

**POTENSI CADANGAN KARBON ATAS TANAH JENIS BAKAU
(*Rhizophora stylosa*) PADA HUTAN MANGROVE DI
KELURAHAN TAKALAR LAMA KECAMATAN
MAPPAKASUNGGU KABUPATEN TAKALAR**

SKRIPSI



**WINDA ANGGREINI
105950050614**

**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2019**

**POTENSI CADANGAN KARBON ATAS TANAH JENIS BAKAU
(*Rhizophora stylosa*) PADA HUTAN MANGROVE DI
KELURAHAN TAKALAR LAMA KECAMATAN
MAPPAKASUNGGU KABUPATEN TAKALAR**

**WINDA ANGGREINI
105950050614**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Kehutanan Strata Satu (S-1)**

**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2019**

Abstrak, Winda Anggreini, Potensi Cadangan Karbon Atas Tanah Jenis Bakau (*Rhizophora stylosa*) Pada Hutan Mangrove di Kelurahan Takalar Lama Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar, 2019, **Irma Sribianti, M. Daud.**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi cadangan karbon atas tanah jenis bakau (*Rhizophora stylosa*) pada hutan mangrove. Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan mulai bulan September sampai Oktober 2018. Tahap persiapan yang dilakukan adalah penentuan lokasi penelitian yaitu di Kelurahan Lama Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar. Tahap selanjutnya dengan melihat berapa besar potensi cadangan karbon atas tanah pada hutan mangrove di Kelurahan Takalar Lama. Berdasarkan hasil identifikasi yang diperoleh dari survei ke lapangan. Dengan mendapatkan hasil dari lapangan kita harus mengukur keliling setiap tingkat yaitu tingkat pohon dan tingkat pancang pada hutan mangrove. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada hutan mangrove mempunyai biomassa masing-masing berbeda dalam setiap tingkatannya. Dari hasil penelitian hutan mangrove diperoleh nilai Biomassa, Pertumbuhan Biomassa, Cadangan Karbon, Serapan Karbon dan Serapan CO₂. Semakin rapat jarak tanamnya maka nilainya semakin besar, dimana biomassanya rata-rata bernilai 78,74 ton/ha, pertumbuhan biomassa rata-rata bernilai 7,84 cadangan karbon rata-rata bernilai 37,01 ton/ha, serapan karbon rata-rata bernilai 3,69 ton/ha dan serapan CO₂ rata-rata bernilai 11,50 ton/ha. Sedangkan semakin renggang jarak tanamnya maka nilai semakin kecil, dimana biomassanya rata-rata bernilai 54,05 ton/ha, cadangan karbon rata-rata bernilai 25,40 ton/ha, serapan karbon rata-rata bernilai 2,57 ton/ha dan serapan CO₂ rata-rata bernilai 8,03 ton/ha. Sehingga total biomassa sebesar 2.053 Ton, total pertumbuhan biomassa sebesar 206,5 Ton/tahun, total cadangan karbon sebesar 964,9 Ton, total serapan karbon sebesar 89,1 Ton/tahun dan total serapan CO₂ sebesar 302,9 Ton/Ha per tahunnya.

**PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI
DAN SUMBER INFORMASI**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**POTENSI CADANGAN KARBON ATAS TANAH JENIS BAKAU
(*Rhizophora stylosa*) PADA HUTAN MANGROVE DI
KELURAHAN TAKALAR LAMA KECAMATAN
MAPPAKASUNGGU KABUPATEN TAKALAR**

Adalah benar merupakan hasil karya sendiri yang belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Semua sumber data dan informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari Penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi.

Makassar, , ,2019

WINDA ANGGREINI

105 9500 50614

@Hak Cipta Milik Unismuh Makassar, Tahun 2019

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. *Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumber.*
 - a. *Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.*
 - b. *Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Universitas Muhammadiyah Makassar.*
2. *Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk laporan apapun tanpa izin Universitas Muhammadiyah Makassar.*



MOTO DAN PERSEMBAHAN

“Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan atau diperbuatnya”. (Ali Bin Ali Thalib)

*“Saya berdo’a, saya berusaha, saya bimbingan, saya ujian, saya revisi, dan saya sukses”
(Winda Anggreini)*



HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Potensi Cadangan Karbon Atas Tanah Jenis Bakau (*Rhizophora stylosa*) Pada Hutan Mangrove di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar.

Nama : Winda Anggreini

NIM : 105950050614

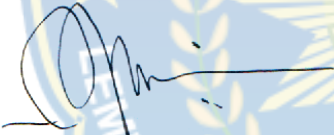
Program Studi : Kehutanan

Makassar, 28 Februari 2019

Disetujui

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Irma Sribianti, S.Hut., M.P
NIDN.00070117105



Ir. M. Daud, S.Hut., M.Si., IPM
NIDN.0929118502


Diketahui

Dekan Fakultas Pertanian

Ketua Program Studi Kehutanan




Burhanuddin, S.Pi., M.PMM,
NIDN: 0912066901



Dr. Hikmah, S.Hut., M.Si.
NIDN: 00110771001

PENGESAHAN KOMISI PENGUJI

Judul : Potensi Cadangan Karbon Atas Tanah Jenis Bakau (*Rhizophora stylosa*) Pada Hutan Mangrove di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar.


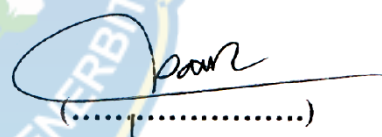


Nama : Winda Anggreini

Stambuk : 105950050614

Program Studi : Kehutanan

Fakultas : Pertanian

SUSUNAN KOMISI PENGUJI

Nama	Tanda Tangan
<u>Dr. Irma Sribianti, S.Hut., M.P.</u> Ketua Sidang	 (.....)
2. <u>Ir. M.Daud, S.Hut., M.Si., IPM.</u> Sekertaris	 (.....)
3. <u>Dr.Hikmah, S.Hut., M.Si.</u> Anggota	 (.....)
4. <u>Muhammad Tahnur S.Hut., M.Hut.</u> Anggota	 (.....)

Tanggal Lulus: 28 Februari 2019

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan lahir maupun batin kepada kita semua, dan atas berkat serta rahmatNya sehingga Penulis bisa menyelesaikan Skripsi ini yang masih jauh dari kesempurnaan.

Skripsi ini ditulis dan disusun dengan baik sebagai salah satu bukti bahwa Penulis mendapatkan banyak pengalaman dan pembelajaran baru, Adapun kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan yang merupakan konsekuensi dari keterbatasan kemampuan pengetahuan dan pengalaman Penulis. Penyusunan Skripsi ini Penulis banyak sekali mengalami hambatan-hambatan, namun berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak sehingga Penulis dapat melaluinya. Oleh karena itu Penulis ingin berterima kasih banyak kepada :

1. Bersyukur kepada Allah SWT yang telah senantiasa memberikan kesehatan dan Rahmat_Nya, Kepada ayah dan ibu tercinta sebagai orang tua yang senantiasa memberikan dukungan serta do'a untuk Penulis dimasa depan.
2. Bapak H. Burhanuddin S.Pi., M.PMM. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Dr. Hikmah S.Hut., M.Si selaku Ketua Prodi Kehutanan Universitas Muhammadiyah Makassar yang memberikan pengaruh positif terhadap perkembangan Skripsi ini.

4. Ibu Dr. Irma Sribianti S.Hut., M.P dan Bapak Ir. M. Daud S.Hut., M.Si., IPM selaku pembimbing 1 dan 2 yang telah banyak meluangkan waktu, dan memberikan arahan bagi penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
5. Ibu Dr. Hikmah S.Hut., M.Si dan Bapak Muhammad Tahnur S.Hut., M.Hut selaku penguji 1 dan 2 yang telah banyak memberikan masukan kepada Penulis dalam perbaikan Skripsi ini.
6. Ibu Husnah Latifah, S.Hut., M.Si. selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan bagi penulis dalam menjalankan studi.
7. Ibu Muthmainnah S.Hut., M.Hut, Bapak Dr. Ir. Hasanuddin S.Hut., M.P., IPM, Bapak Ir. Naufal S.Hut., M.Hut., IPP, dan Bapak Dr. Ir. Sultan S.Hut., M.Hut., IPM yang telah memberikan banyak ilmu selama Penulis menjalankan studi.
8. Bapak Ibu dosen serta staf tata usaha Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar yang banyak memberi masukan dan bantuan dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Teman-teman Mahasiswa Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar angkatan 2014 yang telah banyak memberikan bantuan, kebersamaan, kekompakan, dan kenangan selama menjalankan studi sampai menyelesaikan studi bagi penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
ABSTRAK.....	iii
PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI.....	iv
HAK CIPTA.....	v
MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
HALAMAN KOMISI PENGUJI.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
RIWAYAT HIDUP.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Biomassa.....	4
2.2. Karbon.....	4
2.3. Peranan Hutan Sebagai Penyimpan dan Penyerap Karbon.....	10

2.4. Hutan Mangrove	15
2.5. Pengukuran Biomassa Karbon Tersimpan.....	18
2.6. Emisi Karbon Dioksida.....	21
2.7. Kerangka Pikir	22
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2. Alat dan Bahan.....	23
3.3. Prosedur Penelitian	23
3.4. Definisi Operasional	28
BAB IV KEADAAN UMUM LOKASI	
4.1. Letak dan Luas Wilayah	31
4.2. Topografi.....	32
4.3. Iklim	32
4.4. Jumlah Penduduk.....	32
4.5. Mata Pencaharian.....	33
4.6. Pendidikan.....	33
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Biomassa Atas Tanah.....	34
5.2. Cadangan Karbon Atas Tanah	36
5.3. Pertumbuhan Biomassa Atas Tanah	38
5.4. Serapan Karbon Atas Tanah Tahunan	39
5.5. Serapan CO ₂ Atas Tanah Tahunan.....	41
5.6. Total Perhitungan Biomassa, Pertumbuhan Biomassa, Cadangan Karbon, Serapan Karbon dan Serapan CO ₂	43
BAB VI PENUTUP	
6.1. Kesimpulan	45
6.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Model <i>Allometrik Above Ground Biomass</i>	20
2.	Model <i>Allometrik Below Ground Biomass</i>	20
3.	Topografi di kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar	29
4.	Tingkat Pendidikan di Kelurahan Takalar lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar.....	30
5.	Biomassa Atas Tanah	34
6.	Cadangan Karbon Atas Tanah.....	36
7.	Pertumbuhan Biomassa Atas Tanah	38
8.	Serapan Karbon Atas Tanah.....	40
9.	Serapan Karbon Dioksida Atas Tanah	41
10.	Biomassa Atas Tanah Total, Pertumbuhan Biomassa, Cadangan Karbon, Serapan Karbon Tahunan dan Serapan Karbon Dioksida Tahunan Keseluruhan Hutan Mangrove.....	43

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kerangka Pikir	22
2.	Peta Ukuran Plot Sampling	24
3.	Peta Kabupaten Takalar	31
4.	Biomassa Atas Tanah	35
5.	Cadangan Karbon Atas Tanah	36
6.	Pertumbuhan Biomassa Atas Tanah.....	38
7.	Serapan Karbon Atas tanah Tahunan.....	40
8.	Serapan CO ₂ Tahunan Atas Tanah.....	42
9.	Total	44



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Plot Pohon Rapat.....	50
2.	Plot Pohon Sedang	55
3.	Plot Pohon Kurang Rapat.....	60
4.	Plot Pancang Rapat	65
5.	Plot Pancang Sedang.....	70
6.	Plot Pancang Kurang Rapat	75



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hutan menurut Undang-Undang tentang Kehutanan Nomor 41 tahun 1999 adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Hutan berdasarkan fungsi pokoknya terbagi menjadi hutan lindung, hutan konservasi dan hutan produksi dimana pada masing-masing hutan tersebut mempunyai fungsi pokok yang berbeda seperti hutan lindung sebagai penyangga kehidupan, hutan konservasi untuk pengawetan tumbuhan dan satwa serta hutan produksi untuk memproduksi hasil hutan.

Hutan sangat bermanfaat bagi kehidupan baik secara langsung maupun tidak langsung. Manfaat langsung dari keberadaan hutan adalah kayu dan hasil hutan yang bukan kayu, sedangkan manfaat tidak langsungnya adalah berupa jasa lingkungan, baik sebagai pengatur tata air, fungsi estetika, maupun sebagai penyedia oksigen dan penyerap karbon.

Hutan merupakan penyerap karbon terbesar dan memainkan peranan penting dalam siklus karbon global serta dapat menyimpan karbon sekurang-kurangnya 10 kali lebih besar dibandingkan dengan tipe vegetasi lain. Pengukuran besar penyerapan CO₂ oleh pohon dapat diduga dari biomassa pohon. Kerusakan hutan, perubahan iklim, dan pemanasan global secara tidak langsung menyebabkan manfaat hutan berkurang.

Berdasarkan tingkat penyerapan dan mempertahankan karbonnya, hutan merupakan bagian penting karena areal hutan merupakan penyerap dan penyimpan karbon yang baik, bila dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan lainnya seperti pertanian, perkebunan dan lain-lain. Hal ini dikarenakan hutan alam memiliki tingkat keragaman spesies pohon yang tinggi, salah satu hutan penyerap karbon yang baik adalah hutan mangrove.

Hutan Mangrove merupakan sekelompok jenis tanaman yang tumbuh di sepanjang garis pantai tropis sampai sub-tropis. Hutan ini tumbuh di daerah pasang surut yang tergenang pada saat surut. Salah satu contoh dari hutan ini adalah hutan mangrove yang berada pada Kelurahan Takalar Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar Lama. Keberadaan hutan selain menahan abrasi, tempat pemijahan serta tempat tinggal biota laut, tempat wisata atau rekreasi, hutan mangrove ini juga berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Meskipun demikian, potensi cadangan karbon tersebut belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini tentang Potensi Cadangan Karbon Atas Tanah Jenis Bakau (*Rhizophora stylosa*) di Hutan Mangrove di Kelurahan Takalar Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar Lama perlu dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana potensi biomassa atas tanah, pertumbuhan biomassa, cadangan karbon, serapan karbon tahunan serta serapan karbon dioksida tahunan berdasarkan kerapatan pada Hutan Mangrove Di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar ?

