

**ESTIMASI PENYIMPANAN KARBON MANGROVE DI REGISTER 15,
KECAMATAN PASIR SAKTI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR,
PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

Maulana Syarif Hidayatullah
NPM 1754221008



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

ESTIMASI PENYIMPANAN KARBON MANGROVE DI REGISTER 15, KECAMATAN PASIR SAKTI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR, PROVINSI LAMPUNG

Oleh

Maulana Syarif Hidayatullah

Pemanasan global merupakan suatu fenomena yang disebabkan oleh emisi karbon berlebihan di atmosfer. Mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang dapat mengurangi emisi karbon tersebut dengan cara menyerap dan menyimpan karbon melalui proses fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karbon tersimpan pada tegakan, nekromassa, serasah, dan substrat mangrove di Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Pengukuran karbon tersimpan dilakukan dengan perhitungan biomassa atas permukaan dan biomassa bawah permukaan yang kemudian dikonversikan menjadi karbon tersimpan, serta analisis C-organik tanah. Nilai karbon tersimpan pada tegakan, nekromassa, dan serasah mangrove yaitu 29,92 kg C/m², 0,34 kg C/m², dan 0,18 kg C/m². Nilai kandungan C-organik tanah tertinggi yaitu pada substrat tekstur liat kasar sebesar 169,71 kg C/m², sedangkan nilai C-organik tanah terendah yaitu pada substrat tekstur pasir kasar sebesar 94,87 kg C/m². Kesimpulan dalam penelitian ini, yaitu karbon tersimpan pada tegakan mangrove lebih tinggi dibandingkan pada nekromassa dan serasah, sedangkan nilai C-organik tertinggi terdapat pada substrat tanah liat.

Kata Kunci : Biomassa, C-organik, mangrove, dan karbon tersimpan.

ABSTRACT

ESTIMATION OF CARBON STOCK OF MANGROVE IN REGISTER 15, PASIR SAKTI DISTRICT, EAST LAMPUNG REGENCY, LAMPUNG PROVINCE

By

Maulana Syarif Hidayatullah

Global warming is a phenomenon caused by excessive carbon emissions in the atmosphere. Mangroves are one of the coastal ecosystems that can reduce carbon emission by absorbing and storing carbon through the photosynthesis process. The study aimed to analyze the carbon stored in stands, necromass, litter, and mangrove substrate at Register 15, Pasir Sakti District, East Lampung Regency, Lampung Province. The measurement of stored carbon was carried out by calculating the above-ground biomass and sub-surface biomass which was then converted into stored carbon, as well as soil C-organic analysis. The carbon values stored in stands, necromass, and mangrove litter were 29.92 kg C/m², 0.34 kg C/m², and 0.18 kg C/m². The highest soil C-organic value was in the coarse clay textured substrate by 169.71 kg C/m², while the lowest soil C-organic value was in the coarse sand textured substrate by 94.87 kg C/m². The conclusion of this study, was that the carbon stored in mangrove stands was higher than in necromass and litter, while the highest soil C-organic value was in clay substrates.

Keywords : *Biomass, C-organik, carbon stock, and mangrove.*

**ESTIMASI PENYIMPANAN KARBON MANGROVE DI REGISTER 15,
KECAMATAN PASIR SAKTI, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR,
PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

Maulana Syarif Hidayatullah

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **Estimasi Penyimpanan Karbon Mangrove di Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung**

Nama Mahasiswa : **Maulana Syarif Hidayatullah**

Nomor Pokok Mahasiswi : **1754221008**

Program Studi : **Ilmu Kelautan**

Jurusan : **Perikanan dan Kelautan**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

Eko Efendi, S.T., M.Si.
NIP 19780329 200312 1 001

Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.
NIP 19900120 201903 1 011

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP 19700815 199903 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Eko Efendi, S.T., M.Si.



Sekretaris : Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.



Anggota : Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIR 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Januari 2022

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maulana Syarif Hidayatullah

NPM : 1754221008

Judul Skripsi : Estimasi Penyimpanan Karbon Mangrove di Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan dari hasil penelitian. Karya yang saya buat belum pernah dipublikasikan dan bukan plagiat dari karya orang lain. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan dalam karya yang saya buat, maka saya siap untuk mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 26 Januari 2022



Maulana Syarif Hidayatullah

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Serang, pada tanggal 07 Juli 1999 sebagai anak ke-2 dari pasangan suami istri Bapak H. Rachmat Hidayatullah dan Ibu Raudatul Jannah. Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman Kanak-Kanak R.A. Sabila Kota Cilegon pada tahun 2003, pendidikan dasar di SDN 1 Kota Cilegon pada tahun 2005 dan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Kota Cilegon pada tahun 2011. Tahun 2014 melanjutkan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Kota Cilegon. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017.

Penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) sebagai anggota pada periode 2018-2019, Himpunan Mahasiswa Banten (HMB) sebagai pengurus pada periode 2018-2019, serta aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Komisariat Pertanian Unila sebagai anggota pada periode 2019-2020. Penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Biologi Laut, Kimia Dasar, Renang, dan Widya Selam. Penulis mengikuti kuliah kerja nyata (KKN) di Desa Napal, Kecamatan Kelumbayan Induk, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung selama 40 hari pada tahun 2020. Penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan di Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan pada tahun 2019. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Pantai Ketapang, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung pada tahun 2020.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmannirrohim

Alhamdulillah atas segala berkat, rahmat serta nikmat yang Allah SWT berikan kepadaku. Kupersembahkan imbuhan kecil di belakang namaku kepada kedua orang tuaku, yakni Bapak H. Rachmat Hidayatullah dan Ibu Raudatul Jannah dengan penuh rasa cinta, kasih, dan sayang tiada ujung, yang tiada henti selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis dan tak bosan untuk selalu memotivasi serta menasehati penulis dan memberikan dukungan yang begitu besar kepada penulis hingga dengan lancar dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.

Kakakku tersayang, M. Faishal Hidayatullah, yang selalu memberikan semangat, dukungan, serta selalu membimbing penulis setiap saat.

MOTTO HIDUP

“Barang siapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri”

(QS. Al-Ankabut ayat 6)

“Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali”

(HR. Tirmidzi)

“Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan hanya untuk diingat”

(Imam Syafi'i)

“Agama tanpa ilmu adalah buta. Ilmu tanpa agama adalah lumpuh”

(Albert Einstein)

“Hanya hati yang dipenuhi dengan cinta yang dapat menjangkau langit tertinggi”

(Jalaluddin Rumi)

“Mereka mengatakan seseorang hanya perlu tiga hal untuk benar-benar bahagia di dunia ini, yaitu seseorang untuk dicintai, sesuatu untuk dilakukan, dan sesuatu untuk diharapkan”

(Tom Bodett)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah melimpahkan segala nikmat-Nya sehingga penulis mampu menyusun skripsi yang berjudul “Estimasi Penyimpanan Karbon Mangrove di Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat lulus sebagai Sarjana Kelautan. Selama penulisan skripsi, penulis memperoleh banyak dukungan, bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan.
3. Eko Efendi, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I.
4. Anma Hari Kusuma, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Ayah, Ibu, kakak, dan keluarga besar yang telah mendoakan dan memberi semangat pantang menyerah.
6. Keluarga KKN Pekon Napal, Ocha, Tias, Uni, Ochi, Vinda, Danang, dan keluarga besar Bapak Abidin dan Ibu Muzaiyarah.
7. Teman-teman Program Studi Ilmu Kelautan angkatan 2017.
8. Teman-teman, Amal, Ami, Brenda, Nabila, Toby, Vivi, Yordhi, Ari, Ajeng, Aldy, Fachri, Devina, Ilham, Jihan, Restu, Rizka, Dimas, Enggar, Gibran, Krisna, Irfan, Farhan, Ndaru, Nouval, Prima, Rafly, Tantan, Wildan, dan Yusuf.

Akhir kata, peneliti menyadari bahwa pembuatan skripsi jauh dari kata sempurna, namun peneliti berharap semoga skripsi dapat bermanfaat bagi semua orang yang membacanya. Aamiin.

