

## **SEQUESTRASI KARBON PADA MANGROVE DI DELTA MAHAKAM KALIMANTAN TIMUR**

### *Carbon Sequestration and Emission of Mangrove Ecosystem in Delta Mahakam East Kalimantan*

**Rita Diana<sup>1,2</sup>, Deddy Hadriyanto<sup>1,2</sup>, Azka Ilmi Ridwan<sup>1</sup>, Fajar Pambudhi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jl. Panajam, Samarinda, Indonesia, 75119

<sup>2</sup>Pusat Pengkajian Perubahan Iklim, Universitas Mulawarman, Jl. Kuaro, Samarinda, Indonesia,  
E-Mail: ritdhy@gmail.com ; ritadiana@fahutan.unmul.ac.id

#### **ABSTRACT**

*Indonesia has the largest mangrove area in the world which the third largest mangrove area in Indonesia is in East Kalimantan. Mangrove is an ecosystem that has various ecological functions and benefits including significant carbon sinks. The degradation and conversion of mangrove forests causes high carbon emissions into the atmosphere. To understand the dynamics of carbon in the mangrove forest area, it is necessary to measure the sequestration of the mangrove ecosystem. This research is done to find out the sequestration of mangrove forest in Delta Mahakam, East Kalimantan. The measurements show that the average mangrove area dominated by the type of mangrove vegetation is totally higher than the non-degraded mangroves having high biomass production and indicates that mangroves in the Mahakam Delta are significant carbon sinks.*

**Keywords:** *Carbon sequestration, Delta Mahakam, Blue carbon*

#### **ABSTRAK**

Indonesia memiliki kawasan mangrove terbesar di dunia dimana luas mangrove di Kaltim terbesar ketiga di Indonesia. Mangrove adalah suatu ekosistem yang mempunyai berbagai fungsi dan manfaat ekologis termasuk penyerap karbon yang signifikan. Degradasi dan konversi hutan mangrove menyebabkan emisi karbon yang tinggi ke atmosfer. Untuk memahami dinamika karbon pada kawasan hutan mangrove maka diperlukan pengukuran sequestrasi pada ekosistem mangrove maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan mengetahui sequestrasi hutan mangrove di Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Hasil pengukuran didapat bahwa rata kawasan mangrove yang didominasi jenis vegetasi mangrove sejati secara keseluruhan lebih tinggi dari pada kawasan mangrove yang tidak terdegradasi memiliki produksi biomasa yang tinggi dan menunjukkan bahwa mangrove di Delta Mahakam adalah penyerap karbon yang signifikan.

**Kata Kunci:** *Squestrasi Karbon, Delta Mahakam, Blue carbon*

### **I. PENDAHULUAN**

Hutan dikenal sebagai tempat penyimpanan karbon berasal dari sekuestrasi karbon atmosfer. Penyerapan karbon oleh ekosistem mangrove merupakan satu dari beberapa upaya mitigasi perubahan iklim, ekosistem ini mampu menyerap karbon empat kali lebih besar dibanding hutan boreal, ataupun hutan tropis daratan (Donato et al. 2012).

Delta Mahakam Kalimantan Timur memiliki ekosistem mangrove yang cukup besar terbentang dari Kecamatan Muara Badak, Kecamatan Anggana, hingga Kecamatan Muara Jawa. Mangrove Delta Mahakam ini telah diubah menjadi tambak semenjak tahun 1980

(Siddik, 2008) dengan areal pada 75% dari Delta Mahakam telah berubah menjadi tambak udang pada Tahun 2001 (Zwieten et al. 2006; Rahman et al. 2012). Sebagian kecil mangrove yang tersisa (sekitar 25%) merupakan pulau-pulau kecil yang masih terjaga ekosistemnya di antaranya pulau Tunu, Selette, dan Bayur.

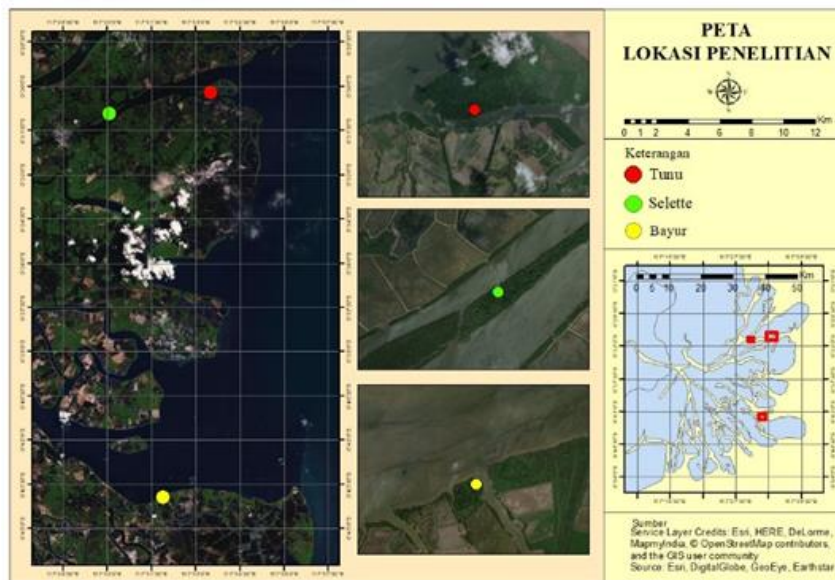
Metode paling umum yang dilakukan untuk mengukur sequestrasi karbon di vegetasi mangrove salah satunya adalah pengukuran riap dan jatuhnya serasah (litterfall) yang dilakukan persatuan waktu (Day et al. 1996). Jatuhnya serasah dapat mewakili sampai satu pertiga ( $1/3$ ) dari produksi primer mangrove (Robertson et al. 1992). Pada skala global, produksi jatuhnya serasah bervariasi antara 1,0 sampai 20,3 ton/ha/tahun, nilainya cenderung menurun seiring menjauhi garis lintang  $0^\circ$  (Saenger & Snedaker 1993). Hutan sungai dan hutan delta adalah yang paling produktif, (Twilley & Day 1999). Sehingga dengan mengetahui laju produksi riap dan jatuhnya serasah mangrove Delta Mahakam maka dapat diketahui berapa penyerapan  $CO_2$  di udara. Menyadari pentingnya peranan hutan mangrove dalam ekosistem mangrove, di perairan Delta Mahakam, dan masih terbatasnya informasi yang ada, maka diperlukan pengkajian mengenai besarnya biomassa produksi serasah mangrove Delta Mahakam. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbandingan jumlah biomassa pada tiga lokasi hutan mangrove di Delta Mahakam Kalimantan Timur melalui monitoring penambahan riap dan jatuhnya serasah; dan Mengetahui potensi penyerapan  $CO_2$  oleh hutan mangrove di Delta Mahakam Kalimantan Timur melalui monitoring penambahan riap dan jatuhnya serasah.

## **II. METODE PENELITIAN**

### **A. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Delta Mahakam pada pantai timur Pulau Kalimantan. Lokasi penelitian terletak di kecamatan Anggana, Kabupaten Kutai Kertanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Plot penelitian dibuat pada 3 pulau. Plot pertama terletak di Pulau Tunu, plot ke dua terletak di Pulau Selette, plot penelitian ke tiga terletak di Pulau Bayur yang berada di desa Tani Baru.