2. Bagaimana total biomassa atas tanah, pertumbuhan biomassa, cadangan karbon, serapan karbon tahunan serta serapan karbon dioksida tahunan pada keseluruhan Hutan Mangrove di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar ?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui potensi biomassa atas tanah, pertumbuhan biomassa, cadangan karbon, serapan karbon tahunan serta serapan karbon dioksida tahunan berdasarkan kerapatan pada Hutan Mangrove Di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar .
2. Bagaimana total biomassa atas tanah, pertumbuhan biomassa, cadangan karbon, serapan karbon tahunan serta serapan karbon dioksida tahunan pada keseluruhan Hutan Mangrove di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini ialah sebagai bahan informasi dan pertimbangan dalam pengelolaan Hutan Mangrove Di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biomassa

Biomassa didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Brown, 1997). Biomassa vegetasi merupakan berat bahan vegetasi hidup yang terdiri dari bagian atas dan bagian bawah permukaan tanah pada suatu waktu tertentu (Hairiah, 2007). Biomassa hutan dapat digunakan untuk menduga potensi serapan karbon yang tersimpan dalam vegetasi hutan karena 47% biomassa tersusun oleh karbon (SNI 7724, 2011). Biomassa disusun oleh senyawa utama karbohidrat yang terdiri dari unsur karbon dioksida, hidrogen, dan oksigen. Biomassa tegakan dipengaruhi oleh umur tegakan hutan, komposisi, dan struktur tegakan, sejarah perkembangan vegetasi. Ketika hutan ditebang atau digunduli, biomassa yang tersimpan di dalam pohon akan membusuk atau terurai dan menghasilkan gas karbon dioksida sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer yang memerangkap panas yang dipancarkan permukaan bumi. Selain itu, beberapa kawasan hutan melindungi sejumlah besar karbon yang tersimpan di bawah tanah (Brown, 1997).

2.2. Karbon

Karbon adalah salah satu unsur yang terdapat dalam bentuk padat maupun cairan di dalam perut bumi, di dalam batang pohon, atau dalam bentuk gas di udara (atmosfer). Hairiah dan Rahayu (2007) menjelaskan bahwa karbon yang terdapat di atas permukaan tanah terdiri atas biomassa pohon, biomassa

tumbuhan bawah (semak belukar, tumbuhan menjalar, rumput-rumputan atau gulma), nekromasa (batang pohon mati) dan serasah (bagian tanaman yang telah gugur dan ranting yang terletak diatas permukaan tanah). Dalam siklus karbon, vegetasi melalui fotosintesis merubah CO₂ dari udara dan air yang menghasilkan karbohidrat dan oksigen. Karbohidrat yang terbentuk disimpan oleh vegetasi dan sebagian oksigen dilepaskan ke atmosfer (Fardiaz 1995). Menurut Whitmore (1985) umumnya karbon menyusun 45 – 50% berat kering dari biomassa.

Karbon di udara mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses fotosintesis. Tumbuhan memerlukan sinar matahari, gas asam arang (CO₂) yang diserap dari udara serta air dan hara yang diserap dari dalam tanah untuk kelangsungan hidupnya. Melalui proses Fotosintesis, CO₂ diserap oleh tanaman dan diubah menjadi karbohidrat, kemudian disebarkan ke seluruh tubuh tanaman dan akhirnya ditimbun dalam tubuh tanaman berupa daun, batang, ranting, bunga dan buah. Proses penimbunan karbon dalam tubuh tanaman hidup dinamakan proses sekuestrasi (*C-sequestration*). Dengan demikian mengukur jumlah karbon dalam tubuh tanaman hidup (biomassa) pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO₂ di atmosfer yang diserap tanaman (Hairah dan Rahayu, 2007)

Menurut Hairiah. (2007), dalam tegakan hutan karbon terdapat pada :

- a. pohon dan akar (Tr), yaitu pada biomassa hidup baik yang terdapat di atas permukaan tanah atau di bawah permukaan dari berbagai jenis pohon

- b. Vegetasi lain (OV), yaitu pada vegetasi bukan pohon (semak, belukar, herba, dan rerumputan).
- c. Sampah hutan, yaitu pada biomassa mati di atas lantai hutan, termasuk sisa pemanenan.
- d. Tanah (S), yaitu pada karbon tersimpan dalam bahan organik (humus) maupun dalam bentuk mineral karbon. Karbon dalam tanah mungkin mengalami peningkatan atau penurunan tergantung pada kondisi tempat sebelumnya dan kondisi pengolahan.

Tumbuhan akan mengurangi karbondioksida di atmosfer (CO_2) diserap melalui proses fotosintesis dan tumbuhan akan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut tersikluskan kembali ke atmosfer, karbon tersebut akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Semua komponen penyusun vegetasi baik pohon, semak, liana dan epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Dibawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga merupakan penyimpan karbon selain tanah itu sendiri. Pada tanah gambut, jumlah simpanan karbon mungkin lebih besar dibandingkan dengan simpanan karbon yang ada di atas permukaan (Sutaryo, 2009). Karbon juga masih tersimpan pada bahan organik mati dan produk-produk berbasis biomassa seperti produk kayu baik ketika masih dipergunakan maupun sudah berada di tempat penimbunan.

Karbon (C) dalam siklus karbon, vegetasi melalui fotosintesis merubah CO_2 dari udara dan air menghasilkan karbohidrat dan oksigen. Karbohidrat yang terbentuk disimpan oleh vegetasi dan sebagian oksigen dilepaskan ke atmosfer

(Fardiaz 1995). Menurut *Whitmore* (1984) umumnya karbon menyusun 45–50% berat kering dari biomassa.

Dalam tegakan hutan, karbon terdapat dalam :

- a. Pepohonan dan akar (TR), biomassa hidup, baik yang terdapat di atas permukaan atau di bawah permukaan dari berbagai jenis pohon, termasuk batang, daun dan cabang, serta akar.
- b. Vegetasi lain (OV), vegetasi bukan pohon (semak, belukar, herba, dan rerumputan).
- c. Sampah hutan (L), biomassa mati di atas lantai hutan, termasuk sisa pemanenan.
- d. Tanah (S), karbon tersimpan dalam bahan organik (humus) maupun dalam bentuk mineral karbonat. Karbon dalam tanah mungkin mengalami peningkatan atau penurunan tergantung pada kondisi tempat sebelumnya dan sekarang serta kondisi pengolahan.

Dalam inventarisasi karbon hutan, karbon pool (kantong karbon) yang diperhitungkan setidaknya ada 4 kantong karbon. Kantong karbon adalah wadah dengan kapasitas untuk menyimpan karbon dan melepaskannya. Keempat kantong karbon tersebut adalah biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan, bahan organik mati dan karbon organik tanah (Sutaryo, 2009), sedangkan pengertian dari masing 4 kantong karbon adalah sebagai berikut:

- a. Biomassa atas permukaan tanah adalah semua material hidup di atas permukaan tanah. Termasuk bagian dari kantong karbon di permukaan tanah ini adalah

pada batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji, dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon maupun dari strata tumbuhan bawah di lantai hutan.

- b. Biomassa bawah permukaan tanah adalah semua biomassa dari akar tumbuhan yang hidup. Pengertian akar ini berlaku hingga ukuran diameter tertentu yang ditetapkan. Hal ini dilakukan sebab akar tumbuhan dengan diameter yang lebih kecil dari ketentuan cenderung sulit untuk dibedakan dengan bahan organik tanah dan serasah.
- c. Bahan organik mati meliputi kayu mati dan serasah. Serasah dinyatakan sebagai semua bahan organik mati dengan berbagai tingkat dekomposisi yang terletak di permukaan tanah. Kayu mati, akar mati, dan tunggul dengan diameter lebih besar dari diameter yang telah ditetapkan adalah semua bahan organik mati yang tidak tercakup dalam serasah baik yang masih tegak maupun yang roboh di tanah.
- d. Karbon organik tanah mencakup karbon pada tanah mineral dan tanah organik termasuk gambut.

Mekanisme tanaman dalam menyerap karbon melalui fotosintesis. Fotosintesis adalah proses penyusunan energi menggunakan cahaya pada organisme yang memiliki kloroplas. Fotosintesis merupakan proses kimia yang paling penting di bumi ini. Kebanyakan tanaman melakukan fotosintesis pada daunnya. Proses fotosintesis diawali dengan reaksi terang pada reaksi terang energi matahari di convert ke chemical energi dan diproduksi oksigen.

Lalu tahap yang kedua adalah siklus calvin yang membuat molekul gula dari karbon yang membutuhkan energi ATP yang didapat dari proses respirasi. Siklus ini juga membawa hasil produksi dari reaksi terang.

Pada ekosistem dengan komunitas tumbuhannya sempurna dan keanekaragaman spesies tumbuhannya tinggi, maka produksi karbon dioksida baik oleh aktivitas organisme pengurai, proses respirasi, maupun penggunaan bahan bakar fosil akan diimbangi dengan proses pengikatan/ fiksasi karbon dioksida oleh tumbuh-tumbuhan. Hal demikian menyebabkan ekosistem hutan hujan tropis memiliki kemampuan yang lebih besar dalam mereduksi pencemaran udara khususnya yang disebabkan gas karbon di udara.

Telah diketahui bahwa meningkatnya kandungan karbon dioksida di udara akan menyebabkan kenaikan suhu bumi yang terjadi karena efek rumah kaca, panas yang dilepaskan dari bumi diserap oleh karbon dioksida di udara dan dipancarkan kembali ke permukaan bumi, sehingga proses tersebut akan memanaskan bumi. Oleh karena itu, keberadaan ekosistem hutan memiliki peranan penting dalam mengurangi gas karbon dioksida yang ada di udara melalui pemanfaatan gas karbon dioksida dalam proses fotosintesis oleh komunitas tumbuhan hutan (Indriyanto, 2006).

Pada umumnya unsur karbon menyusun 45-50% bahan kering (biomassa) dari tanaman. Sejak jumlah CO₂ meningkat secara drastis di atmosfer sebagai masalah lingkungan global, berbagai pakar ekologi tertarik untuk menghitung Jumlah karbon yang tersimpan di hutan. Kegiatan deforestasi menghasilkan emisi

tahunan yang tinggi dan memberikan kontribusi yang besar terhadap efek rumah kaca. Emisi gas terbesar yang dihasilkan kegiatan deforestasi adalah CO₂.

Karbon tersimpan dalam bahan yang sudah mati seperti serasah, batang pohon yang jatuh ke permukaan tanah, dan sebagai material sukar lapuk di dalam tanah (Whitmore, 1985).

Hutan, tanah, laut, dan atmosfer semuanya menyimpan karbon yang berpindah secara dinamis di antara tempat-tempat penyimpanan tersebut sepanjang waktu. Tempat penyimpanan ini disebut dengan kantong karbon aktif (*active carbon pool*). Penggundulan hutan akan mengubah kesetimbangan karbon dengan meningkatkan jumlah karbon yang berada di atmosfer dan mengurangi karbon yang tersimpan di hutan, tetapi hal ini tidak menambah jumlah keseluruhan karbon yang berinteraksi dengan atmosfer (Sutaryo, 2009).

Tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer melalui proses fotosintesis dengan menyerap CO₂ dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut tersiklus kembali ke atmosfer, karbon tersebut akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Penyusun vegetasi baik pohon, semak, liana, dan epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Akar tumbuhan di bawah permukaan tanah juga merupakan penyimpan karbon selain tanah itu sendiri (Sutaryo, 2009 dalam Roesyane, 2010).

2.3. Peranan Hutan Sebagai Penyimpan dan Penyerap Karbon

Hutan merupakan masyarakat tumbuhan yang dianggap paling besar sampai saat ini. Adanya kemampuan alami tumbuhan untuk menyerap karbondioksida

melalui proses fotosintesis menyebabkan hutan memiliki peran yang sangat vital dalam menyerap karbondioksida pada skala jumlah yang besar.

Hal ini terjadi karena di dalam hutan terjadi proses akumulasi penyerapan CO₂ secara kolektif oleh tumbuhan. Dengan adanya kemampuan tersebut hutan memiliki peran penting untuk menjaga kestabilan konsentrasi CO₂ di atmosfer. Hal ini berarti hutan mampu menjaga kondisi iklim bumi ada pada level yang nyaman bagi kehidupan. Dengan demikian maka adanya luasan hutan yang terjaga akan mampu mencegah berbagai kerusakan alam yang sering dihubungkan dengan fenomena *green house effect* dan *climate change*. Beberapa fenomena tersebut antara lain penurunan luasan daratan dan kepunahan beberapa pulau, tidak teraturnya pola musim, semakin tingginya frekuensi serta intensitas badai El Nino, menurunnya *biodiversity*, meningkatnya jumlah dan intensitas penularan penyakit, rawan pangan akibat kekeringan dan gagal panen, dan lainnya.

Dengan peranan tersebut selayaknya hutan dijaga kelestariannya. Akan tetapi, kenyataannya keberadaan hutan semakin terancam akibat tingginya laju degradasi. Studi kasus di Indonesia berdasarkan laporan Baplan (2003) dalam Ditjen RI.PS (2004) laju degradasi di Indonesia ada pada kisaran 1,6 – 2,5 juta ha/tahun. Kenyataan ini menyebabkan jumlah CO₂ yang diserap hutan Indonesia akan terus menurun FWI (2001) dalam *meiviana et al.* (2004) melaporkan dalam kurun waktu empat tahun dari tahun 1990 sampai tahun 1994 telah terjadi penurunan serapan CO₂ oleh hutan di Indonesia sebesar 1.096 Mton CO₂.

Mengingat pentingnya peran hutan sebagai penyerap CO₂, selain tetap menjaga kelestarian hutan yang ada juga diperlukan untuk meningkatkan kembali serapan CO₂, oleh hutan sehingga konsentrasi CO₂ di atmosfer dapat kembali stabil. Hal ini berarti pengaruh negative dari efek rumah kaca dan perubahan iklim global dapat dikurangi.

Sesuai kesepakatan pada CoP ke-3 Tahun 1997 yang dikenal dengan Kepakatan Protokol Kyoto, mekanisme penurunan emisi di antaranya melalui kegiatan *Clean Development Mechanism* (CDM). Negara emitter yang terdiri dari negara-negara dengan industri yang maju dalam periode Tahun 2008 sampai 2012 ditargetkan menurunkan emisi equivalen karbon dioksida (CO₂) minimal sebesar lima persen dari kuota emisi Tahun 1990 sebesar 13,73 Gt. Negara emitter mempunyai kewajiban untuk melakukan investasi di negara berkembang pada berbagai sektor untuk melakukan penurunan emisi. Negara emitter tetap melakukan kegiatan industri walaupun sepenuhnya tidak dapat melakukan mitigasi karbon di negara sendiri, tetapi dapat melakukan kegiatan penurunan emisi di negara yang sedang berkembang dengan kompensasi dalam bentuk *Certified Emission Reduction* atau CER (Murdiyarsa, 2005).

