digunakan untuk menduga sebaran biomassa karbon dari persamaan alometrik kandungan karbon lapangan. Algoritma masing-masing spesies mangrove adalah *Ceriops tagal* dengan algoritma  $y = -0.003(B2/B3)^2 + 0.267(B2/B3) - 3.452$ ; *Rhizophora apiculata* dengan algoritma  $y = 0.001(B2/B3)^2 - 0.116(B2/B3) + 3.415$ ; *Bruguiera cylindrica* dengan algoritma  $y = -0.003(B2/B3)^2 + 0.336(B2/B3) - 7.265$ ; *Xylocarpus granatum* dengan algoritma  $y = 0.000(B2/B3)^2 - 0.058(B2/B3) + 2.101$ ; *Rhizophora mucronata* dengan algoritma  $y = 0.000(B2/B3)^2 - 0.022(B2/B3) + 1.941$ .

**Ucapan Terima Kasih** Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Subiyanto, M.Sc, Prof. Dr. Ir. Sahala Hutabarat, M.Sc, Dr. Ir. Djuwito, M.S dan Dr. Ir. Pujiono Wahyu Purnomo, M.S yang telah memberikan saran, petunjuk serta waktunya dalam penyusunan jurnal penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- BTNKJ (Balai Taman Nasional Karimunjawa). 2009. Wisata Hutan Konservasi. Semarang.  
\_\_\_\_\_. 2012. Zonasi Taman Nasional Karimunjawa tahun 2012. Balai Taman Nasional Karimunjawa-Dirjen Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam-Departemen Kehutanan Semarang

- Bismark, M., E. Subiandono, dan N.M. Heriyanto. 2008. Keragaman dan Potensi Jenis serta Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Sungai Subelen Siberut, Sumatra Barat. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor (3:297-306).
- Gobel, R. 2006. Mikrobiologi Umum dalam Praktek. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- 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, Indonesia. 77p.
- Hartoko, A. 2012. *Image Processing and Algorithm for Mangrove Using Quickbird*. Marine Geomatic Center. Universitas Diponegoro.
- Heriyanto N.M., E. Subiandono. 2012. Komposisi dan Struktur Tegakan, Biomassa, dan Potensi Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* (9:1; 023-032).
- Kushartono, E.W. 2009. Beberapa Aspek Bio-Fisik Kimia Tanah di Daerah Mangrove Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang. Universitas Dionegoro. *Jurnal Ilmu Kelautan* 14 (2) : 76-83.
- Limbong, HDH. 2009. Potensi Karbon Tegakan *Acacia crassicarpa* pada Lahan Gambut Bekas Terbakar [tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Manuri, S., C.A.S. Putra, A. D. Saputra. 2011. Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project- German International Cooperation (MRPP-GIZ). Palembang. 91 hlm.
- 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
- Prasetyo, L. B., I. B. K. Wedastra, P. T. Maulida. 2012. Pemetaan Sebaran Karbon di Kabupaten Merauke, Provinsi Papua. Institut Pertanian Bogor dengan WWF Indonesia.
- Sudiana, D., dan E. Diasmara. 2008. Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Data Satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS. Universitas Indonesia. Depok.
- Sutaryo, D. 2009. Perhitungan Biomassa (Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon). Wetlands International Indonesia Programme. Bogor