Letak geografis Delta Mahakam terletak pada koordinat antara  $0^\circ 18'$  dan  $0^\circ 54'$  Lintang Selatan, dan  $117^\circ 18'$  dan  $117^\circ 36'$  Bujur Timur. Sebelah barat Kota Samarinda. Secara umum karakteristik iklim pada Delta Mahakam yaitu suhu udara rata-rata  $27^\circ C$ , suhu terendah  $22,7^\circ C$  dan tertinggi  $36^\circ C$ . Jumlah curah hujan perbulannya mencapai 157,33mm dan rata-rata hari hujan 12 hari per bulan. (BPS KUKAR, 2016). Waktu yang diperlukan dalam penelitian ini adalah selama kurang lebih 7 (tujuh) bulan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Delta Mahakam Kalimantan Timur

## B. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS, Phiband, Litter trap, oven, timbangan, kamera, dokumentasi, laptop. Bahan yang digunakan tulis, Cat minyak, Klip pipa, Tali nilon, Plastik klip, kerta koran bekas,

### Pengukuran Biomassa Jatuhan Serasah

Plot penelitian ini dibuat dengan memilih 8 pohon sebagai pohon penelitian, pohon dipilih untuk mewakili luas pulau, selanjutnya pohon akan dipasang litter trap sebagai perwakilan luas plot.

### Pemasangan *Litter Trap*

Metode umum yang digunakan untuk menangkap jatuhan serasah di hutan mangrove dalam waktu tertentu menurut metode (Day et al. 1996) dan (Brown 1997), Adalah dengan *litter trap* (jaring penangkap serasah). *Litter trap* berupa tudung saji berukuran 62 cm x 47 cm, yang terbuat dari plastik. *Litter trap* diletakkan di antara vegetasi mangrove terdekat dengan ketinggian di atas garis pasang-surut tertinggi. Pada 20 pohon dipasang 8 *litter trap*.

### Pengambilan Sampel Serasah

Serasah yang jatuh dan terkumpul di dalam litter trap, dikumpulkan lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik dan dipisahkan berbeda setiap pohonnya setelah itu ditimbang beratnya lalu dimasukkan ke kantong plastik dan diberi label. Sampel dari lapangan yang didapat selanjutnya dipindahkan ke amplop kertas lalu ditimbang dengan menggunakan timbangan digital satu-persatu dengan seluruh sampel yang ada. Kemudian Sebelum di oven sampel ditimbang kemudian setelah kering tanur ditimbang lagi. oven dengan kisaran suhu 70°C sampai dengan 85°C hingga mencapai berat konstan (SNI 7724:2011). Setiap 24 jam sampel diambil untuk ditimbang hingga nilainya konstan.

### Pengukuran Riap Biomassa Pohon

Plot penelitian menggunakan metode plot persegi, dipilih 20 pohon untuk pengukuran riap selama 7 bulan, pada setiap pohon dipasang tanda sebagai penanda ketinggian yang diameternya lalu diukur secara berkala, selanjutnya pohon diberi nomor dengan menggunakan cat untuk menandai bahwa pohon tersebut merupakan pohon penelitian. Pengukuran pada setiap pohon yang berada di transek dilakukan pada ketinggian tetap yaitu 1,3 m dari permukaan tanah, sedangkan untuk pohon yang tidak normal, pengukuran dilakukan pada tempat yang sudah ditentukan berdasarkan kaidah penentuan lokasi pengukuran Diameter at Breast Height (DBH) berikut pengukurannya.

#### C. Analisis Data

##### Biomassa

Pendugaan biomassa jenis pohon *Rhizophora apiculata* dan *Bruguiera cylindrica* pada hutan mangrove dengan mengestimasi berat kering dilakukan dengan allometrik sebagai berikut (Komiyama et al. 2005).

$$W_{Top} = [0,251\rho D]^2,46$$

Keterangan:

W<sub>Top</sub> = Jumlah biomassa pada pohon yang di taksir

$\rho$  = Masa jenis pohon

D = Diamater pohon

$\rho$  *Rhizophora apiculata* : 0,8814 (g/cm<sup>3</sup>)

$\rho$  *Bruguiera cylindrica* : 0,8700 (g/cm<sup>3</sup>)

Selanjutnya biomassa dikonversi perhektar mengacu SNI 7721:2011.

$$C_n = C_x / 1.000 \times 10.000 / l_{plot}$$

Keterangan:

C<sub>n</sub> = kandungan karbon per hektar (ton/ha)

C<sub>x</sub> = karbon pada masing-masing carbon pool pada tiap plot (kg)

L<sub>plot</sub> = adalah luas plot pada masing-masing pool (m<sup>2</sup>)

Pengukuran Biomassa Jatuhan Serasah dengan menghitung total berat kering sampel serasah mengacu kepada SNI 7724-2011.

$$\text{Total berat kering (g)} = (\text{BK sampel (g)} / (\text{BB sampel (g)} - \text{BK sampel (g)})) \times \text{BB Total (g)}$$

Keterangan:

BK = Berat Kering                      BB Total                      = Berat Basah Total

BB = Berat Basah

### Penaksiran Karbon

Penghitungan karbon tersimpan di atas permukaan tanah dengan menggunakan perhitungan.

$$Cb = B \times \%C \text{ organik (SNI 7724:2011)}$$

Keterangan:

Cb = Kandungan karbon dari biomassa, dinyatakan dalam kilogram (kg)

B = Total biomassa, dinyatakan dalam (kg)

%C organik = Nilai persentase kandungan karbon organik, sebesar 0,47

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada Delta Mahakam tepatnya berada pada koordinat antara 0° 18' sampai 0° 54' Lintang Selatan dan 117° 18' sampai 117° 36' Bujur Timur. Pengukuran selama 7 (tujuh) bulan didapat suhu rata-rata pada plot 28,7°C dengan kelembapan rata-rata 82,3%. Plot penelitian terletak pada Pulau Tunu, Sellete, dan Bayur dipilih dengan metode purposive sampling yang memiliki ukuran yang berbeda-beda disebabkan karena penyesuaian kondisi di lapangan.

Tabel 1. Profil plot penelitian

No	Lokasi	Koordinat	Suhu	Kelembaban	Panjang	Lebar
1	Tunu	S: 00°30.348' E: 117°33.510'	27,1° - 31,1° Rata-rata 28,9°	75,7% - 96,8% Rata-rata 83,5%	85 Meter	6 Meter
2	Selette	S: 00°30.916' E: 117°30.065'	27,1° - 31,1° Rata-rata 28,9°	75,7% - 96,8% Rata-rata 83,5%	45 Meter	15 Meter
3	Bayur	S: 00°43.948' E: 117°31.901'	24,8° - 31,9° Rata-rata 28,5°	68,3% - 97,8% Rata-rata 81,1%	30 Meter	26 Meter

### Pertambahan Riap

Dalam penelitian terpilih dua jenis pohon mangrove yang digunakan sebagai objek penelitian yaitu pohon *Rhizophora apiculata* dan *Bruguiera cylindrica*. Hasil penelitian di disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 berikut.