Melalui berbagai pertemuan internasional, negara-negara di dunia mulai menyusun upaya-upaya mitigasi yang dapat dilakukan dalam mengatasi permasalahan terkait perubahan iklim. Melalui kesepakatan bertajuk *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), negara-negara di dunia setiap tahunnya melakukan pertemuan untuk membahas isu terkini tentang perubahan iklim dalam bentuk pertemuan yang dinamakan

Conference of Parties (COP). Indonesia sebagai salah satu negara yang telah meratifikasi UNFCCC, pernah menjadi tuan rumah pertemuan COP-13 di Nusa Dua Bali Tahun 2007 dimana didalamnya membahas dengan serius salah satu upaya mitigasi yang dapat dilakukan yaitu konsep *Reducing Emissions From Deforestation and Forest Degradation (REDD)*. Konsep REDD ini pertama kali dibahas dalam pertemuan COP-11 di Montreal tahun 2005 (Daud, 2014).

REDD merupakan satu mekanisme internasional yang dimaksudkan untuk memberikan insentif yang bersifat positif bagi negara berkembang yang berhasil mengurangi emisi dari deforestasi dan degradasi hutan (Masripatin, 2007). Saat ini REDD, berkembang menjadi mekanisme penurunan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan, peran konservasi, pengelolaan hutan secara berkelanjutan, dan peningkatan cadangan karbon hutan, yang umum di sebut REDD+. REDD+ merupakan pengembangan dari konsep sebelumnya. Tidak hanya sekedar mengurangi deforestasi dan degradasi hutan, REDD+ juga mempertimbangkan peningkatan penyerapan dan penyimpanan karbon hutan serta pengelolaan hutan secara lestari (*sustainable forest management*) yang mencakup kelestarian produksi, ekologi, dan sosial budaya setempat dan penilaiannya (Kementrian Kehutanan, 2010).

Penyerapan karbon dalam menurunkan emisi harus nyata, terukur, berjangka panjang dan bersifat permanen, tidak menimbulkan kebocoran (leakage) dan emisi baru. Tambahan karbon (carbon additionality) dihitung dibandingkan dari kegiatan sebelumnya 4 business as usual atau BAU). Besarnya tambahan karbon dihitung dengan memperhatikan karbon yang

tersedia sebelumnya (*baseline*) dengan memperkecil pelepasan karbon dari kebocoran (*leakage*) dan munculnya emisi baru, dengan kepermanenan pada jangka waktu tertentu.

Karbon menyusun 45-50 % berat kering dari pertumbuhan pohon. Sejak reaksi karbondioksida meningkat secara global di atmosfer akibat pembakaran bahan bakar fosil (minyak, gas, dan batubara) sehingga diketahui sebagai masalah lingkungan, para ekolog tertarik untuk menghitung jumlah karbon yang tersimpan di hutan. Hutan tropika mengandung biomassa dalam jumlah besar dan oleh karenanya hutan tropika mampu menyerap karbon dalam jumlah yang besar pula. Selain pada pohon hidup, karbon tersimpan pula dalam bahan yang sudah mati seperti serasah, batang pohon yang jatuh ke permukaan tanah, dan sebagai material sukar lapuk di dalam tanah (Whitmore, 1985 dalam Handoko 2007).

Sumber emisi terbesar di Indonesia berasal dari dunia kehutanan, terutama deforestasi dan perubahan tata guna lahan. Perubahan tata guna lahan yang mempengaruhi iklim global diperlihatkan oleh adanya perubahan lahan yang cukup berpengaruh terhadap penyerapan dan pantulan radiasi matahari dan kemampuan diekosistem terestrial untuk mengaku mulasikan unsur tersebut di dalam biomassa diatas tanah, yang mencakup serasah dan tumbuhan bawah dan biomassa di dalam tanah.

Karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogen dioksida (N_2O), hidrofluorokarbon (HFCs), perfluorokarbon (PFCs) dan sulfur hexafluoride

(SF₆) mempunyai efek rumah kaca yaitu mengurangi jumlah radiasi gelombang panjang yang datang dari bumi dan menyebabkan suhu bumi meningkat. Mekanisme perubahan kandungan CO₂ di atmosfer memicu perubahan suhu global.

2.4. Hutan Mangrove

Hutan mangrove merupakan suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di daerah relindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pada saat surut yang komunitas tumbuhan bertoleransi terhadap garam. Hutan mangrove sering disebut juga hutan pasang surut, hutan payau atau hutan bakau. Istilah bakau sebenarnya hanya merupakan nama dari salah satu jenis tumbuhan yang menyusun hutan mangrove yaitu *Rhizophora* sp. (Kusmana, 1995).

Hutan mangrove adalah kelompok jenis tumbuhan yang tumbuh di sepanjang garis pantai tropis sampai sub-tropis yang memiliki fungsi istimewa di suatu lingkungan yang mengandung garam dan bentuk lahan berupa pantai dengan reaksi tanah anaerob. Secara ringkas hutan mangrove dapat didefinisikan sebagai suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pasang dan bebas dari genangan pada saat surut yang komunitas tumbuhnya bertoleransi terhadap garam (Santoso *et al.* dalam Irmayeni, 2010).

Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang,

kadar garam yang tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil. Dengan kondisi lingkungan seperti itu, beberapa jenis mangrove mengembangkan mekanisme yang memungkinkan secara aktif mengeluarkan garam dari jaringan, sementara yang lainnya mengembangkan sistem akar napas untuk membantu memperoleh oksigen bagi sistem perakarannya.

Hutan mangrove memiliki banyak jenis. Sekilas tampak sama saja apabila di perhatikan. Namun dibalik itu semua ada jenis-jenis tertentu yang dimiliki oleh hutan mangrove ini. Berikut beberapa jenis dari hutan Mangrove.

a. Rhizophoraceae

Bakau adalah sekelompok tumbuhan dari marga *Rhizophora*. Tumbuhan ini memiliki ciri-ciri yang menyolok berupa akar tunjang yang besar dan berkayu, pucuk yang tertutup daun penumpu yang meruncing, serta buah yang berkecambah serta berakar ketika masih di pohon (*vivipar*). Selain sebagai penyerap karbon, pohon bakau memiliki banyak kegunaan lain yaitu sebagai bahan bangunan, kayu bakar, dan terutama sebagai bahan pembuat arang. Kulit kayu menghasilkan tenin yang digunakan sebagai bahan penyamak.

Satu lagi kegunaan pohon bakau adalah untuk bahan kertas, kayu bakau bisa dicincang dengan mesing potong menghasilkan serpihan kayu/wood chips. Menurut berita, jenis kertas yang dibuat dari kayu bakau adalah termasuk kertas kualitas tinggi. Kegunaan dari hutan bakau yang paling besar adalah sebagai penyeimbang ekologis dan sumber (langsung atau tidak

langsung) pendapatan masyarakat pesisir. Pohon bakau terdiri atas beberapa keluarga. Adapun beberapa keluarga dari pohon bakau antara lain adalah:

- Bakau / *Stilted Mangrove* (Rhizophoraceae)
- Tancang / *Orange Mangrove* (Bruguiera)
- Tangere / *Yellow Mangrove* (Ceriops)

Itulah beberapa keluarga dari pohon bakau. Biasanya keluarga bakau ini kita temukan dalam satu atau beberapa wilayah. Pohon bakau bermanfaat untuk dapat menghalau ombak yang akan menyebabkan abrasi di pantai.

b. Sonneratiaceae (Perepat atau Gogem)

Jenis hutan mangrove kedua yang bisa kita temui adalah jenis *Sonneratiaceae*. Jenis *Sonneratiaceae* ini hanya ada satu macam yaitu *Sonneratia* atau yang biasa disebut dengan Mangrove Apple dan memiliki nama daerah antara lain pedada, perepat, pidada, bogem, bidada, posi-posi, wahat, putih, berepak, bangka, susup, kedada, mutu, pupat dan mange-mange. Pohon ini dapat hidup di area yang terendam air hanya 10 hingga 19 kali saja dalam satu bulan. Sehingga dapat kita katakan bahwa habitat dari pohon ini bukanlah di area yang selalu besar atau terendam air. Terkadang kita akan menjumpai akar tanaman-tanaman ini selalu mencuat ke atas (di atas permukaan tanah) ketika wilayah habitatnya tidak terendam oleh air.

c. Avicenniaceae (Pohon api-api)

Jenis mangrove yang selanjutnya adalah *Avicenniaceae* atau yang dikenal dengan sebutan pohon api-api. Pohon api-api merupakan salah satu jenis pohon Mangrove. Pohon api-api ini memiliki kesamaan karakteristik dengan

pohon di atas yaitu Mangrove Applae. Pohon api-api memiliki satu jenis saja yaitu *Avicennia* yang terdiri atas *white* atau *grey* mangrove. Pohon Mangrove Api-api ini juga memiliki habitat yang sama dengan Pohon Mangrove Apple, yaitu di area yang terendam air sebanyak 10 hingga 19 kali per bulan. Jenis pohon api-api ini paling banyak tumbuh dan kita temukan di daerah yang paling dekat dengan laut, media tumbuh pohon ini adalah tanah yang agar berpasir.

d. Famili Meliaceae (Nyirih)

Jenis hutan mangrove yang keempat adalah hutan mangrove yang ditumbuhi oleh *Famili Meliaceae* atau tanaman Nyirih. Tanaman ini merupakan salah satu jenis mangrove yang terbagi atas dua jenis lagi yaitu *Xylocarpus* dan *Hibiscus spp.* Jenis *Xylocarpus* ini berasal dari Keluarga *Nypa spp* dan dapat kita jumpai di daerah-daerah tertentu, yaitu di daerah yang masih dipengaruhi oleh pasang-surut air laut. Sementara *Hibiscus spp* merupakan jenis mangrove yang paling sering dan paling banyak kita jumpai di area-area yang terendam air secara musiman, karena tanaman ini mendominasi area tersebut. Itulah beberapa jenis dari hutan mangrove atau hutan bakau yang biasa ditanam atau kita temui di sekitar pantai. Jenis-jenis dari hutan mangrove tersebut di bedakan menurut dari berbagai jenis hutan mangrove tersebut kita bisa melihat bahwa semua jenis hutan mangrove memiliki fungsi pokok yang sama yaitu melindungi pantai dari abrasi.

2.5. Pengukuran Biomassa dan Karbon Tersimpan

Menurut Brown (1997) besarnya karbon tersimpan mencapai 50% dari nilai biomasanya. Ditegaskan juga oleh Sutaryo (2009) yang menyatakan bahwa dari keseluruhan karbon hutan, sekitar 50% diantaranya tersimpan dalam vegetasi hutan. Hal ini menunjukkan pentingnya mengetahui nilai biomassa dalam menentukan besaran pendugaan cadangan karbon pada suatu kawasan hutan. Untuk mengukur besarnya biomassa tersimpan di atas permukaan tanah dapat menggunakan persamaan allometrik ataupun dengan cara destruktif. Persamaan allometrik didefinisikan sebagai suatu studi dari suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organisme. Dalam studi biomassa hutan/pohon persamaan allometrik digunakan untuk mengetahui hubungan antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat (kering) pohon secara keseluruhan (Sutaryo, 2009).

Keunggulan menggunakan persamaan allometrik diantaranya dapat mempersingkat waktu pengambilan data di lapangan, tidak membutuhkan banyak sumber daya manusia (SDM), mengurangi biaya dan mengurangi kerusakan pohon (Tresnawan dan Rosalina, 2002).

Penentuan biomassa mangrove menggunakan model allometrik untuk setiap jenisnya. Biomassa digunakan untuk penelitian saat ini yaitu, above ground biomass (Rusolono et al, 2015).

Penentuan biomassa mangrove menggunakan model allometrik untuk setiap jenisnya. Biomassa terbagi menjadi 2 bagian, yaitu above ground biomass dan below ground biomass (Rusolono et al, 2015).

Untuk lebih jelasnya, model allometrik biomassa disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Model *allometrik above ground biomass* Beberapa Jenis Mangrove

No.	Jenis spesies	Model <i>allometrik</i>	Sumber
1.	<i>Avicennia alba</i>	$B = 0,079211 * D^{2,470895}$	Tue <i>et al.</i> , 2014
2.	<i>A. marina</i>	$B = 0.1848 * D^{2.3524}$	Dharmawan dan siregar, 2008
3.	<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0,043 * D^{2,63}$	Amira, 2008
4.	<i>R. mucronata</i>	$B = 0,1466 * D^{2,3136}$	Dharmawan, 2013
5.	<i>Sonneratia alba</i>	$B = 0.3841 \rho D^{2.101}$	Kauffman dan Cole, 2010
6.	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	$B = \rho * 0.0754 * D^{2.505}$	Kuffman <i>et al.</i> , 2012
7.	<i>Ceriops tagal</i>	$B = 0.251 * \rho * D^{2.46}$	Komiyama <i>et al.</i> , 2005
8.	<i>Xylocarpus granatum</i>	$B = 0.1832 * D^{2.21}$	Tarlan, 2008

Keterangan: B = Biomassa (kg); D= Diameter at breast height (cm); ρ = wood density (gr/cm²)

Tabel 2. Model *allometrik below ground biomass* Beberapa Jenis Mangrove

No.	Jenis Species	Model Allometrik	Sumber
1.	<i>Avicennia marina</i>	$B = 1,28 * D^{1,17}$	Komiyama <i>et al.</i> , 2008
2.	<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0,00698 * D^{2,15}$	Ong <i>et al.</i> , 2004
3.	<i>Xylocarpus granatum</i>	$B = 0.145 * D^{2.55}$	Komiyama <i>et al.</i> , 2008
4.	<i>Common aquation</i>	$B = 0,199 \rho^{0,899} D^{2,22}$	Komiyama <i>et al.</i> , 2005

Keterangan: B = Biomassa (kg); D= Diameter at breast height (cm); ρ = wood density (gr/cm²)

Untuk mendapatkan nilai karbon tersimpan pada masing-masing jenis mangrove, maka nilai biomassa yang didapatkan dari rumus allometrik dikalikan dengan konsentrasi karbon organik pada masing-masing jenis pohon tersebut berdasarkan persamaan Estimasi Cadangan Karbon Komiyama *et al.*, (2008) berikut :

$$C_{top} = 50\% \times W_{top}$$

Keterangan :

C_{top} = Cadangan karbon pada bagian atas permukaan tanah (ton C/ha)

W_{top} = Biomassa tanaman pada bagian atas permukaan tanah (ton/ha)

Berdasarkan BSN (2009), penghitungan karbon dari biomassa dilakukan berdasarkan SNI 7724 (2011) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_b = B \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan :

C_b : kandungan karbon dari biomassa, dinyatakan dalam kilogram (kg)

B : total biomassa dinyatakan dalam kilogram (kg)

$\% C \text{ organik}$: nilai presentase kandungan karbon, sebesar 0,47 atau menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran karbon (SNI 7724, 2011).