Tabel 2. Pertambahan riap pada plot Tunu

No. Pohon	Jenis	Diameter (cm)		Riap (cm)	Stok Biomassa	Riap Biomassa
		Awal	Akhir			
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	9,5	9,5	0,00	56,24	0,00
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	8,2	8,3	0,05	39,16	0,59
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	7,2	7,4	0,20	28,44	1,98
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	15,7	15,8	0,10	192,02	3,03
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	11,4	11,5	0,10	87,12	1,90

6	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,3	6,3	0,00	20,48	0,00
7	<i>Rhizophora apiculata</i>	13,9	14,0	0,10	143,44	2,55
8	<i>Rhizophora apiculata</i>	5,3	5,3	0,00	13,07	0,00
9	<i>Rhizophora apiculata</i>	10,9	10,9	0,00	78,87	0,00
10	<i>Rhizophora apiculata</i>	8,0	8,1	0,10	36,85	1,14
11	<i>Rhizophora apiculata</i>	7,6	7,7	0,10	32,48	1,06
12	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,3	6,3	0,05	20,08	0,40
13	<i>Rhizophora apiculata</i>	8,5	8,5	0,00	42,78	0,00
14	<i>Rhizophora apiculata</i>	5,3	5,4	0,10	13,38	0,63
15	<i>Bruguiera cylindrica</i>	8,9	8,9	0,00	47,28	0,00
16	<i>Bruguiera cylindrica</i>	10,5	10,5	0,00	71,01	0,00
17	<i>Bruguiera cylindrica</i>	10,0	10,1	0,10	62,98	1,56
18	<i>Bruguiera cylindrica</i>	12,1	12,2	0,05	100,66	1,03
19	<i>Bruguiera cylindrica</i>	9,7	9,7	0,00	57,69	0,00
20	<i>Rhizophora apiculata</i>	15,0	15,0	0,00	172,99	0,00
Rata-rata		9,50	9,56	0,05	56,28	0,79
Total				1,05	1.317,03	15,88

Dari 20 pohon terpilih 15 pohon berjenis *Rhizophora apiculata* dan 5 pohon berjenis *Bruguiera cylindrica*. Rata-rata pohon dilokasi Tunu berdiameter 9,50 cm lalu meningkat 9,56 cm pada pengukuran bulan ke tujuh. Stok biomassa pada lokasi Tunu sebesar 1.317,03 kg setelah monitoring yang dilakukan selama tujuh bulan didapatkan riap sebesar 1,1 cm atau setara dengan 15,88 kg biomassa. Dalam luasan satu hektar plot Tunu terdapat 25,82 ton biomassa serta riap sebesar 0,31 ton pertujuh bulan dengan taksiran mencapai 0,62 ton selama satu tahun.

Tabel 3. Pertambahan riap pada plot Selette

No. Pohon	Jenis	Diameter (cm)		Riap (cm)	Stok Biomassa	Riap Biomassa
		Awal	Akhir			
1	<i>Bruguiera cylindrica</i>	16,60	16,80	0,20	219,11	6,55
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	8,50	8,75	0,25	42,78	3,16
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,30	6,55	0,25	20,48	2,06
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	7,40	7,60	0,20	30,42	2,06
5	<i>Bruguiera cylindrica</i>	11,65	11,70	0,05	91,70	0,97
6	<i>Bruguiera cylindrica</i>	6,40	6,45	0,05	21,01	0,41
7	<i>Bruguiera cylindrica</i>	6,80	6,90	0,10	24,39	0,89
8	<i>Rhizophora apiculata</i>	5,20	5,40	0,20	12,77	1,24
9	<i>Bruguiera cylindrica</i>	5,95	6,10	0,15	17,56	1,11
10	<i>Bruguiera cylindrica</i>	11,60	11,60	0,00	90,73	0,00
11	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,00	6,10	0,10	18,16	0,75
12	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,20	6,25	0,05	19,68	0,39
13	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,85	7,10	0,25	25,16	2,32

14	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,60	6,80	0,20	22,96	1,75
15	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,60	6,85	0,25	22,96	2,20
16	<i>Bruguiera cylindrica</i>	12,20	12,25	0,05	102,72	1,04
17	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,10	6,20	0,10	18,91	0,77
18	<i>Rhizophora apiculata</i>	8,80	9,00	0,20	46,59	2,65
19	<i>Rhizophora apiculata</i>	5,10	5,25	0,15	12,18	0,90
20	<i>Rhizophora apiculata</i>	8,35	8,75	0,40	40,94	5,00
Rata-rata		7,96	8,16	0,16	36,40	1,81
Total				3,20	901,19	36,22

Dari 20 pohon terpilih 13 pohon adalah jenis *Rhizophora apiculata* dan 7 pohon berjenis *Bruguiera cylindrica*. Rata-rata pohon di lokasi Selette berdiameter 7,96 cm lalu meningkat 8,16 cm pada pengukuran bulan ke tujuh. Stok biomassa pada lokasi Bayur sebesar 901,19 kg setelah monitoring yang dilakukan selama tujuh bulan didapatkan riap sebesar 3,2 cm atau setara dengan 36,22 kg biomassa. Dalam satu hektar plot Bayur terdapat 13,35 ton biomassa serta riap sebesar 0,54 ton per tujuh bulan dengan taksiran akan mencapai 1,07 ton di akhir tahun.

Tabel 4. Pertambahan riap pada plot Bayur

No. Pohon	Jenis	Diameter (cm)		Riap (cm)	Stok Biomassa	Riap Biomassa
		Awal	Akhir			
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	9,30	9,40	0,10	53,37	1,42
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,60	6,95	0,35	22,96	3,11
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	5,65	5,85	0,20	15,66	1,40
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	10,05	10,10	0,05	64,59	0,79
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,15	6,20	0,05	19,30	0,39
6	<i>Rhizophora apiculata</i>	11,00	11,15	0,15	80,66	2,73
7	<i>Rhizophora apiculata</i>	8,65	8,80	0,15	44,66	1,93
8	<i>Rhizophora apiculata</i>	7,80	8,10	0,30	34,63	3,37
9	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,00	6,25	0,25	18,16	1,92
10	<i>Rhizophora apiculata</i>	5,80	6,00	0,20	16,71	1,45
11	<i>Rhizophora apiculata</i>	8,25	8,35	0,10	39,75	1,20
12	<i>Rhizophora apiculata</i>	5,55	5,65	0,10	14,99	0,67
13	<i>Rhizophora apiculata</i>	7,50	7,75	0,25	31,44	2,64
14	<i>Rhizophora apiculata</i>	6,00	6,30	0,30	18,16	2,32
15	<i>Rhizophora apiculata</i>	5,50	5,75	0,25	14,66	1,69
16	<i>Rhizophora apiculata</i>	10,70	11,00	0,30	75,36	5,30
17	<i>Rhizophora apiculata</i>	7,20	7,30	0,10	28,44	0,98
18	<i>Rhizophora apiculata</i>	7,60	7,65	0,05	32,48	0,53
19	<i>Bruguiera cylindrica</i>	6,75	7,00	0,25	23,95	2,24
20	<i>Rhizophora apiculata</i>	7,00	7,15	0,15	26,53	1,40
Rata-rata		7,45	7,64	0,18	30,95	1,87
Total				3,65	676,45	37,50

Dari 20 pohon penelitian terpilih 19 pohon jenis *Rhizophora apiculata* dan 1 pohon berjenis *Bruguiera cylindrica*. Rata-rata pohon di lokasi Bayur berdiameter 7,5 cm lalu meningkat 7,6 cm pada pengukuran bulan ke tujuh. Stok biomassa pada lokasi Bayur sebesar 676,45 kg setelah monitoring yang dilakukan selama tujuh bulan didapatkan riap sebesar 3,65 cm atau setara dengan 37,50 kg biomassa. Satu hektar plot Bayur terdapat 8,67 ton biomassa serta riap sebesar 0,48 ton per tujuh bulan dengan taksiran akan mencapai 0,96 ton di akhir tahun.