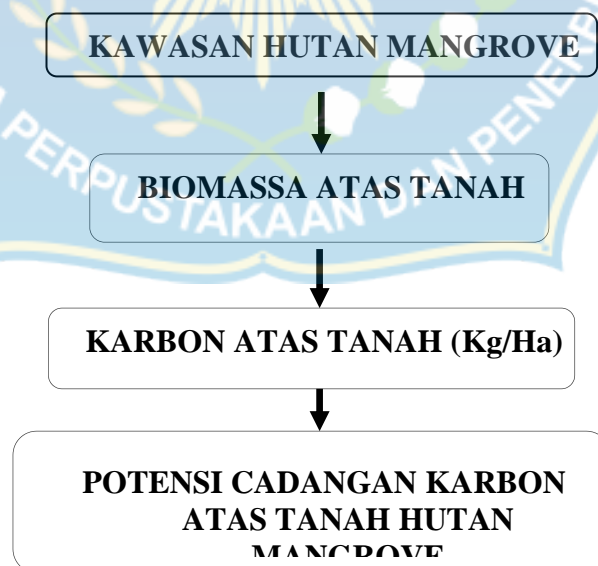
2.6. Emisi Karbon Dioksida

Karbon dioksida merupakan gas-gas yang terdapat di atmosfer, dihasilkan sebagai produk sampingan dari pembakaran, seperti bahan bakar fosil dan biomassa yang membusuk atau terbakar. Karbon dioksida juga dapat dilepaskan ketika terjadi kegiatan alih guna dan kegiatan industri (Hairiah, 2007).

Kontribusi emisi karbon dioksida terhadap efek rumah kaca sebesar 48%, yang diikuti oleh sumber emisi-emisi lainnya seperti freon 26%, ozon 10%, metan 8%, dinitrogen oksida 6%, dan gas lainnya 2%. IPCC (2001) juga melaporkan bahwa kontribusi karbon dioksida terhadap pemanasan global sebesar 60% metan 20% dan nitro oksida 6%. Sejak tahun 1980, konsentrasi karbon dioksida di atmosfer diperkirakan sebesar 267 ppm.

2.7. Kerangka Pikir

Berdasarkan uraian gambaran, kerangka pikir menjelaskan bahwa hutan mangrove menyerap karbondioksida sehingga dilakukan penelitian terkait nilai karbon hutan mangrove kecamatan mappakasunggu kabupaten takalar. Penelitian ini dimulai dengan mengukur diameter dan tinggi pohon, selanjutnya menghitung biomassa pohon serta karbon yang tersimpan sehingga nantinya akan didapatkan nilai karbon mangrove.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan selama kurang lebih dua bulan yang bertempat di Hutan Mangrove Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan di lapangan dalam penelitian ini adalah :

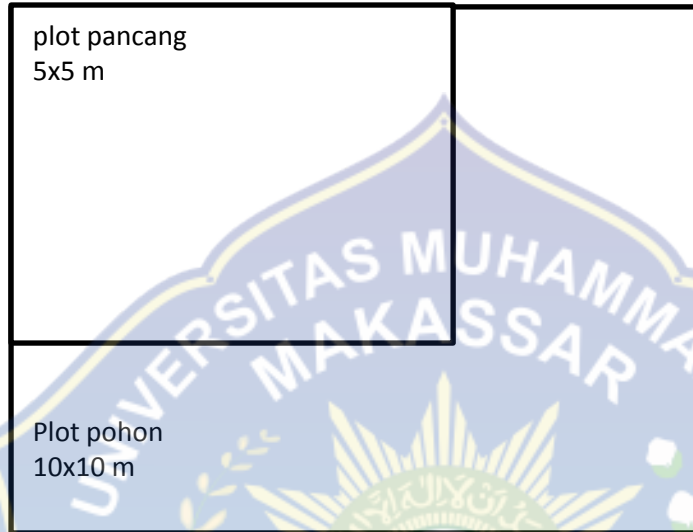
1. Roll meter
2. Tali rafia
3. Alat tulis menulis
4. Kamera
5. Tally Sheet

3.3. Prosedur Penelitian

a. Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik sampling. Metode sampling yang digunakan adalah purposive sampling, yang didasarkan pada keberadaan hutan mangrove mengikuti garis pantai (intensitas sampling 0,05) Jumlah plot yang dibuat adalah masing-masing 15 plot (5 plot pada tegakan yang rapat, 5 plot pada tegakan yang sedang, dan 5 plot pada tegakan yang kurang rapat). Hal ini didasarkan atas pertimbangan bahwa kondisi vegetasi relatif seragam, sehingga jumlah plot yang diambil sudah mewakili jumlah populasi (30ha). Ukuran plot yang dibuat adalah 10 m x 10 m untuk pengukuran pohon ($dbh \geq 10$ cm, $tinggi \geq 1,5$ m), didalam plot tersebut dibuat

sub plot untuk pengukuran pancang dengan ukuran 5 m x 5 m (dbh < 10 cm, tinggi $\geq 1,5$ m). Bentuk plot untuk pengambilan sampel pada masing-masing tingkatan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Ukuran Plot Sampling Mangrove

b. Teknik Pengambilan Data

Metode Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Pengumpulan data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung di lapangan dengan menggunakan metode survey.
2. Pengumpulan data sekunder yang berkaitan dengan persamaan allometrik, luas lokasi penelitian, peta lokasi penelitian, dan curah hujan berupa laporan dan publikasi ilmiah dari berbagai instansi atau lembaga yang berkaitan dengan penelitian ini.

Pengambilan data primer dilakukan secara non destruktif. Pengukuran biomassa dilakukan berdasarkan persamaan allometrik.

c. Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dan analisis kuantitatif dengan menggunakan persamaan matematis dari beberapa persamaan allometrik penelitian-penelitian sebelumnya. Data yang diperoleh kemudian ditabulasikan dalam bentuk tabulasi sederhana.

1. Perhitungan Biomassa Atas Tanah

Untuk menghitung biomassa pohon maka dibutuhkan data diameter, nama jenis, umur dan luas lokasi penelitian, dengan prosedur sebagai berikut :

- a. Membuat 15 plot berukuran 10 m x 10 m untuk pengukuran pohon (dbh \geq 10 cm, tinggi \geq 1,5 m), di dalam plot tersebut dibuat sub plot untuk pengukuran pancang dengan ukuran 5 m x 5 m (dbh < 10 cm, tinggi \geq 1,5 m).
- b. Mencatat nama setiap pohon dan mengukur diameter batang setinggi dada yaitu dengan mengukur keliling batang (dbh= 20 cm dari permukaan tanah) dan mencatat dalam tally sheet.

Biomassa pohon dihitung dengan menggunakan Rumus Nilai Koefisien allometrik (a dan b) untuk penghitungan biomassa bagian atas berdasarkan spesies pohon dengan menggunakan rumus perhitungan $Y = a \cdot D^b$

yang telah banyak digunakan oleh peneliti-peneliti sebelumnya yang pengukurannya diawali dengan menebang dan menimbang pohon (Kitredge, 1994).

Keterangan :

Y : kandungan biomassa

D : diameter pohon setinggi dada

a,b : konstanta

Jika pada lokasi penelitian terdapat jenis pohon yang belum ada persamaan allometriknya maka allometrik yang dipakai adalah allometrik standar untuk daerah tropis di Indonesia.

Dimana pada penelitian ini adalah Jenis Spesies *Rhizophora apiculata*, dan perhitungan Biomassa pada Model *Allometrik Above Ground Biomass* yang digunakan adalah Rumus $B = 0,043 \cdot D^{2,63}$

Keterangan: B = Biomassa (kg); D= *Diameter at breast height* (cm);

2. Perhitungan Cadangan Karbon Atas Tanah

a. Penghitungan Cadangan Karbon Atas Tanah

Penghitungan karbon atas tanah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Cb = B \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan :

Cb : kandungan karbon dari biomassa, dinyatakan dalam kilogram (kg)

B : total biomassa dinyatakan dalam kilogram (kg)

% C organik: nilai presentase kandungan karbon, sebesar 0,47 atau menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran karbon (SNI 7724, 2011).

b. Penghitungan Cadangan Total Karbon Atas Tanah

Penghitungan cadangan karbon atas tanah dalam plot pengukuran menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_{total} = \frac{\sum C_{plot}}{\sum L_{plot}}$$

Keterangan:

C_{total} : kandungan karbon per hektar, dinyatakan dalam ton per hektar (ton/ha).

$\sum C_{plot}$: total kandungan karbon pada keseluruhan plot dinyatakan dalam ton

$\sum L_{plot}$: Luas keseluruhan plot dinyatakan dalam hektar (ha).

3. Pertumbuhan Biomassa

Rumus untuk mencari pertumbuhan biomassa adalah :

Pertumbuhan biomassa = biomassa/umur

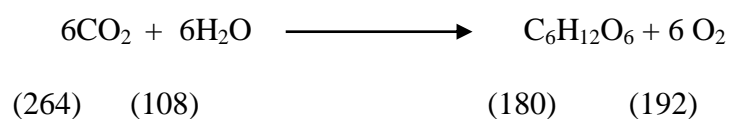
4. Serapan Karbon

Rumus untuk mencari serapan karbon adalah :

Serapan karbon = pertumbuhan biomassa x 0,47

5. Serapan Karbon Dioksida (CO₂)

Serapan Karbon dioksida dihitung berdasarkan perbandingan massa dari persamaan reaksi fotosintesis:



Berdasarkan persamaan reaksi fotosintesis di atas, maka untuk menghasilkan 180 gram biomassa ($C_6H_{12}O_6$), maka diperlukan sekitar 264 gram CO_2 , oleh karena itu serapan CO_2 dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Serapan } CO_2 = (264/180) \times \text{Biomassa} = 1,4667 \times \text{Biomassa}$$

(Baharuddin, *et.al.*, 2014).

4.4. Definisi Operasional

Definisi Operasional Biomassa Carbon Energi

1. Alometrik (persamaan); Suatu fungsi atau persamaan matematika yang menunjukkan hubungan antara bagian tertentu dari makhluk hidup dengan bagian lain atau fungsi tertentu dari makhluk hidup tersebut. Persamaan tersebut digunakan untuk menduga parameter tertentu dengan menggunakan parameter lainnya yang lebih mudah diukur
2. Biomassa: Total berat / massa atau volume keseluruhan materi yang berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik dalam area atau volume tertentu
3. Carbon Dioxide (CO_2): Karbon dioksida, salah satu dari gas rumah kaca (GRK) yang utama dan dijadikan referensi GRK yang lain dalam menentukan Indeks GWPnya =1. GRK ini banyak dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, biomassa dan alih fungsi lahan
4. Carbon Dioxide Equivalent (CO_2e): Unit universal pengukuran yang digunakan untuk mengindikasikan potensi pemanasan global dari masing-masing enam gas rumah kaca, Karbon dioksida – gas yang terjadi secara alamiah yang merupakan hasil sampingan pembakaran bahan bakar fosil dan

biomassa, perubahan penggunaan lahan, dan proses industri lainnya – merupakan gas referensi bagi pengukuran gas-gas lainnya

5. Carbon Stock: Jumlah karbon dalam suatu pool.
6. Hutan hak adalah hutan yang berada pada tanah yang dibebani hak atas dengan luas minimal 0.25 ha dan menutupi tajuk didominasi oleh tanaman perkebunan, dan atau tanaman tahunan pertama minimal 500 batang
7. Karbon: unsur kimia yang dengan simbol C dan nomor atom 6
8. Oksigen adalah salah satu komponen gas dan unsur vital dalam proses metabolisme dengan rumus kimia O_2 yang diperlukan sel untuk mengubah glukosa menjadi energi yang dibutuhkan untuk melakukan berbagai aktivitas, seperti aktivitas fisik, penyerapan makanan, membangun kekebalan tubuh, pemulihan kondisi tubuh, juga penghancuran beberapa racun sisa metabolisme.
9. Penyerapan Karbon (Carbon sequestration): Proses memindahkan karbon dari atmosfer dan menyimpannya dalam reservoir.
10. Pool karbon: Suatu sistem yang mempunyai mekanisme untuk mengakumulasi atau melepas karbon. Contoh pool karbon adalah biomassa hutan, produk-produk kayu, tanah dan atmosfer
11. Potensi adalah sesuatu hal yang dapat di jadikan sebagai bahan atau sumber yang akan dikelola baik melalui usaha yang dilakukan manusia maupun yang dilakukan melalui tenaga mesin dimana
12. Rosot karbon/Carbon sink: Media atau tempat penyerapan dan penyimpanan karbon dalam bentuk bahan organik, vegetasi hutan, laut dan tanah

13. Serapan (sequestrasi): Proses, aktivitas atau mekanisme yang menghilangkan gas rumah kaca, aerosol atau cikal bakal gas rumah kaca dari atmosfer. Hutan dan vegetasi lainnya dianggap sebagai sinks karena memindahkan karbon dioksida melalui foto
14. Tegakan: komunitas tumbuhan (pohon) pada area tertentu



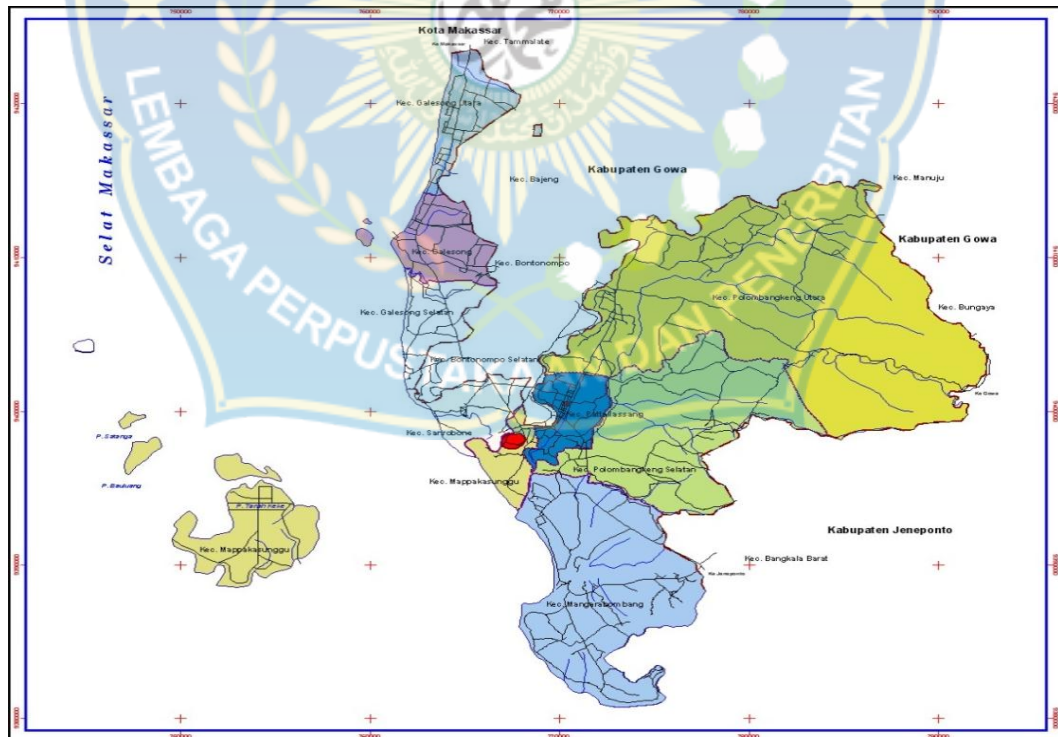
IV. KEADAAN UMUM LOKASI

4.1. Letak dan Luas Wilayah

Pada Hutan Mangrove terletak di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasungu, Kabupaten Takalar. Lama jarak tempuh dari kota makassar ke kabupaten membutuhkan waktu 1,30 menit untuk sampai ke tempat lokasi tersebut.