### **Biomassa yang Tersimpan pada Jatuhan Serasah Vegetasi Mangrove**

Serasah merupakan bagian tumbuhan yang telah gugur dan tergeletak di permukaan tanah, Pada kawasan mangrove serasah akan terlarut terbawa arus pasang surut sehingga pengambilan sampel menggunakan litter trap yang dipasang di delapan pohon dalam plot di setiap lokasi, seperti terlihat di Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 berikut.

Tabel 5. Jatuhan serasah plot Tunu

No. Pohon	Jenis	Biomassa (gr)						
		Bulan						
		1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	54,80	40,40	45,30	31,20	23,90	17,90	33,90
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	50,80	32,50	58,60	23,30	15,60	10,30	27,60
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	42,60	17,00	44,40	32,30	13,60	15,20	26,40
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	49,70	29,20	53,90	71,90	53,10	18,90	42,40
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	47,70	31,90	52,10	42,30	24,60	20,50	31,70
6	<i>Rhizophora apiculata</i>	43,40	18,30	35,10	44,00	23,00	28,10	26,10
7	<i>Rhizophora apiculata</i>	48,00	28,10	47,10	31,90	18,50	24,00	35,40
8	<i>Rhizophora apiculata</i>	40,60	20,90	53,90	30,80	12,20	21,70	29,60
Rata-rata		47,20	27,29	48,80	38,46	23,06	19,58	31,64
Total		377,60	218,30	390,40	307,70	184,50	156,60	253,10
Total (Ton/ha/bulan)		1,62	0,94	1,88	1,32	0,79	0,71	1,09

Dari delapan pohon yang dijadikan sebagai pohon penelitian, semuanya merupakan jenis *Rhizophora apiculata*. Jatuhan serasah tertinggi mencapai 390,40 gram/bulan atau 1,88 ton/ha/bulan dengan rata-rata 48,80 gram di bulan ke tiga, pada bulan ke enam jatuhan serasah mencapai jumlah terendah yaitu 156,60 gram atau 0,71 ton/ha/bulan dengan rata-rata 19,58 gram/pohon. Selama monitoring tujuh bulan didapatkan total biomassa sebesar 8,34 ton/ha dan ditaksir akan mencapai 14,30 ton per hektar selama satu tahun.



Tabel 6. Jatuhan serasah plot Selettte

No. Pohon	Jenis	Biomassa (gr)						
		Bulan						
		1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Bruguiera sp.</i>	58,80	41,20	56,40	32,10	23,60	15,30	19,30
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	29,30	6,60	12,20	21,30	8,40	10,60	14,40
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	36,80	10,40	18,40	27,50	14,50	15,50	16,70
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	28,40	9,40	16,80	21,50	12,50	28,40	14,50
5	<i>Bruguiera sp.</i>	44,20	14,80	15,90	23,10	24,10	26,40	47,10
6	<i>Bruguiera sp.</i>	57,30	16,90	16,70	28,40	19,30	14,20	22,80
7	<i>Bruguiera sp.</i>	71,00	37,00	25,20	15,30	11,80	22,30	19,30
8	<i>Rhizophora apiculata</i>	31,30	18,80	21,50	11,90	8,60	7,20	26,60
Rata-rata		44,64	19,39	22,89	22,64	15,35	17,49	22,59
Total		357,10	155,10	183,10	181,10	122,80	139,90	180,70
Total (Ton/ha/bulan)		1,53	0,67	0,79	0,78	0,53	0,60	0,78

Dari delapan pohon yang dijadikan sebagai pohon penelitian, empat merupakan jenis *Rhizophora apiculata* dan empat pohon berjenis *Bruguiera cylindrica*. Jatuhan serasah tertinggi perbulan mencapai 357,10 gram atau 1,53 ton/ha/bulan dengan rata-rata 44,64 gram di bulan pertama, pada bulan ke lima jatuhan serasah jumlah terendah yaitu 122,80 gram atau 0,53 ton/ha dengan rata-rata 15,35 gram/pohon. Selama monitoring tujuh bulan didapatkan total biomassa sebesar 5,66 ton/ha dan ditaksir akan mencapai 13,59 ton/ha selama satu tahun.

Tabel 7. Jatuhan serasah plot Bayur.

No. Pohon	Jenis	Biomassa (gr)						
		Bulan						
		1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	71,20	32,20	35,80	39,40	10,70	11,40	22,20
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	34,50	11,00	20,30	23,40	20,10	12,10	14,60
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	63,40	30,80	49,40	16,90	19,80	13,50	29,90
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	43,30	39,10	30,40	31,50	22,70	26,30	36,80
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	51,70	26,80	35,90	37,90	23,20	20,40	35,10
6	<i>Rhizophora apiculata</i>	35,00	13,50	11,80	20,30	7,40	17,00	13,80
7	<i>Rhizophora apiculata</i>	40,40	16,60	40,10	28,00	7,90	16,80	52,00
8	<i>Rhizophora apiculata</i>	34,70	14,30	24,80	20,90	11,50	26,20	22,00
Rata-rata		46,78	23,04	31,06	27,29	15,41	17,96	28,30
Total		374,20	184,30	248,50	218,30	123,30	143,70	226,40
Total (Ton/ha/bulan)		1,68	0,79	1,07	0,94	0,53	0,62	0,97

Dari delapan pohon yang dijadikan sebagai pohon penelitian seluruhnya merupakan jenis *Rhizophora apiculata*. Jatuhan serasah tertinggi perbulan mencapai 374,20 gram atau

1,68 ton/ha/bulan dengan rata-rata 46,78 gram di bulan pertama, pada bulan ke lima jatuhnya serasah mencapai jumlah yaitu 123,30 gram atau 0,53 ton/ha/bulan biomassa dengan rata-rata 15,41 gram/pohon. Selama monitoring tujuh bulan didapatkan total biomassa sebesar 6,59 ton/hektar dan ditaksir akan mencapai 11,29 ton/ha selama satu tahun.