Adapun batas wilayah kelurahan takalar lama adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Desa Patani
- Sebelah Selatan : Selat Makassar
- Sebelah Timur : Desa Banggae
- Sebelah Barat : Selat Makassar



Gambar 3. Peta Kabupaten Takalar

4.2. Topografi

Kecamatan Mappakasunggu yang terletak di kabupaten Takalar yang Bentangan Wilayah dan Letak mempunyai keberadaan dan luas yang berbeda-beda. Topografi Di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Topografi di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar.

No.	Bentangan Wilayah	Luas (Ha)
1.	Desa/ Kelurahan dataran rendah	4.00
2.	Desa/ Kelurahan tepi pantai/pesisir	400,00
3.	Desa/ Kelurahan aliran sungai	400,00
4.	Desa/ Kelurahan bantaran sungai	400,00
5.	Desa/ Kelurahan kawasan perkantoran	4,00
6.	Desa/ Kelurahan pantai/pesisir	400,00
7.	Desa/ Kelurahan kawasan wisata	1,00
8.	Desa/ Kelurahan perbatasan antar kecamatan lain	4,00

Sumber : Hasil Sensus Penduduk Kelurahan Takalar Lama, 2017.

4.3. Iklim

Kecamatan mappakasunggu kabupaten takalar pada umumnya termasuk daerah beriklim tropis dan lembap. Intensitas penyinaran matahari selalu tinggi dan sumber daya air yang cukup banyak sehingga menyebabkan tingginya penguapan yang menimbulkan awan aktif/tebal. Jumlah bulan hujan sebanyak 6 bulan, dengan suhu rata-rata hujan 3,00C.

4.4. Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk Kelurahan Takalar Lama sebanyak 4266 orang dengan kepala keluarga sebanyak 1148.

4.5. Mata Pencaharian

Dalam memenuhi kebutuhan, mata pencaharian masyarakat Kecamatan Mappakasunggu sebagai Petani sebanyak 145 orang, Buruh Tani sebanyak 147 orang, PNS sebanyak 86 orang, Pengrajin Industri Rumah Tangga sebanyak 40 orang, dan Bidan Swasta sebanyak 1 orang.

4.6. Pendidikan

Tingkat pendidikan sangat mempengaruhi kemajuan suatu Desa, pendidikan merupakan salah satu aspek yang mempengaruhi keberhasilan masyarakat dalam melaksanakan pekerjaan atau usaha baik. Untuk lebih jelasnya, jumlah penduduk di kelurahan Takalar lama berdasarkan tingkat pendidikan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat Pendidikan Penduduk di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar.

No.	Tingkatan Pendidikan	Laki-laki	Perempuan	Jumlah penduduk
1.	Tamat SD/ sederajat	57	45	102
2.	Tamat SMP/ Sederajat	-	-	-
3.	Tamat SMA/ Sederajat	31	25	56
4.	Tamat D1/ Sederajat	-	-	-
5.	Tamat D-2/ Sederajat	-	3	3
6.	Tamat D-3/ sederajat	3	-	3
7.	Tamat S-1/ sederajat	1	-	1
Jumlah		92	73	165

Sumber : Hasil Sensus Penduduk Kelurahan Takalar Lama, 2017.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

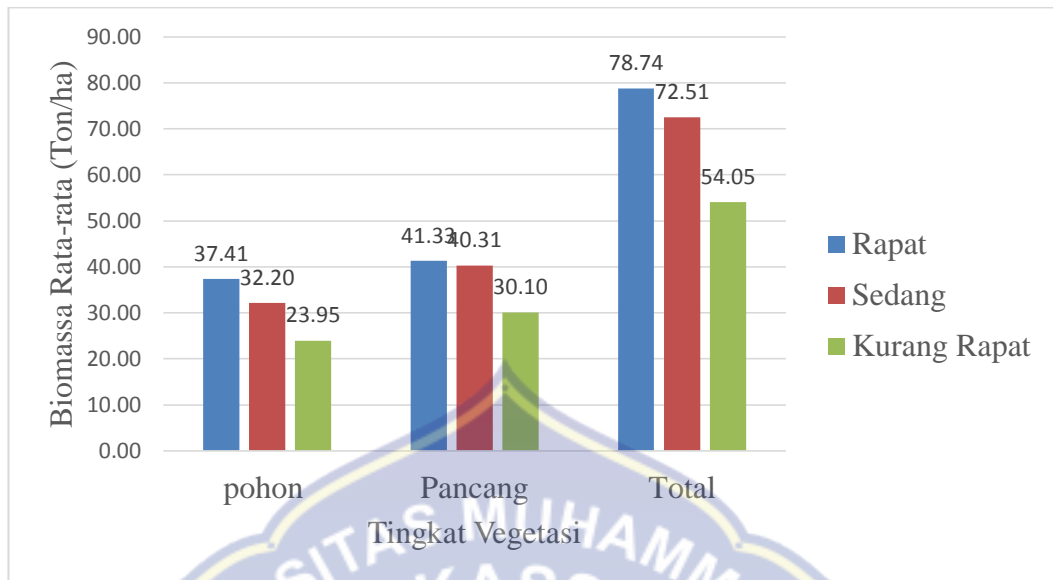
5.1. Biomassa Atas Tanah

Menurut Anwar et al. (1984) biomassa tumbuhan ialah jumlah berat kering seluruh bagian tumbuhan yang hidup dan untuk memudahkannya kadang-kadang dibagi menjadi biomassa di atas permukaan tanah (daun, bunga, buah, ranting, cabang, dan batang) dan biomassa di bawah permukaan tanah (akar). Biomassa hutan ialah jumlah total bobot kering semua bagian tumbuhan hidup, baik untuk seluruh atau sebagian tubuh organisme, produksi atau komunitas dan dinyatakan dalam berat kering per satuan luas (ton/ha). Lugo dan Snedaker (1974) dalam Kusmana (1993) menjelaskan bahwa besarnya biomassa tegakan hutan dipengaruhi oleh umur tegakan hutan, sejarah perkembangan vegetasi, komposisi dan struktur tegakan.

Dari hasil observasi vegetasi di Hutan Mangrove Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar terdapat jenis vegetasi hutan mangrove yaitu *Rhizophora sp.* yang mendominasi lokasi tersebut. Untuk mengetahui seberapa besar biomassa atas tanah rata-rata hutan mangrove di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar, dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 4.

Tabel 5. Biomassa Atas Tanah

Tingkat Vegetasi	pohon	Pancang	Total
Rapat	37,41	41,33	78,74
Sedang	32,20	40,31	72,51
Kurang Rapat	23,95	30,10	54,05



Gambar 4. Biomassa Atas Tanah

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa biomassa atas tanah rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pohon yang rapat sebesar 37,41 Ton/Ha, pada tingkat vegetasi pohon yang sedang sebesar 32,20 Ton/Ha, dan pada tingkat vegetasi pohon yang kurang rapat sebesar 23,95 Ton/Ha. Sedangkan biomassa rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pancang yang rapat sebesar 41,33 Ton/Ha, pada tingkat vegetasi pancang yang sedang sebesar 40,31 Ton/Ha, dan pada tingkat vegetasi pancang yang kurang rapat sebesar 30,10 Ton/Ha. Jadi, total biomassa rata-rata hutan mangrove yang rapat sebesar 78,74 Ton/Ha, yang sedang sebesar 72,51 Ton/Ha, dan yang kurang rapat sebesar 54,05 Ton/Ha. Hasil penelitian Gunawardena, et. al. (2016) menunjukkan bahwa mangrove memiliki biomassa atas tanah berkisar 28-135 ton/ha dengan rata-rata 65 ton/ha.

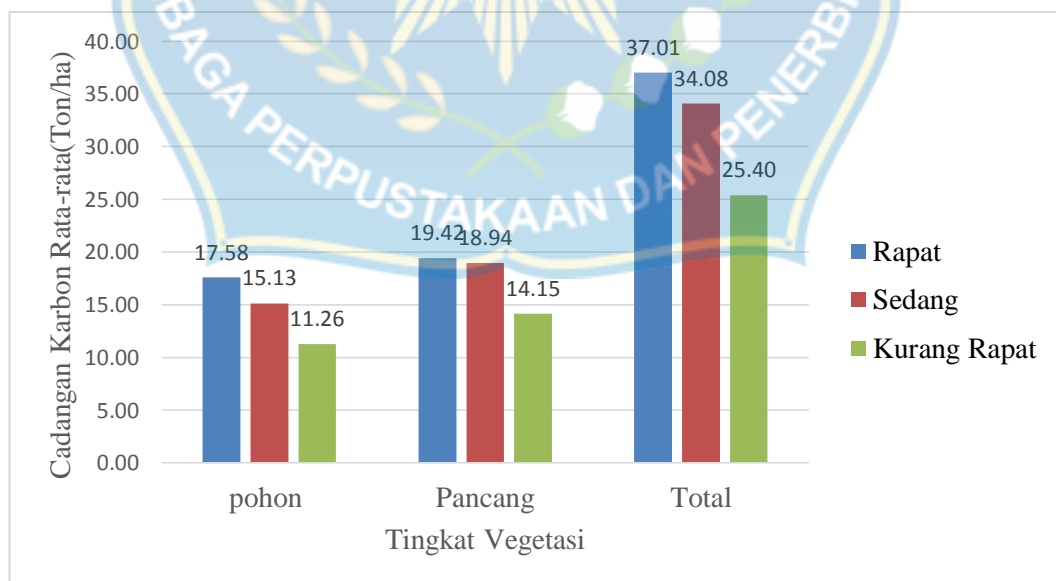
5.2. Cadangan Karbon Atas Tanah

Cadangan karbon ditentukan berdasarkan nilai total semua biomassa pada hutan mangrove yang dihasilkan dari persamaan nilai koefisien *Allometrik Above Ground Biomass*. Kemudian melalui pendekatan biomassa dengan asumsi bahwa 47 % dari biomassa adalah karbon yang tersimpan (SNI 7724, 2011).

Untuk mengetahui cadangan karbon atas tanah total (Ton/Ha) dengan jenis *Rhizophora* sp. pada Hutan Mangrove di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappaksunggu, Kabupaten Takalar, dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 5.

Tabel 6. Cadangan Karbon Atas Tanah

Tingkat Vegetasi	Pohon	Pancang	Total
Rapat	17,58	19,42	37,01
Sedang	15,13	18,94	34,08
Kurang Rapat	11,26	14,15	25,40



Gambar 5. Cadangan Karbon Atas Tanah

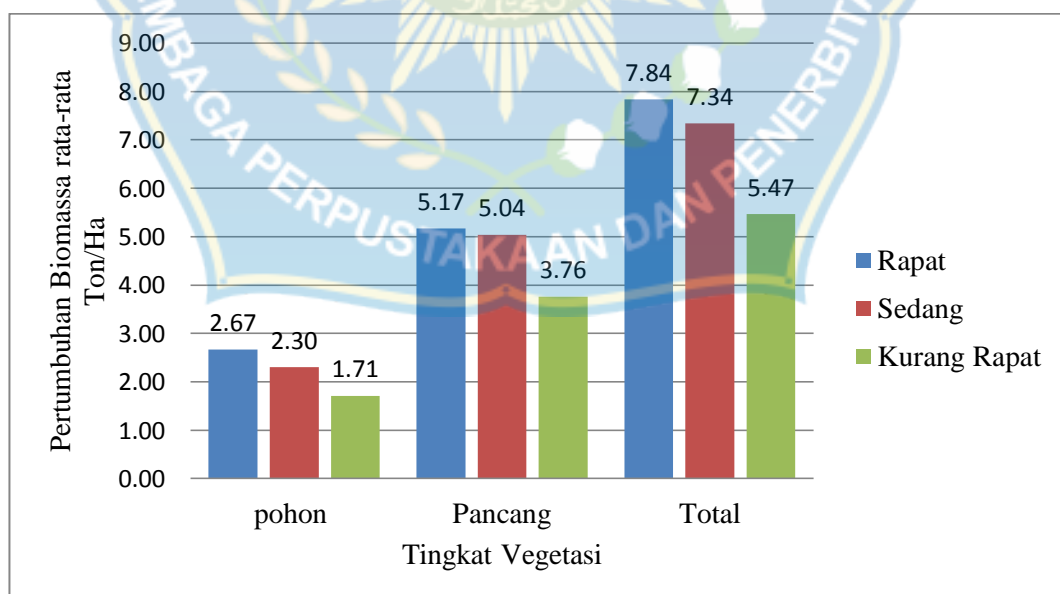
Berdasarkan Gambar 5, dapat diketahui bahwa cadangan karbon atas tanah tahunan rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pohon yang rapat sebesar 17,58 Ton/Ha, pada tingkat vegetasi pohon yang sedang sebesar 15,13 Ton/Ha, dan pada tingkat vegetasi pohon yang kurang rapat sebesar 11,26 Ton/Ha. Sedangkan cadangan karbon rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pancang yang rapat sebesar 19,42 Ton/Ha, pada tingkat vegetasi pancang yang sedang sebesar 18,94 Ton/Ha dan pada tingkat vegetasi pancang yang kurang rapat sebesar 14,15 Ton/Ha. Jadi, total cadangan karbon rata-rata hutan mangrove yang rapat sebesar 37,01 Ton/Ha, total cadangan karbon rata-rata hutan mangrove yang sedang sebesar 34,08 Ton/Ha dan total cadangan karbon rata-rata hutan mangrove yang kurang rapat sebesar 25,40 Ton/Ha. Hasil ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Donato, et.al. (2012) yang menyatakan bahwa mangrove merupakan salah satu hutan yang simpanan karbonnya tertinggi di kawasan tropis (nilai rerata contoh: 1.023 Ton/ ha dan sangat tinggi dibandingkan rerata simpanan karbon di berbagai tipe hutan lainnya di dunia. Rata-rata karbon di mangrove muara sebesar 1.074 ton/ha sementara untuk mangrove laut sebesar 990 ton/ha. Cadangan C di atas permukaan nilainya cukup besar dengan rata-rata 159 ton/ha dan maksimum 435 ton/ha, namun cadangan di bawah permukaan tetap mendominasi, untuk mangrove muara dan laut masing-masing sebesar 71–98% dan 49–90% dari total simpanan.