### Perbandingan Riap Biomassa pada Tiga Plot

Riap adalah pertambahan diameter, bidang dasar (basal area), tinggi, volume, mutu, atau nilai suatu pohon atau tegakan selama jangka waktu tertentu. Riap tegakan dibentuk oleh pohon-pohon yang masih hidup di dalam tegakan. Saat tumbuhan melakukan fotosintesis maka karbon anorganik (CO<sub>2</sub>) maka berlangsung sequestrasi pada bagian-bagian tumbuhan. Pertumbuhan pohon akan berlangsung hingga pohon tersebut mencapai klimaksnya. Pada masa pertumbuhan inilah riap diukur untuk mengetahui jumlah skuestrasi karbon dalam suatu vegetasi persatuan waktu. Seperti pada vegetasi yang berada di Delta Mahakam Kalimantan Timur di tiga plot berikut pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan biomassa pada tiga plot selama tujuh bulan

Pertumbuhan mangrove pada tiga plot menunjukkan kecenderungan sama yaitu bertambah besarnya nilai biomassa bersama dengan bertambahnya umur pohon. Pada plot Tunu mengalami pertambahan riap perbulan yang lebih rendah dibandingkan dua plot lainnya, hal ini diduga karena rata-rata diameter pohon di dalam plot ini memiliki ukuran yang besar dibandingkan plot-plot lainnya. Pertambahan biomassa pada plot Tunu setiap bulan rata-rata sebesar 0.05 ton/ha.

Pada plot Selette menunjukkan disetiap bulannya mengalami pertumbuhan riap yang lebih besar dibanding plot Tunu dan Bayur. Vegetasi dalam plot Selette kecil sehingga menyebabkan riap pada plot ini rata-ratanya lebih besar dibanding plot lainnya yaitu sebesar 0,09 ton/ha. Pertambahan riap setiap bulan pada plot Bayur tidak jauh berbeda dengan plot Selette, dimana plot tersebut memiliki nilai pertambahan biomassa terbesar ke dua setelah plot Selette. Rata-rata diameter pohon di plot ini berukuran kecil yaitu sebesar 0,8 ton/ha.

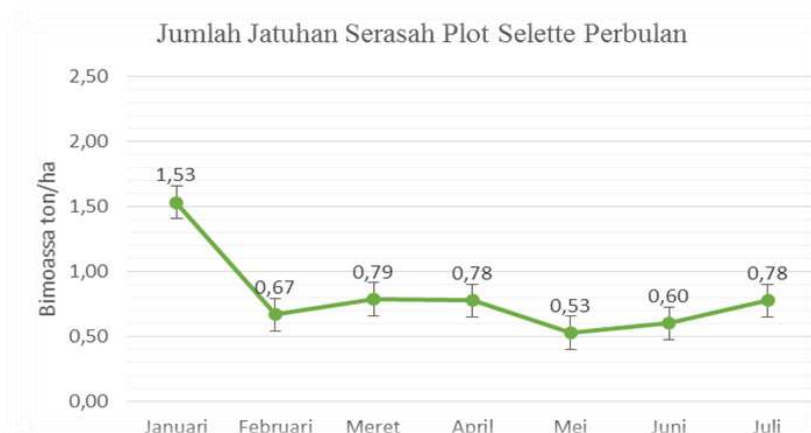
### Perbandingan Jatuhan Serasah Setiap Bulan pada Tiga Plot

Pada ke tiga plot penelitian di Delta Mahakam terpilih dua jenis tumbuhan yaitu *Rhizophora apiculata* dan *Bruguiera cylindrica*. yang dipasang litter trap. Hasil perhitungan jatuhan serasah mangrove Delta Mahakam di tiga lokasi berbeda tersaji pada Gambar 16, Gambar 17, dan Gambar 18.



Gambar 3. Grafik jumlah biomassa jatuhan serasah Tunu selama tujuh bulan

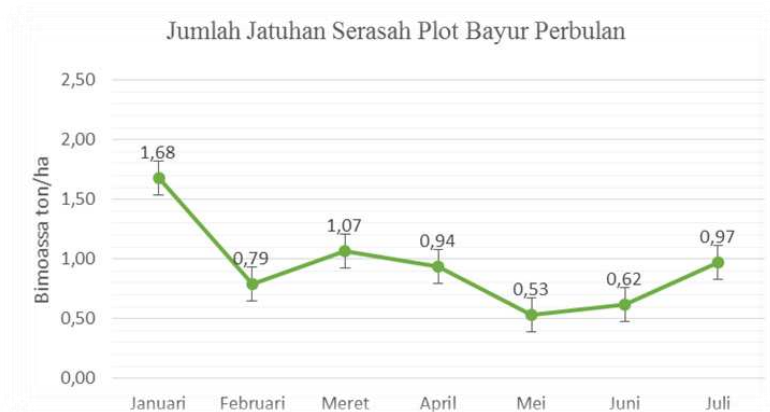
Dari Gambar 3 menunjukkan pada bulan Januari produksi jatuhan serasah plot Tunu sebesar 1,62 ton/ha, lalu mengalami penurunan pada bulan Februari menjadi 0,94 ton/ha atau turun sebesar 0,68 ton/ha. Pada bulan Maret produksi jatuhan serasah naik hingga mencapai jumlah terbesar senilai 1,88 ton/ha naik 0,94 ton dari bulan sebelumnya. Pada bulan April produksi jatuhan serasah turun menjadi 1,32 ton/ha, kemudian turun kembali hingga 0,79 ton/ha pada bulan Mei dan mencapai nilai terendah pada bulan Juni sebesar 0,71 ton/ha. Dibulan terakhir penelitian produksi jatuhan serasah kembali naik menjadi 1,09 ton/ha. Rata-rata dalam setiap bulan plot Tunu dapat memproduksi Biomassa jatuhan serasah 1,19 ton/ha.



Gambar 4. Grafik jumlah biomassa jatuhan serasah Selette selama tujuh bulan

Pada Gambar 4 menunjukkan pada bulan Januari produksi jatuhan serasah mencapai 1,53 ton/ha, nilai tersebut adalah yang terbesar di plot Selette. pada bulan selanjutnya jumlah produksi jatuhan serasah mengalami penurunan hingga 0,86 ton atau menjadi 0,67 ton/ha. Di bulan Maret produksi jatuhan serasah naik 0,12 ton atau menjadi 0,79 ton/ha.

Bulan April produksi jatuhkan serasah tidak jauh berbeda dengan bulan Maret hanya turun 0,01 Ton menjadi 0,78 ton/ha. Selanjutnya di bulan Mei jatuhan serasah yang diperoleh sebesar 0,53 ton/ha nilai ini adalah nilai terkecil pada plot Selette, setelah itu produksi jatuhan serasah naik menjadi 0,60 ton/ha di bulan Juni dan kembali bertambah menjadi 0,78 ton di bulan Juli. Dari bulan Februari hingga Juli pertambahan ataupun penurunan produksi jatuhan serasah tidak terlihat signifikan, hanya pada bulan Januari ke bulan Februari yang mengalami penurunan yang cukup besar. Rata-rata produksi biomassa jatuhan serasah plot Selette adalah 0,81 ton/ha.

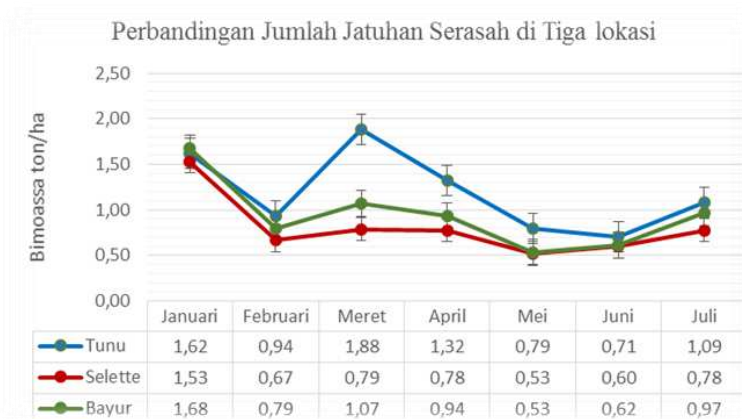


Gambar 5. Grafik jumlah biomassa jatuhan serasah Bayur selama tujuh bulan.