5.3. Pertumbuhan Biomassa Atas Tanah Tahunan

Pertumbuhan biomassa adalah suatu proses penambahan ukuran, baik volume, bobot, dan jumlah sel yang bersifat *irreversible* (tidak dapat kembali ke asal) total jumlah materi di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas pada setiap tahunannya. Total pertumbuhan biomassa pada hutan mangrove Kabupaten Takalar setiap tahunnya pada tingkat rapat sebesar 7,84 ton/ha per tahun, tingkat sedang 7,34 ton/ha per tahun dan tingkat kurang rapat sebesar 5,47 ton/ha per tahun. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 6.

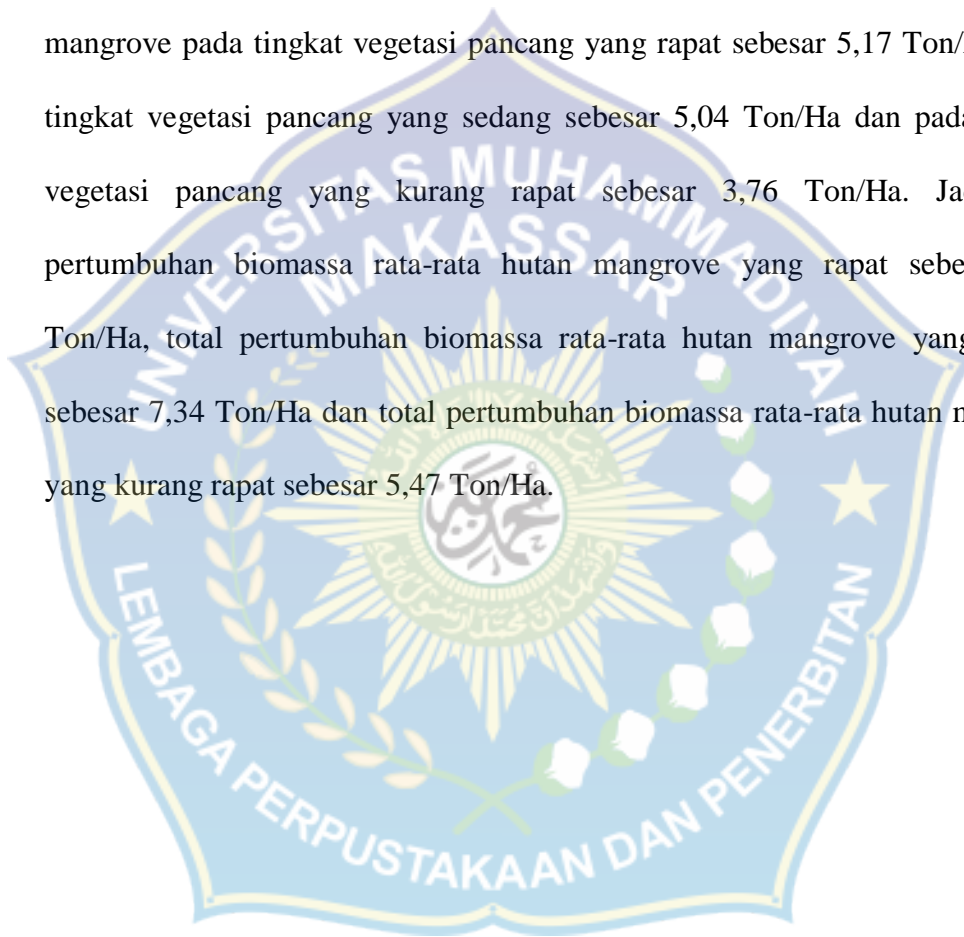
Tabel 7. Pertumbuhan Biomassa Atas Tanah

Tingkat Vegetasi	Pohon	Pancang	Total
Rapat	2,67	5,17	7,84
Sedang	2,30	5,04	7,34
Kurang Rapat	1,71	3,76	5,47



Gambar 6. Pertumbuhan Biomassa Atas Tanah

Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 6, dapat diketahui bahwa pertumbuhan biomassa atas tanah rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pohon yang rapat sebesar 2,67 ton/ha per tahun, pada tingkat vegetasi pohon yang sedang sebesar 2,30 Ton/ha per tahun, dan pada tingkat vegetasi pohon yang kurang rapat sebesar 1,71 Ton/ha per tahun. Sedangkan cadangan karbon rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pancang yang rapat sebesar 5,17 Ton/Ha, pada tingkat vegetasi pancang yang sedang sebesar 5,04 Ton/Ha dan pada tingkat vegetasi pancang yang kurang rapat sebesar 3,76 Ton/Ha. Jadi, total pertumbuhan biomassa rata-rata hutan mangrove yang rapat sebesar 7,84 Ton/Ha, total pertumbuhan biomassa rata-rata hutan mangrove yang sedang sebesar 7,34 Ton/Ha dan total pertumbuhan biomassa rata-rata hutan mangrove yang kurang rapat sebesar 5,47 Ton/Ha.

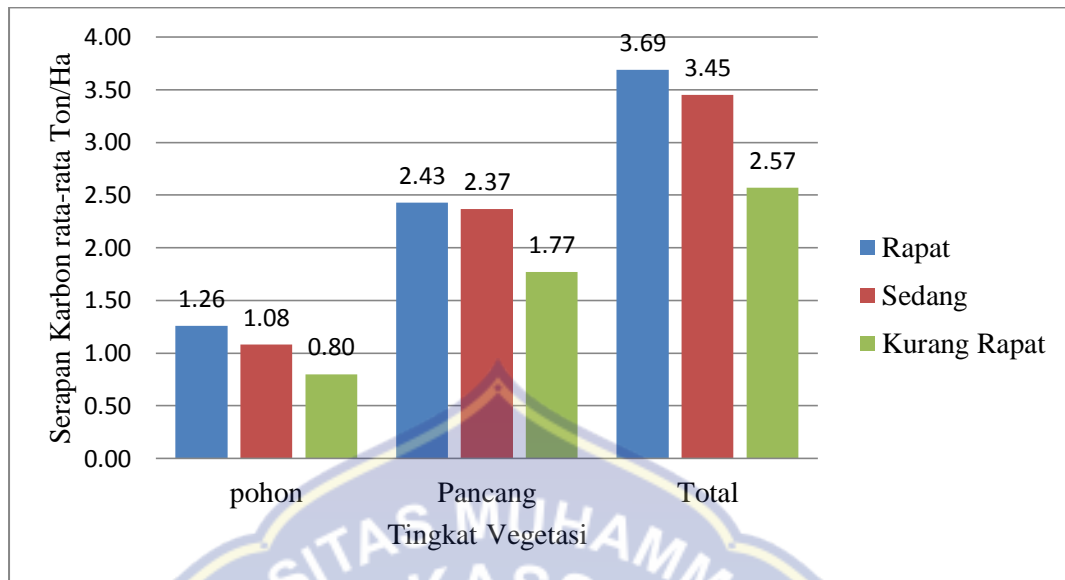


5.4. Serapan Karbon Atas Tanah Tahunan

Mekanisme tanaman dalam menyerap carbon melalui fotosintesis. Fotosintesis adalah proses penyusunan energi menggunakan cahaya pada organisme yang memiliki kloroplas. Fotosintesis adalah proses kimia yang paling penting di bumi ini. Kebanyakan tanaman melakukan fotosintesis pada daunnya. Proses fotosintesis diawali dengan reaksi terang pada reaksi terang energi matahari di *convert ke chemical energi* dan diproduksi oksigen. Lalu tahap yang kedua adalah siklus calvin yang membuat molekul gula dari karbon yang membutuhkan energi ATP yang didapat dari proses respirasi. Siklus ini juga membawa hasil produksi dari reaksi terang. (Campbell, et al. 2005). Nilai serapan Karbon pada jenis *Rhizophora sp.* Serapan Karbon total pada Hutan Mangrove di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar, dapat kita lihat pada Tabel 8 dan Gambar 7.

Tabel 8 .Serapan Karbon Atas Tanah

Tingkat Vegetasi	Pohon	Pancang	Total
Rapat	1,26	2,43	3,69
Sedang	1,08	2,37	3,45
Kurang Rapat	0,80	1,77	2,57



Gambar 7. Serapan Karbon Atas Tanah Tahunan

Berdasarkan Tabel 8 dan Gambar 7, dapat diketahui bahwa serapan karbon atas tanah tahunan rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pohon yang rapat sebesar 1,26 Ton/Ha, pada tingkat vegetasi pohon yang sedang sebesar 1,08 Ton/Ha, dan pada tingkat vegetasi pohon yang kurang rapat sebesar 0,80 Ton/Ha. Sedangkan serapan karbon rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pancang yang rapat sebesar 2,43 Ton/Ha, pada tingkat vegetasi pancang yang sedang sebesar 2,37 Ton/Ha dan pada tingkat vegetasi pancang yang kurang rapat sebesar 1,77 Ton/Ha. Jadi total serapan karbon rata-rata hutan mangrove yang rapat sebesar 3,69 Ton/Ha, total serapan karbon rata-rata hutan mangrove yang sedang sebesar 3,45 Ton/Ha dan total serapan karbon rata-rata hutan mangrove yang kurang rapat sebesar 2,57 Ton/Ha.

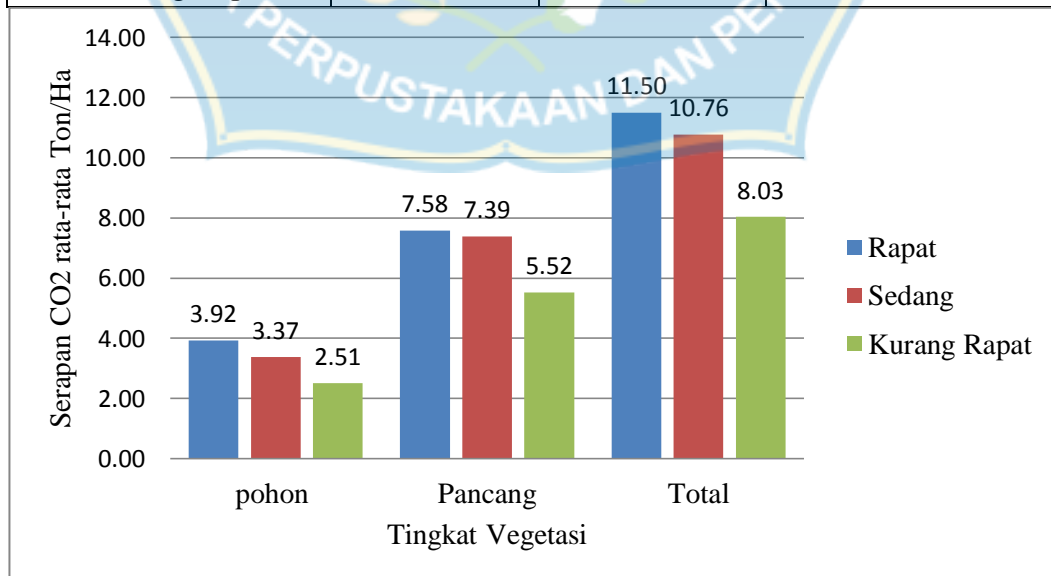
5.5. Serapan Karbon Dioksida (CO₂) Atas Tanah Tahunan

Serapan karbon dioksida adalah yang diserap suatu tanaman ke dalam pertumbuhan yaitu CO₂ mengandung karbon, semua tanaman menyerap karbon dalam bentuk karbon dioksida. Karbon dioksida disimpan dalam bentuk biomassa, biomassa yang dihasilkan sekitar 47% mengandung karbon.

Serapan karbon dioksida rata-rata hutan mangrove dapat diketahui berdasarkan nilai total biomassa pada vegetasi hutan mangrove untuk tingkatan pohon yang kemudian dialihkan dengan faktor konversi serapan karbon dioksida (1,4667). Nilai serapan Karbon Dioksida pada jenis *Rhizophora sp.* Serapan Karbon Dioksida total pada Hutan Mangrove di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar, dapat kita lihat pada Tabel 9 dan Gambar 8.

Tabel 9. Serapan CO₂ Atas Tanah Tahunan

Tingkat Vegetasi	Pohon	Pancang	Total
Rapat	3,92	7,58	11,50
Sedang	3,37	7,39	10,76
Kurang Rapat	2,51	5,52	8,03



Gambar 8. Serapan CO₂ Atas Tanah Tahunan

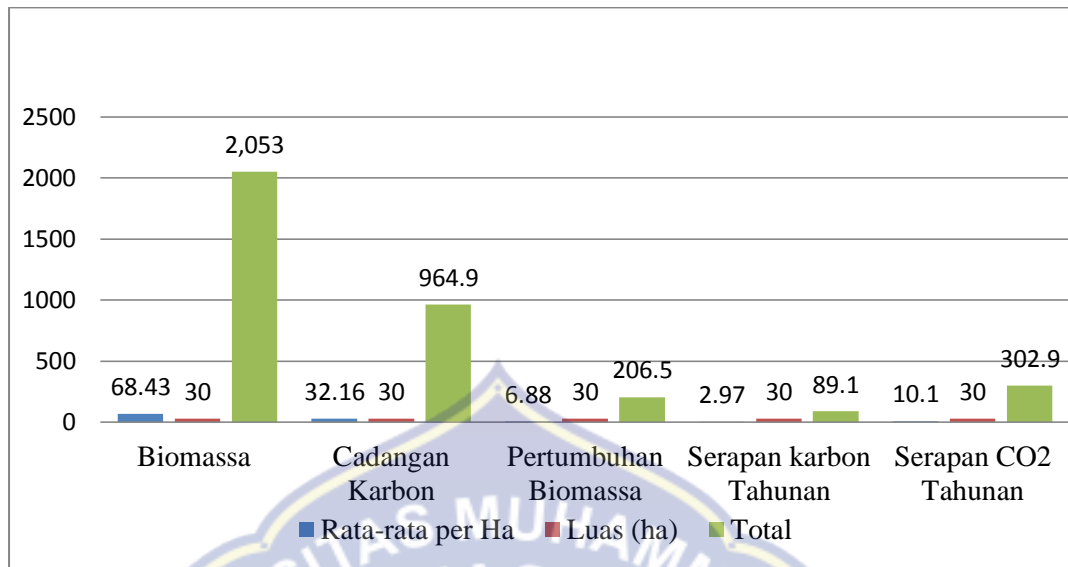
Berdasarkan Tabel 9 dan Gambar 8, dapat diketahui bahwa serapan karbon dioksida atas tanah tahunan rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pohon yang rapat sebesar 3,92 Ton/Ha, pada tingkat vegetasi pohon yang sedang sebesar 3,37 Ton/Ha, dan pada tingkat vegetasi pohon yang kurang rapat sebesar 2,51 Ton/Ha. Sedangkan serapan karbon dioksida atas tanah tahunan rata-rata hutan mangrove pada tingkat vegetasi pancang yang rapat sebesar 7,58 Ton/Ha, pada tingkat vegetasi pancang yang sedang sebesar 7,39 Ton/Ha dan pada tingkat vegetasi pancang yang kurang rapat sebesar 5,52 Ton/Ha. Jadi, total serapan karbon dioksida atas tanah tahunan rata-rata hutan mangrove yang rapat sebesar 11,50 Ton/Ha, total serapan karbon dioksida rata-rata hutan mangrove yang sedang sebesar 10,76 Ton/Ha dan total serapan karbon dioksida rata-rata hutan mangrove yang kurang rapat sebesar 8,03 Ton/Ha.