Grafik 5 menunjukkan bahwa produksi jatuhan serasah tertinggi pada bulan Januari yaitu mencapai 1,68 ton/ha, kemudian turun 0,89 ton/ha atau sebesar 0,79 pada bulan Februari, sedangkan pada bulan maret naik menjadi 1,07 ton/ha. Bulan April produksi serasah turun menjadi 0,94 ton/ha, kemudian turun menjadi 0,54 ton/ha pada bulan Mei. Bulan Mei merupakan bulan dengan produksi jatuhan serasah terkecil pada pengukuran di plot Bayur. Pada bulan Juni produksi jatuhan serasah naik 0,09 ton atau menjadi 0,62 ton/ha dan naik menjadi 0,92 ton/ha pada bulan Juli. Adapun bulan Januari dan bulan Februari terjadi penurunan yang cukup besar. Pada bulan selanjutnya mengalami trend kenaikan dan penurunan secara berangsur angsur. Rata-rata setiap bulan plot Bayur memproduksi biomassa jatuhan serasah sebanyak 0,94 ton/ha.

#### **Perbandingan Jatuhan Serasah di Tiga Plot**

Dari hasil penelitian yang dilakukan terlihat perbedaan jumlah jatuhan serasah antara ke tiga lokasi dalam setiap bulannya, tetapi pola kenaikan dan penurunan jumlah jatuhan serasah pada ke tiga lokasi tersebut memiliki pola yang mirip. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 6.

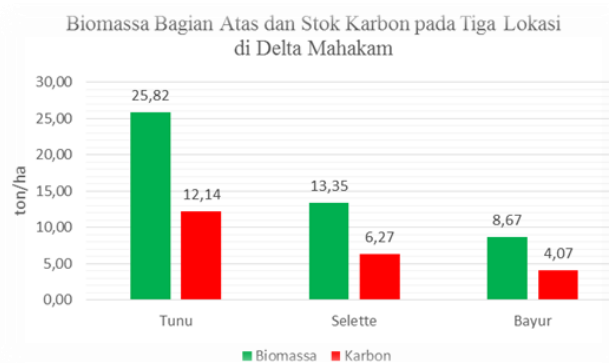


Gambar 6. Grafik perbandingan biomassa jatuhan serasah pada tiga lokasi berbeda

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa pada plot Tunu merupakan lokasi yang memiliki jumlah biomassa tertinggi baik biomassa total maupun setiap bulannya. Pada plot Tunu diameter pohon rata-rata sebesar 9,67 cm, sedangkan plot Selette 8,61 cm dan Plot Bayur 8,15 cm. Dengan besarnya rata-rata diameter pohon pada plot Tunu ditaksir menjadi penyebab lebih besarnya jatuhan serasah pada plot ini dibanding plot lainnya.

### Stok Karbon Hutan Mangrove Delta Mahakam

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan taksiran biomassa selama 1 tahun berkisar antara 8,67 ton/ha hingga mencapai 25,82 ton/ha dengan nilai karbon 4,07 ton/ha sampai 12,14 untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7. Biomassa bagian atas dan stok karbon pada tiga lokasi di Delta Mahakam

Dari Grafik 7 menunjukkan bahwa biomassa terbesar ada pada plot Tunu, yaitu sebesar 25,82 ton/ha, Kemudian diikuti plot Selette sebesar 13,35 ton/ha dan yang terkecil adalah plot Bayur 8,67 ton/ha. Sebagian besar pohon yang terdapat pada plot Tunu memiliki diameter besar, sehingga menyebabkan plot ini memiliki stok karbon yang besar dibanding plot Selette dan plot Bayur. Setelah dilakukan pengukuran dan analisa rata-rata stok karbon maupun riap yang didapatkan pada hutan mangrove Delta Mahakam didapatkan biomassa pohon sebesar 15,95 ton/ha dengan perkiraan karbon sebesar 7,50 Ton/ha.

### Taksiran Jumlah Riap Biomassa dan Karbon Selama Satu Tahun

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan taksiran biomassa selama 1 tahun berkisar antara 0,62 ton/ha/tahun hingga 1,07 ton/ha/tahun dengan taksiran karbon 0,29 ton/ha/tahun sampai 0,50 ton/ha/tahun untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8. Jumlah riap biomassa dan karbon pada tiga lokasi berbeda selama satu tahun

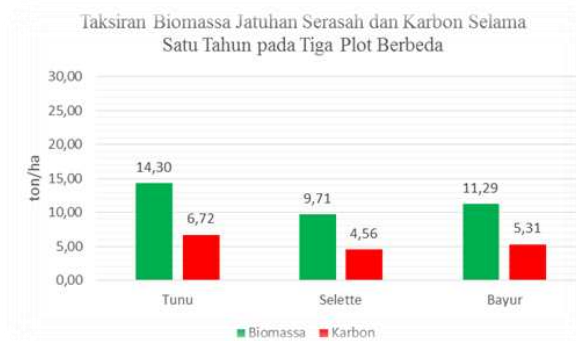
Pada Grafik 8 menyatakan bahwa jumlah riap yang tertinggi berada pada plot Selette 1,07 ton/ha diikuti plot Bayur 0,96 ton/ha dan plot Tunu 0,62 ton/ha, karbon yang tersekuestrasi adalah 0,50 ton/ha pada plot Selette, 0,45 ton/ha pada plot Bayur dan 0,29 ton/ha pada plot Tunu. Sedangkan jumlah karbon yang tersekuestrasi adalah 0,50 ton/ha pada plot Selette, 0,45 ton/ha pada plot Bayur dan 0,29 ton/ha pada plot Tunu. Penyebab jumlah sekuestrasi terbesar pada plot Selette diduga karena pohon pada plot tersebut berdiameter kecil yaitu 8,0 cm, selain itu pada plot ini terdapat 4 pohon berjenis *Bruguiera cylindrica*.

Pada plot Bayur merupakan plot yang memiliki jumlah riap biomassa tertinggi ke dua, di mana pada lokasi tersebut didominasi oleh pohon dengan rata-rata diameter 7,5 cm. Ukuran diameter tersebut lebih kecil dibanding dengan rata-rata pada plot Selette. Selain itu pada plot ini hanya terdapat satu jenis pohon yaitu *Bruguiera cylindrica* yang menjadi penyebab riap pada lokasi ini lebih kecil dibanding lokasi Selette.

Plot Tunu merupakan lokasi dengan total pertambahan riap terkecil dibanding dua plot lainnya. Kondisi tersebut diduga karena pada lokasi Tunu rata-rata didominasi oleh tegakan dengan diameter yang lebih besar dibanding dengan plot Selette dan plot Bayur. Sehingga semakin besar diameter pohon, maka volumenya akan makin besar dan juga menyebabkan pertambahan riapnya semakin menyusut. Setelah melakukan analisa didapatkan bahwa total riap pada lokasi penelitian di Delta Mahakam ditaksir selama satu tahun mengalami peningkatan biomassa sebesar 0,89 ton/ha/tahun atau dapat menyerap karbon sebesar 0,42 ton/ha/tahun.

### Taksiran Jumlah Jatuhan Serasah Selama Satu Tahun

Hasil penelitian pada tiga lokasi jumlah biomassa berkisar antara 9,71 ton/ha/tahun hingga 14,30 ton/ha/tahun, dengan rentang jumlah karbon 4,56 ton/ha/tahun hingga 6,72 ton/ha/tahun. Taksiran biomassa jatuhan serasah disajikan pada Gambar 22.



Gambar 9. Grafik perbandingan jumlah biomassa jatuhan serasah dan karbon selama satu tahun pada tiga plot berbeda

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa total produksi biomassa terbesar adalah lokasi Tunu 14,30 ton/ha/tahun (karbon 6,72 ton/ha/tahun), kemudian plot Bayur 11,29 ton/ha/tahun (karbon 5,31 ton/ha/tahun) dan yang terendah Selette 13,59 ton/ha/tahun (karbon 4,56 ton/ha/tahun). Selain disebabkan oleh diameter pohon, jenis mangrove juga berpengaruh terhadap laju jatuhan serasah. Pada plot Selette rata-rata didominasi pohon dengan diameter besar dibanding plot Bayur, tetapi pada plot Bayur nilai biomasanya lebih tinggi. Kondisi tersebut diduga karena pada plot Selette jenisnya setengah adalah *Bruguiera cylindrical*, sedangkan pada plot Bayur didominasi oleh *Rhizophora apiculata*.

Jumlah biomassa rata-rata yang didapat pada hutan mangrove Delta Mahakam adalah 11,77 ton/ha/tahun. Total produksi jatuhan serasah ini lebih tinggi dibanding penelitian yang dilakukan (Ntyam et al. 2014) yaitu 4,50 ton/ha/tahun; (Affandi 1996) yaitu 8,64 ton/ha/tahun; (Pulumahuny 1997) yaitu 9,00 ton/ha/tahun; (Zamroni et al. 2008) yaitu 9,90 ton/ha/Tahun; Tetapi hasil penelitian ini lebih kecil dibanding (Bunyavejchewin dan Nuyim, 2001) yaitu 13,76 ton/ha/tahun; kawasan Sungai Hutan Payau RPH Tritih Cilacap sebesar 16,44 ton/ha/tahun (Affandi, 1996), perbedaan jumlah jatuhan serasah pada setiap daerah yang berbeda bisa dipengaruhi oleh geografi, variasi kondisi vegetasi dan struktur jenis penyusun hutan serta tinggi rendahnya tingkat kerapatan hutan.

## IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa biomassa bagian atas terbesar ada pada lokasi Tunu sebesar 25,82 ton/ha diikuti Selette 13,35 ton/ha dan Bayur 8,67 ton/ha. Lokasi Selette merupakan lokasi dengan riap biomassa terbesar yaitu 1,07 ton/ha/tahun berturut-turut diikuti Bayur 0,96 ton/ha/tahun dan Tunu 0,62 ton/ha/tahun. Jatuhan serasah terbesar ada pada lokasi Tunu sebesar 14,02 ton/ha/tahun diikuti Bayur 11,29 ton/ha/tahun dan Selette

sebesar 9,71 ton/ha/tahun. Rata-rata dari ke tiga lokasi mangrove Delta Mahakam yang berada di kecamatan Anggana, dapat menyerap karbon dalam bentuk biomassa bagian atas sebesar 7,50 (ton C/ha), lalu riap 0,42 (ton C/ha/tahun) dan dalam bentuk serasah sebesar 5,53 (ton C/ha/tahun).

### DAFTAR PUSTAKA

- Affandi M., 1996. Produksi dan Laju Penghancuran Serasah di Hutan Mangrove Alami dan Binaan Cilacap Jawa Tengah. Bandung. ITB.
- Alongi D.M., 2012. Carbon Sequestration in Mangrove Forests. *Carbon Management*. 3: 313-322.
- BPS KUKAR., 2016. Kecamatan Anggana dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Kutai Kartanegara. Tenggarong.
- Bunyavejchewin S., & Nuyim T., 1998. Litterfall Production in a Primary Mangrove, *Rhizophora apiculata* Forest in Southern Thailand. *Silvicultural Research Report*: 28-38.
- Chmura G.I., Anisfeld S.C., Cahoon D.R., & Lynch J.C., 2003. Global Carbon Sequestration in Tidal, Saline Wetland Soils. *Global Biogeochemical Cycles*, 17.
- Day J. W., Coronado-Molina C., Vera-Herrera F.R., Twilley R., Rivera-Monroy V. H., Alvarez-Guillen H., Day R., Conner. W. 1996. A 7 Year Record of Above-ground Net Primary Production in a Southeastern Mexican Mangrove. *Aquatic Botany* 55: 39-60.
- Donato D.C., Kauffman J.B., Murdiyarto Daniel, Kurnianto S., Stidham M., & Kanninen M., 2012. Mangrove Adalah Salah Satu Hutan Terkaya Karbon di Kawasan Tropis. CIFOR.
- Fourqurean J., Johnson B., Kauffman B.J., Kennedy H., Lovelock C., Megonigal P.J., Rahman F.A., Saintilan N., & Simard M., 2014. Coastal Blue Carbon. Conservation International.
- Komiyama A., Ong J.E., Pongpan S., 2008. Allometry, Biomass, and Productivity of Mangrove Forest: A review. *Aquatic Botany* 89 (2008) Page 128-137.
- Ntyam S.C.O., Armah A.K., Ajonina N.G., George W., Adomako J.K., Elvis N., & Obiang B.O., 2014. Importance of Mangrove Litter Production in the Protection of Atlantic Coastal Forest of Cameroon and Ghana. *The Land/Ocean Interactions in the Coastal Zone of West and Central Africa*. Hal. 123.
- Pool D. J., Lugo A. E., & Snedaker, S. C., 1977. Litter Production in Mangroves Forest of Southern Florida and Puerto Rico. *Proceeding of the international of Symposium Biology and Management of Mangroves*. Institute of forest and agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, pp. 213-273.
- Powell N., & Osbeck M., 2010. Approaches for Understanding and Embedding Stakeholder Realities in Mangrove Rehabilitation Processes in Southeast Asia: Lessons learnt from Mahakam Delta, East Kalimantan. *Sustainable Development*, 18, 260–270.
- Pulumahuny F., 1997. Studi Komunitas Mangrove di Teluk Kayeli, Pulau Buru, Kabupaten Maluku Tengah. Makassar. Universitas Hassanudin.
- Rahman A.F., Dragoni D., Didan K., Barreto M.A., Hutabarat J.A., 2012. Detecting Large Scale Conversion of Mangroves to Aquaculture with Change Point and Mixed-pixel Analyses of High-fidelity MODIS data. *Elsevier. Remote Sensing of Environment* 130 (2013) hal 96-107.