5.6. Biomassa Atas Tanah, Cadangan Karbon, Pertumbuhan Biomassa, Serapan Karbon Tahunan dan Serapan Karbon Dioksida Tahunan pada Keseluruhan Hutan Mangrove.

Berdasarkan hasil penelitian di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar, dengan luas hutan mangrove 30 Ha didapatkan jenis Pohon *Rhizophora sp.* Biomassa atas tanah total, pertumbuhan biomassa, cadangan karbon, serapan karbon tahunan dan serapan karbon dioksida tahunan keseluruhan hutan mangrove dihitung dengan mengalikan nilai biomassa rata-rata, pertumbuhan biomassa rata-rata, cadangan karbon rata-rata dan serapan karbon tahunan, dan serapan dioksida tahunan rata-rata per hektar dari ketiga kategori kerapatan (rapat, sedang dan kurang rapat) dengan luas penutupan lahan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 9.

Tabel 10. Biomassa Atas Tanah Total, Cadangan Karbon, Pertumbuhan Biomassa, Serapan Karbon Tahunan dan Serapan Karbon Dioksida Tahunan Total Keseluruhan

No.	Variabel	Rata-rata per Ha	Luas (ha)	Total
1	Biomassa (ton)	68,41	30	2.052,3
2	Cadangan Karbon (ton)	32,10	30	964,0
3	Pertumbuhan Biomassa (ton/tahun)	6,88	30	206,4
4	Serapan karbon Tahunan (ton per tahun)	2,97	30	89,1
5	Serapan CO ₂ Tahunan (ton per tahun)	10,10	30	302,9



Gambar 9. Total Keseluruhan

Berdasarkan Tabel 10 dan Gambar 9, dapat diketahui bahwa pada keseluruhan hutan mangrove memiliki total biomassa sebesar 2.053 Ton/tahun, total cadangan karbon sebesar 964,9 Ton/tahun, total pertumbuhan biomassa sebesar 6,88 Ton/tahun, total serapan karbon sebesar 89,1 Ton/tahun dan total serapan CO₂ sebesar 302,9 Ton/Ha per tahunnya.

VI. PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar, dapat disimpulkan bahwa :

1. Total biomassa rata-rata Hutan Mangrove Di Kelurahan Takalar, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar Lama yang memiliki kerapatan tinggi (rapat) sebesar 78,74 Ton/Ha, yang memiliki kerapatan sedang sebesar 72,51 Ton/Ha, dan yang memiliki kerapatan yang kurang rapat sebesar 54,05 Ton/Ha. Total cadangan karbon rata-rata hutan mangrove yang rapat sebesar 37,01 Ton/Ha, total cadangan karbon rata-rata hutan mangrove yang sedang sebesar 34,08 Ton/Ha dan total cadangan karbon rata-rata hutan mangrove yang kurang rapat sebesar 25,40 Ton/Ha. total pertumbuhan biomassa rata-rata hutan mangrove yang sedang sebesar 7,34 Ton/Ha dan total pertumbuhan biomassa rata-rata hutan mangrove yang kurang rapat sebesar 5,47 Ton/Ha. Total serapan karbon rata-rata hutan mangrove yang rapat sebesar 3,69 Ton/Ha, total serapan karbon rata-rata hutan mangrove yang sedang sebesar 3,45 Ton/Ha dan total serapan karbon rata-rata hutan mangrove yang kurang rapat sebesar 2,57 Ton/Ha. Sedangkan, total serapan karbon dioksida atas tanah tahunan rata-rata hutan mangrove yang rapat sebesar 11,50 Ton/Ha, total serapan karbon dioksida rata-rata hutan mangrove yang sedang sebesar 10,76 Ton/Ha dan total serapan karbon dioksida rata-rata hutan mangrove yang kurang rapat sebesar 8,03 Ton/Ha.

2. Hutan Mangrove Di Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar, memiliki total biomassa sebesar 2.053 Ton, total pertumbuhan biomassa sebesar 206,5 Ton/tahun, total cadangan karbon sebesar 964,9 Ton, total serapan karbon sebesar 89,1 Ton/tahun dan total serapan CO₂ sebesar 302,9 Ton/Ha per tahunnya.

6.2 Saran

Perlu dilakukan pengayaan mangrove pada daerah yang kurang rapat dan sedang untuk meningkatkan fungsi ekologi mangrove terutama dalam menyimpan dan menyerap emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂).



DAFTAR PUSTAKA

- Amira S. 2008. Pendugaan biomassa jenis *Rhizophora apiculata* Bl. Di hutan mangrove Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat [Skripsi]. Fakultas Kehutanan IPB Bogor
- Badan Planologi Kehutanan, 2003. Pengelolaan Pembangunan Kehutanan dan Perkebunan yang Selaras dengan Proses Desentralisasi dan Penerapan Prinsip-Prinsip Good Governance ditinjau dari Aspek Koordinasi Penyusunan Kebijakan, 14-15 Oktober 2003 Pekan Baru.
- Baharuddin, D. Sanusi, M. Daud, dan Ferial. 2014. Potensi biomassa, cadangan karbon dan serapan karbon dioksida (CO₂) Serta Persamaan Allometrik Penduga Biomassa pada Tegakan Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) pada Hutan Bambu Rakyat di Kabupaten Tana Toraja. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian HHBK. Mataram. 4 Desember 2014.
- Brown, S. 1997. Estimating Biomass Change of Tropical Forest. A Primer. FAO. Forestry Paper. USA. 134: 10-13.
- BSN. 2011. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon - Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (ground based forest carbon accounting)*. Badan Standardisasi Nasional-Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Dahlan EN. 2004. *Membangun Kota Kebun Bernuansa Hutan Kota*. Bogor: IPB Press.
- Daud, M. 2014. Bioenergi dari Bahan Non Pangan: Memanen Bensin dari Hutan untuk Ketahanan Energi Indonesia. Philosophia Press, Makassar
- Dharmawan, I.W.S., & Siregar, C.A. 2008. Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 5(4):317-328
- Dharmawan, I.W.S. 2013. Pendugaan Biomasa Karbon di Atas Tanah Pada Tegakan *Rhizophora mucronata* di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(1):50-56
- Dharmawan, I.W.E., C.A. Siregar. 2008. *Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan Avicennia marina*. (Forsk) Vierth. Ciasem. Purwakarta
- Fardiaz, S. 1995. Siklus Karbon Dalam Hutan. Lembaga Sumberdaya Informasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- FWI/GFW, 2001. Potret Keadaan Hutan Indonesia. Bogor, Indonesia Hitchcock III, H.C. & J.P. McDonnell, 1979. Biomass measurement: a synthesis of the

literature. Proc. For. Inventory Workshop, SAF-IUFRO. Ft. Collins, Colorado: 544-595.

Ginoga, K. 2004. Beberapa Cara perhitungan Biomassa karbon. Jurnal Sosial Ekonomi IV. Badan Penelitian Pengembangan Kehutanan Bogor.

Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Word agroforestry Centre. Bogor 77 hlm. – ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77 p

IPCC. 2001. Climate change: the scientific basis in Houghton, J.T et al,(Eds). Cambridge. Unuiversitu Press, UK, 881 pp.

Kauffman, J. Boone, & Daniel C. Donato. *Protocols for the measurement monitoring and reporting of structure, biomass, and carbon stocks in mangrove forests*. Bogor, Indonesia: CIFOR, 2012

Kauffman, J.B., & Cole, T.G. 2010. Micronesian mangrove forest structure and tree responses to a severe typhoon. *Wetlands*, 30(6):1077-1084. DOI 10.1007/s13157-010-0114-y.

Kementrian Kehutanan. 2010. Peraturan Direktur Jendral Bina Produksi Kehutanan. Nomor: P.3/VI-Set/2010.

Komiyama, A., J.E. Ong and S. Pongpan. 2008. *Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: a review*. *Aquatic Botany*, 89: 128 - 137.

Komiyama, A., Ong, J. E., & Pongpan, S. 2008. Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89(2):128-137

Komiyama, A., Pongpan, S., & Kato, S. (2005). Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of Tropical Ecology*, 21(4), 471-477. DOI:10.1017/S0266467405002476

Komiyama, A., S. Pongpan., S. Kato. 2005. *Common allometric equation for estimating the tree weight of mangroves*. *Journal of Tropical Ecology*. 21: 471-477. Doi. 10.1017/S0266467405002476. Cambridge University Press.

Kusmana C. 1995. *Manajemen Hutan Mangrove di Indonesia*. Lab. Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan – IPB. Bogor.

Ong, J. E., Gong, W. K., & Wong, C. H. (2004). Allometry and partitioning of the mangrove, *Rhizophora apiculata*. *Forest Ecology and Management*, 188(1-3):395-408.

Roesyane A. 2010. Potensi simpanan karbon pada hutan tanaman mangium (*Acacia mangium* Willd.) di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan

Banten [skripsi]. Bogor (ID): Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB.

Santoso, E., RSB. Irianto, M.Turjaman, IR.Sitepu, S. Santosa, Najmulah, A.Yani, Aryanto. 2010. Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis Masyarakat Sekitar Hutan. Penerbit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.Bogor.

Sutaryo, D., 2009, Penghitungan Biomassa : Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon Dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Indonesia Programme, Bogor

Tarlan, M.A. 2008. Biomass estimation of nyirih (*Xylocarpus granatum* Koenig.1784) in primary mangrove forest in Batu Ampar, West Kalimantan.Undergraduate thesis, Bogor Agricultural University, Indonesia

Tresnawan, H dan Rosalina U. 2002. Pendugaan biomassa di atas tanah di ekosistem hutan primer dan hutan bekas tebangan (Studi Kasus Hutan Dusun Aro, Jambi). Jurnal Manajemen Hutan Tropika. 8(1): 15—29.

Tue, N. T., Dung, L. V., Nhuan, M. T., & Omori, K. (2014).Carbon storage of a tropical mangrove forest in Mui Ca Mau National Park, Vietnam.*Catena*, 121:119-126

Whitmore, T.C. 1984. Tropical Rain Forest of The Far East Second Edition. Oxford: University Press.

Whitmore, TC. 1985. *Tropical Rain Forest of The Far East*. Oxford University Press.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Plot Pohon Rapat

a. Plot 1

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	Pertumbuhan Biomassa (kg)	Serapan Karbon (kg)	Serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
2	Rizophora sp	41	13,06	37,00	17,39	14,00	2,64	1,24	3,87
3	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
4	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
5	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
6	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
7	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
8	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
9	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
10	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
11	Rizophora sp	42	13,38	39,42	18,53	14,00	2,81	1,32	4,12
12	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
				327,82	154,08	168,00	23,42	11,01	34,34

b. Plot 2

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	Pertumbuhan Biomassa (kg)	Serapan Karbon (kg)	Serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
2	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
3	Rizophora sp	34	10,83	22,61	10,63	14,00	1,61	0,75	2,36
4	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
5	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
6	Rizophora sp	49	15,61	59,12	27,79	14,00	4,22	1,98	6,19
7	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
8	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
9	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
10	Rizophora sp	41	13,06	37,00	17,39	14,00	2,64	1,24	3,87
11	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
12	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
13	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
				399,90	187,95	182,00	28,56	13,43	41,90

c. Plot 3

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	Pertumbuhan biomassa (kg)	Serapan Karbon (kg)	Serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
2	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
3	Rizophora sp	34	10,83	22,61	10,63	14,00	1,61	0,75	2,36
4	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
5	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
6	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
7	Rizophora sp	34	10,83	22,61	10,63	14,00	1,61	0,75	2,36
8	Rizophora sp	36	11,46	26,28	12,35	14,00	1,87	0,88	2,75
9	Rizophora sp	45	14,33	47,26	22,21	14,00	3,37	1,58	4,95
10	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
11	Rizophora sp	43	13,69	41,93	19,71	14,00	2,99	1,40	4,39
12	Rizophora sp	41	13,06	37,00	17,39	14,00	2,64	1,24	3,87
13	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
14	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
15	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
				444,78	209,05	210,00	31,77	14,93	46,60

d. Plot 4

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	Pertumbuhan Biomassa (kg)	Serapan Karbon (kg)	Serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
2	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
3	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
4	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
5	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
6	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
7	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
8	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,017	3,17
9	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
10	Rizophora sp	43	13,69	41,93	19,71	14,00	2,99	1,40	4,39
11	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
12	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
				306,19	143,91	168,00	21,87	10,28	32,08

e. Plot 5

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	Pertumbuhan Biomassa (kg)	Serapan Karbon (kg)	Serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
2	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
3	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
4	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
5	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
6	Rizophora sp	34	10,83	22,61	10,63	14,00	1,61	0,75	2,36
7	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
8	Rizophora sp	36	11,46	26,28	12,35	14,00	1,87	0,88	2,75
9	Rizophora sp	43	13,69	41,93	19,71	14,00	2,99	1,40	4,39
10	Rizophora sp	45	14,33	47,26	22,21	14,00	3,37	1,58	4,95
11	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
12	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,017	3,17
13	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
				391,84	184,16	182,00	27,99	13,15	41,05