- Riog S., del Rio M., Canellas I., Montero G., 2005. Litterfall in Mediterranean Pinus pinaster Ait. Stands Under Different Thinning Regimes. *Forest Ecol. Manage.* 206, 179–190.
- Robertson, A. I., Alongi, D. M., Boto, K. G., 1992. Food chains and carbon fluxes. In: Robertson, A. I., Alongi, D. M. (Eds.). *Tropical Mangrove Ecosystems. Coastal and Estuarine Series No. 41.* American Geophysical Union, Washington. hal. 293–326.
- Saenger, P., E.J Hegerl, & J.D.S Davie., 1983a. Global Status of Mangrove Ecosystems. IUCN Commission on Ecology Papers No. 3, page 88.
- Schlesinger W.H., & Andrews J.A., 2000a. Soil Respiration and the Global Carbon Cycle. *Biogeochemistry* 48, 7–20.
- Sidik A.S., 2008. The changes of Mangrove Ecosystem in Mahakam Delta, Indonesia: A complex Social-environmental Pattern of Linkages in Resource Utilization.
- SNI-7724-2011., 2011. Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon –Pengukuran Lapangan untuk Pentaksiran cadangan Karbon Hutan. Badan Standardisasi Nasional (BSN). Jakarta.
- Twilley, R. R., Day, J. W., 1999. The Productivity and Nutrient Cycling of Mangrove Ecosystem. In: Yáñez-Arancibia, A., Lara-Dominguez, A. L. (Eds.). *Ecosistemas de Manglar en America Tropical.* Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Springer MD USA, hal. 127-151.
- Zamroni Y. & Rohyani I.S., 2008. Produksi Serasah Hutan Mangrove di Perairan Pantai Teluk Sepi, Lombok Barat. *Jurnal Biodiversitas* Vol 9 No. 4 Hal. 284-287.

**Kerjasama**

Asosiasi Ahli Perubahan Iklim dan Kehutanan Indonesia &  
Direktorat Mitigasi Perubahan Iklim, Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, KLHK

# **Prosiding Seminar Nasional Kontribusi Penelitian dan Pengajaran dalam Penguatan Aksi Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim untuk Implementasi NDC Indonesia**

**Editor:**

Riko Wahyudi, S.Hut, M.Si

Ifa Elfira Olivia, S.Hut

**ISBN : 978-602-73376-3-3**

**Reviewer:**

Dr. Ir. Mahawan Karuniasa, MM

Ir. Sabaruddin, M.Sc., Ph.D.

Yayan Hadiyan, S.Hut, M.Sc

Riko Wahyudi, S.Hut, M.Si

Prof. Dr. Ir. Yuli Hariyati, MS

Dr. Ir. Abdul Rauf, M.Si.

Dr. Ir. Yunita Ismail, M.Si.

Georgius Joseph Viandrito, SE., M.Si.

Dr. Ir. Adam Malik, M.Sc.

Ir. Agus Susatya, M.SC., Ph.D.

Arif Sulfiantonno, S.Hut., M.Si., M.Sc.

Dr. Ir. L. Michael Riwu Kaho, M.Si.

Dr. Ir. La Ode Alwi, M.Si.

Prof. Dr. Ir. Gusti Anshari, MES

Prof. Dr. Ir. Agustinus Kastanya, MS

Dr. Eng. Hendri, S.Si., M.Si.

**Penerbit :**

Asosiasi Ahli Perubahan Iklim dan Kehutanan Indonesia (APIK Indonesia)

**Redaksi :**

Gedung C Lt. 5 dan 6, Kampus UI Salemba

Jl. Salemba Raya No. 4 Jakarta Pusat, 10430

Website: [www.apiki.or.id](http://www.apiki.or.id)

Email : [apik.indonesia@yahoo.co.id](mailto:apik.indonesia@yahoo.co.id)

**Design Sampul dan Tata letak:**

Ifa Elfira Olivia

**Cetakan Pertama,****Hak Cipta dilindungi Undang-Undang :**

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin dari penerbit.

22. SEQUESTRASI KARBON PADA MANGROVE DI DELTA MAHAKAM KALIMANTAN TIMUR <b>Rita Diana, Deddy Hadriyanto, Azka Ilmi Ridwan dan Fajar Pambudhi .....</b>	<b>240</b>
23. POTENSI HUTAN LINDUNG SEBAGAI PENYIMPAN KARBON, DAN PENYEDIA PAKAN BAGI LEBAH MADU HUTAN ( <i>Apis dorsata</i> Binghamii) DI KOMPLEKS HUTAN MEKONGGA PROPINSI SULAWESI TENGGARA <b>Rosmarlinasih.....</b>	<b>257</b>
24. STRATEGI ADAPTASI DALAM KONSERVASI KERANG KEPAH ( <i>Polymesoda erosa</i> ) BERBASIS KARAKTER LANSEKAP DI PESISIR PANTAI DESA TABANIO <b>Anang Kadarsah.....</b>	<b>266</b>
25. KONSERVASI DAN PENGELOLAAN HUTAN MANGROVE BERKELANJUTAN DI PANTAI UTARA MANOKWARI, PAPUA BARAT <b>Hendri, Abdullah Tuharea, Yohanes Wibisono dan Rintar A. Simatupang .....</b>	<b>277</b>
26. KERUSAKAN HUTAN MANGROVE DAN KAJIAN KERENTANAN TSUNAMI DI PESISIR UTARA SORONG, PAPUA BARAT <b>Hendri, Hermina Haluk dan Suhaemi.....</b>	<b>285</b>
27. PENYUSUNAN KOMPONEN PERUBAHAN IKLIM DAN DINAMIKA GEOHIDROOSEOANOGRAFI PESISIR MANOKWARI SEBAGAI DASAR DALAM MENENTUKAN TINGKAT KERENTANAN PANTAI <b>Suhaemi, Syafrudin Raharjo, Marhan dan Nur Alzair .....</b>	<b>294</b>
28. KAJIAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN DAMPAKNYA TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLOGI DAS POSALU DI KABUPATEN WAKATOBİ <b>La Ode Alwi dan Astriwana .....</b>	<b>310</b>
29. KORELASI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN SUHU PERMUKAAN UDARA DI KOTA PADANG MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 5 dan 8 TAHUN 2011-2017 <b>Lusi Maira, Ahmad Yasir , Restu Fani dan Ronauli F.S.....</b>	<b>324</b>
30. FACTORS OF COASTAL COMMUNITIES OF SEMARANG RELUCTANCE TO MOVE FROM THE COASTAL AREA (A CASE STUDY OF TANJUNG MAS COMMUNITY IN NORTH SEMARANG REGENCY, SEMARANG CITY) <b>Sukron Romadhona.....</b>	<b>335</b>
31. PEREMPUAN PETANI MENYIKAPI PERUBAHAN IKLIM DI PULAU TERLUAR <b>Esther Kembauw, Fransina Sarah Latumahina dan Aphrodite Milana Sahusilawane.....</b>	<b>348</b>
32. PERILAKU MASYARAKAT DALAM PEMANFAATAN SUMBER DAYA ALAM PADA WILAYAH HULU DAS CISADANE (Studi Kasus Sungai Ciapus Di Desa Babakan dan Desa Cikarawang Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor) <b>Messalina L Salampessy, Sufianita dan Ina Lidiawati.....</b>	<b>361</b>