Lampiran 2. Plot Pohon Sedang

a. Plot 6

No	Nama Jenis Pohon	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
2	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
3	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
4	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
5	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
6	Rizophora sp	41	13,06	37,00	17,39	14,00	2,64	1,24	3,87
7	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
8	Rizophora sp	34	10,83	22,61	10,63	14,00	1,61	0,75	2,36
9	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,019
10	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,266	0,59	1,85
				255,44	120,06	140,00	18,25	8,58	26,76

b. Plot 7

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,017	0,94	2,95
	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
	Rizophora sp	34	10,83	22,61	10,63	14,00	1,61	0,75	2,36
	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
	Rizophora sp	41	13,06	37,00	17,39	14,00	2,64	1,24	3,87
	Rizophora sp	43	13,69	41,93	19,71	14,00	2,99	1,40	4,39
	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,017	3,17
				299,91	140,96	154,00	21,42	10,07	31,42

c. Plot 8

No	Nama Jenis Pohon	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp.	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
2	Rizophora sp.	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
3	Rizophora sp.	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
4	Rizophora sp.	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
5	Rizophora sp.	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
6	Rizophora sp.	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
7	Rizophora sp.	41	13,06	37,00	17,39	14,00	2,64	1,24	3,87
8	Rizophora sp.	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
9	Rizophora sp.	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
10	Rizophora sp.	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
11	Rizophora sp.	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
				302,75	142,29	154,00	21,63	10,16	31,72

d. Plot 9

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
2	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
3	Rizophora sp	34	10,83	22,61	10,63	14,00	1,61	0,75	2,36
4	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
5	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
6	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,017	0,94	2,95
7	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
8	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
9	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
10	Rizophora sp	36	11,46	26,28	12,35	14,00	1,87	0,88	2,75
11	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
12	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
13	Rizophora sp	43	13,69	41,93	19,71	14,00	2,99	1,40	4,39
14	Rizophora sp	41	13,06	37,00	17,39	14,00	2,64	1,2	3,87
				404,25	190,00	196,00	28,88	13,57	42,35

e. Plot 10

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
2	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
3	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
4	Rizophora sp	42	13,38	39,42	18,53	14,00	2,81	1,32	4,12
5	Rizophora sp	43	13,69	41,93	19,71	14,00	2,99	1,40	4,39
6	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
7	Rizophora sp	44	14,01	44,55	20,94	14,00	3,18	1,49	4,66
8	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
9	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
10	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
11	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
				347,63	163,39	154,00	24,83	11,67	36,42

Lampiran 3. Plot Pohon Kurang Rapat (Renggang)

a. Plot 11

No	Nama Jenis Pohon	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
2	Rizophora sp	34	10,83	22,61	10,63	14,00	1,61	0,75	2,36
3	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
4	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
5	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
6	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
7	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
8	Rizophora sp	42	13,38	39,42	18,53	14,00	2,81	1,32	4,12
9	Rizophora sp	41	13,06	37,00	17,39	14,00	2,64	1,24	3,87
				266,12	125,08	126,00	19,01	8,93	27,88

b. Plot 12

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
2	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
3	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
4	Rizophora sp	39	12,42	32,44	15,25	14,00	2,31	1,08	3,39
5	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
6	Rizophora sp	42	13,38	39,42	18,53	14,00	2,81	1,32	4,12
7	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
8	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
9	Rizophora sp	34	10,83	22,61	10,63	14,00	1,61	0,75	2,36
10	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
				280,93	132,04	140,00	20,07	9,43	29,43

c. Plot 13

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
2	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
3	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
4	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
5	Rizophora sp	40	12,74	34,67	16,30	14,00	2,47	1,16	3,63
6	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
7	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
8	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
				196,86	92,52	112,00	14,06	6,61	20,62



d. Plot 14

No	Nama Jenis	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
2	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
3	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
4	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
5	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
6	Rizophora sp	33	10,51	20,90	9,83	14,00	1,49	0,70	2,19
7	Rizophora sp	42	13,38	39,42	18,53	14,00	2,81	1,32	4,12
8	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
9	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
10	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
				248,70	116,89	140,00	17,76	8,35	26,06

e. Plot 15

No	Nama Jenis Pohon	Keliling Pohon	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	35	11,15	24,40	11,47	14,00	1,74	0,81	2,55
2	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
3	Rizophora sp	42	13,38	39,42	18,53	14,00	2,81	1,32	4,12
4	Rizophora sp	37	11,78	28,24	13,27	14,00	2,01	0,94	2,95
5	Rizophora sp	31	9,87	17,73	8,34	14,00	1,26	0,59	1,85
6	Rizophora sp	36	11,46	26,28	12,35	14,00	1,87	0,88	2,75
7	Rizophora sp	32	10,19	19,28	9,06	14,00	1,37	0,64	2,01
8	Rizophora sp	38	12,10	30,30	14,24	14,00	2,16	1,01	3,17
				204,93	96,32	112,00	14,64	6,88	21,47



Lampiran 4. Plot Pancang Rapat

a. Plot 1

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
2	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
3	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
4	Rizophora sp	14	4,46	2,19	1,03	8,00	0,27	0,12	0,40
5	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
6	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
7	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
8	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
9	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
10	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
11	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
12	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
13	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
				86,04	40,44	104,00	10,75	5,05	15,77

b. Plot 2

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
2	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
3	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
4	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
5	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
6	Rizophora sp	29	9,24	14,88	6,99	8,00	1,86	0,87	2,72
7	Rizophora sp	30	9,55	16,27	7,65	8,00	2,033	0,95	2,98
8	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
9	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
10	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
11	Rizophora sp	13	4,14	1,80	0,85	8,00	0,22	0,10	0,33
12	Rizophora sp	19	6,05	4,89	2,30	8,00	0,61	0,28	0,89
13	Rizophora sp	29	9,24	14,88	6,99	8,00	1,86	0,87	2,72
14	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
15	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
				123,73	58,15	120,00	15,47	7,27	22,68

c. Plot 3

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	30	9,55	16,27	7,65	8,00	2,03	0,95	2,98
2	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
3	Rizophora sp	26	8,28	11,17	5,25	8,00	1,39	0,65	2,04
4	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
5	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
6	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
7	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
8	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
9	Rizophora sp	29	9,24	14,88	6,99	8,00	1,86	0,87	2,72
10	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
11	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
				101,87	47,88	88,00	12,73	5,99	18,68

d. Plot 4

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
2	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
3	Rizophora sp	21	6,69	6,37	2,99	8,00	0,79	0,37	1,16
4	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
5	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
6	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
7	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
8	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
9	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
10	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
11	Rizophora sp	21	6,69	6,37	2,99	8,00	0,79	0,37	1,16
12	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
13	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
14	Rizophora sp	19	6,05	4,89	2,30	8,00	0,61	0,28	0,89
15	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
				99,64	46,83	120,00	12,46	5,85	18,27

e. Plot 5

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (tahun)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
2	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
3	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
4	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
5	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
6	Rizophora sp	29	9,24	14,88	6,99	8,00	1,86	0,87	2,72
7	Rizophora sp	27	8,60	12,33	5,80	8,00	1,54	0,72	2,26
8	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
9	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
10	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
11	Rizophora sp	14	4,46	2,19	1,03	8,00	0,27	0,12	0,40
12	Rizophora sp	19	6,05	4,89	2,30	8,00	0,61	0,28	0,89
13	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
14	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
				105,30	49,49	112,00	13,16	6,19	19,30

Lampiran 5. Plot Pancang Sedang

a. Plot 6

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
2	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
3	Rizophora sp	25	7,96	10,07	4,73	8,00	1,25	0,59	1,84
4	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
5	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
6	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
7	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
8	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
9	Rizophora sp	27	8,60	12,33	5,80	8,00	1,54	0,72	2,26
10	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
11	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
				96,08	45,16	88,00	12,01	5,64	17,62

b. Plot 7

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
2	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
3	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
4	Rizophora sp	30	9,55	16,27	7,65	8,00	2,03	0,95	2,98
5	Rizophora sp	21	6,69	6,37	2,99	8,00	0,79	0,37	1,16
6	Rizophora sp	19	6,05	4,89	2,30	8,00	0,61	0,28	0,89
7	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
8	Rizophora sp	25	7,96	10,07	4,73	8,00	1,25	0,59	1,84
9	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
10	Rizophora sp	27	8,60	12,33	5,80	8,00	1,54	0,72	2,26
11	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
12	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
13	Rizophora sp	21	6,69	6,37	2,99	8,00	0,79	0,37	1,16
				116,84	54,92	104,00	14,61	6,86	21,42

c. Plot 8

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
2	Rizophora sp	25	7,96	10,07	4,73	8,00	1,25	0,59	1,84
3	Rizophora sp	25	7,96	10,07	4,73	8,00	1,25	0,59	1,84
4	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
5	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
6	Rizophora sp	19	6,05	4,89	2,30	8,00	0,61	0,28	0,89
7	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
8	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
9	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
10	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
11	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
				88,93	41,80	88,00	11,12	5,22	16,30

d. Plot 9

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	29	9,24	14,88	6,99	8,00	1,86	0,87	2,72
2	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
3	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
4	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
5	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
6	Rizophora sp	25	7,96	10,07	4,73	8,00	1,25	0,59	1,84
7	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
8	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
9	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
				87,23	41,00	72,00	10,90	5,12	15,99



e. Plot 10

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	26	8,28	11,17	5,25	8,00	1,39	0,65	2,04
2	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
3	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
4	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
5	Rizophora sp	29	9,24	14,88	6,99	8,00	1,86	0,87	2,72
6	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
7	Rizophora sp	19	6,05	4,89	2,30	8,00	0,61	0,28	0,89
8	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
9	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
10	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
11	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
12	Rizophora sp	27	8,60	12,33	5,80	8,00	1,54	0,72	2,26
				114,74	53,93	96,00	14,34	6,74	21,04

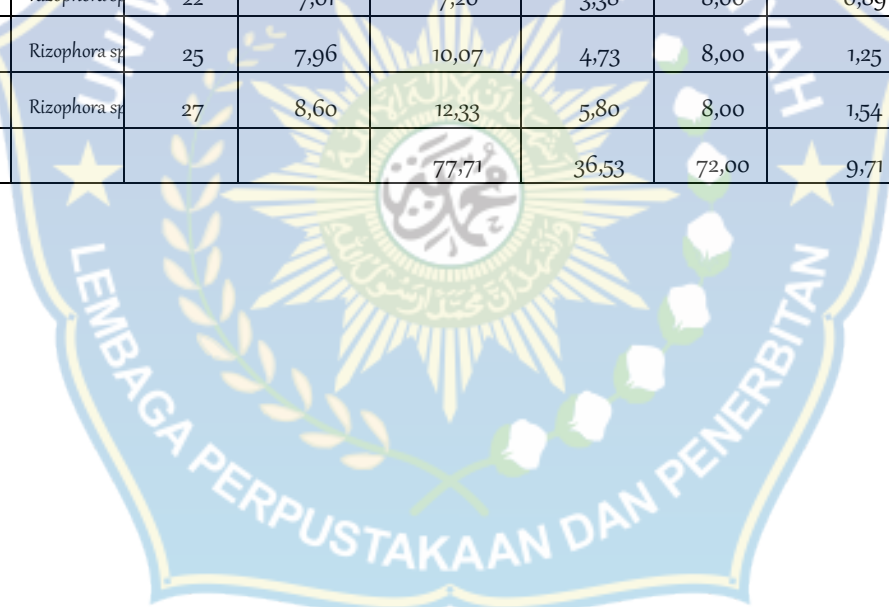
Lampiran 6. Plot Pancang Kurang Rapat (Renggang)

a. Plot 11

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
2	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
3	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
4	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
5	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
6	Rizophora sp	21	6,69	6,37	2,99	8,00	0,79	0,37	1,16
7	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
8	Rizophora sp	27	8,60	12,33	5,80	8,00	1,54	0,72	2,26
9	Rizophora sp	25	7,96	10,07	4,73	8,00	1,25	0,59	1,84
				74,95	35,23	72,00	9,37	4,40	13,74

b. plot 12

No	Nama Jenis	Keliling Pancung	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
2	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
3	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
4	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
5	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
6	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
7	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
8	Rizophora sp	25	7,96	10,07	4,73	8,00	1,25	0,59	1,84
9	Rizophora sp	27	8,60	12,33	5,80	8,00	1,54	0,72	2,26
				77,71	36,53	72,00	9,71	4,57	14,25



c. plot 13

No	Nama Jenis	Keliling Panjang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
2	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
3	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
4	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
5	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
6	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
7	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
8	Rizophora sp	19	6,05	4,89	2,30	8,00	0,61	0,28	0,89
9	Rizophora sp	25	7,96	10,07	4,73	8,00	1,25	0,59	1,84
10	Rizophora sp	27	8,60	12,33	5,80	8,00	1,54	0,72	2,26
				77,72	36,53	80,00	9,71	4,57	14,25

d. plot 14

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
2	Rizophora sp	20	6,37	5,60	2,63	8,00	0,70	0,32	1,02
3	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
4	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
5	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
6	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
7	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
				61,68	28,99	56,00	7,71	3,62	11,31

e. plot 15

No	Nama Jenis	Keliling Pancang	Diameter (cm)	Biomassa Atas (kg)	Cadangan Karbon (kg)	Umur (tahun)	pertumbuhan biomassa (kg)	serapan karbon (kg)	serapan CO ₂ (kg)
1	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
2	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
3	Rizophora sp	28	8,92	13,57	6,38	8,00	1,69	0,79	2,48
4	Rizophora sp	17	5,41	3,65	1,72	8,00	0,45	0,21	0,66
5	Rizophora sp	18	5,73	4,25	2,00	8,00	0,53	0,24	0,77
6	Rizophora sp	24	7,64	9,05	4,25	8,00	1,13	0,53	1,65
7	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
8	Rizophora sp	25	7,96	10,07	4,73	8,00	1,25	0,59	1,84
9	Rizophora sp	23	7,32	8,09	3,80	8,00	1,01	0,47	1,48
10	Rizophora sp	22	7,01	7,20	3,38	8,00	0,89	0,42	1,31
11	Rizophora sp	19	6,05	4,89	2,30	8,00	0,61	0,28	0,89
				84,21	39,58	88,00	10,53	4,95	15,44

Lampiran 7. Dekomentasi



Gambar 10. Pembuatan Plot



Gambar 11. Vegetasi Pohon Mangrove Tingkat Yang Rapat



Gambar 12. Vegetasi Pohon Mangrove Tingkat Yang Sedang



Gambar 13. Vegetasi Pohon Mangrove Tingkat Yang Kurang Rapat



Gambar 14. Mengukur Keliling Tingat Tiang Pada Hutan Mangrove



Gambar 15. Mengukur Keliling Tingkat Pancang Pada Hutan Mangrove



Gambar 16. Lokasi Penelitian