Bandar Lampung, 26 Januari 2022

Maulana Syarif Hidayatullah

1754221008

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR TABEL..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | |
| I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.3 Manfaat Penelitian..... | 2 |
| 1.4 Kerangka Pemikiran..... | 2 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Pemanasan Global..... | 4 |
| 2.2 Karbon..... | 5 |
| 2.3 Mangrove..... | 6 |
| 2.4 Metode Perhitungan Karbon..... | 8 |
| 2.5 Kondisi Umum Mangrove Register 15..... | 9 |
| III. METODELOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian..... | 10 |
| 3.2 Batasan Penelitian..... | 10 |
| 3.3 Alat dan Bahan..... | 11 |
| 3.4 Prosedur Penelitian..... | 12 |
| 3.4.1 Penentuan Stasiun Pengamatan..... | 12 |
| 3.4.1.1 Pengukuran Karbon Tersimpan pada Tegakan Mangrove..... | 13 |
| 3.4.1.2 Pengukuran Karbon Tersimpan pada Nekromassa..... | 16 |
| 3.4.1.3 Pengukuran Karbon Tersimpan pada Serasah..... | 17 |
| 3.4.1.4 Hasil Konversi Karbon Tersimpan..... | 18 |
| 3.4.1.5 Pengukuran Fraksi Sedimen..... | 18 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.4.1.6 | Pengukuran C-organik dengan Metode <i>Walkey And Black</i> | 19 |
| IV. | HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 | Estimasi Karbon Tersimpan pada Tegakan | 21 |
| 4.2 | Estimasi Karbon Tersimpan pada Nekromassa | 22 |
| 4.3 | Estimasi Karbon Tersimpan pada Serasah..... | 23 |
| 4.4 | Karbon Organik Tanah | 25 |
| V. | KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 | Kesimpulan | 28 |
| 5.2 | Saran | 28 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 29 |
| | LAMPIRAN..... | 35 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Alat yang digunakan dalam penelitian | 11 |
| 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian..... | 11 |
| 3. Estimasi karbon tersimpan pada tegakan mangrove | 21 |
| 4. Estimasi karbon tersimpan pada nekromassa mangrove..... | 22 |
| 5. Estimasi karbon tersimpan pada serasah mangrove..... | 24 |
| 6. Analisis C-organik tanah..... | 26 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Kerangka pemikiran penelitian. | 3 |
| 2. Persentase komposisi gas rumah kaca (GRK). | 4 |
| 3. Siklus karbon..... | 5 |
| 4. Hutan mangrove di Register 15..... | 6 |
| 5. Lokasi penelitian mangrove di Register 15..... | 10 |
| 6. Skema penentuan plot. | 13 |
| 7. Ilustrasi tegakan pohon di dalam dan di luar plot..... | 13 |
| 8. Pengukuran DBH pada berbagai kondisi pohon mangrove | 15 |
| 9. Nilai rata-rata simpanan karbon mangrove..... | 24 |
| 10. Diagram kandungan tekstur substrat mangrove di Register 15. | 27 |
| 11. Mengukur diameter | 36 |
| 12. Mengukur diameter | 36 |
| 13. Mengambil sampel serasah | 36 |
| 14. Mengambil sampel | 36 |
| 15. Menimbang berat sampel | 36 |
| 16. Menimbang berat sampel | 36 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| 1. Hasil analisis C-organik tanah | 35 |
| 2. Foto kegiatan penelitian di lapangan..... | 36 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global merupakan suatu fenomena yang disebabkan oleh efek gas rumah kaca (GRK) yang berasal dari emisi karbon ke atmosfer (Nedhisa *et al.*, 2019). Emisi karbon tersebut dapat dikurangi oleh ekosistem yang ada di pesisir. Mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang dapat menyerap karbon dari atmosfer melalui proses fotosintesis, kemudian disimpan dalam bentuk biomassa (Donato *et al.*, 2011 dan Prakoso *et al.*, 2017). Karbon disimpan di dalam batang, akar, dan daun (Rahmah *et al.*, 2015; Sondak, 2015 dan Lembang *et al.*, 2019). Menurut Anggraeni *et al.*, (2017), karbon disimpan pada biomassa atas permukaan (*above ground*), biomassa bawah permukaan (*below ground*), bahan organik mati, dan karbon organik tanah.

Mangrove memiliki kemampuan penyimpanan karbon yang lebih besar dibandingkan dengan vegetasi darat lainnya, yaitu sebesar 5,1 kg C/m² (Sugirahayu *et al.*, 2011). Mangrove *A. marina* dapat menyimpan karbon berkisar antara 18,2 -19,7 kg C/m² (Dharmawan *et al.*, 2008 dan Windarni *et al.*, 2018), *R. mucronata* sebesar 3,86 kg C/m² (Dharmawan, 2010), dan *Rhizophora stylosa* sebesar 23,25 kg C/m² (Imiliyana *et al.*, 2012).

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa mangrove memiliki kemampuan penyimpanan karbon. Kemampuan penyimpanan karbon di Register 15 belum pernah dilakukan, oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui penyimpanan karbon di Register 15. Hal ini tentu dilakukan karena kemampuan penyimpanan karbon diduga akan berbeda berdasarkan pada lokasi tumbuhan mangrove, jenis mangrove, usia, dan kondisi substratnya.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karbon tersimpan pada bagian tegakan, nekromassa, serasah, dan pada bagian substrat di Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.

1.3 Manfaat Penelitian

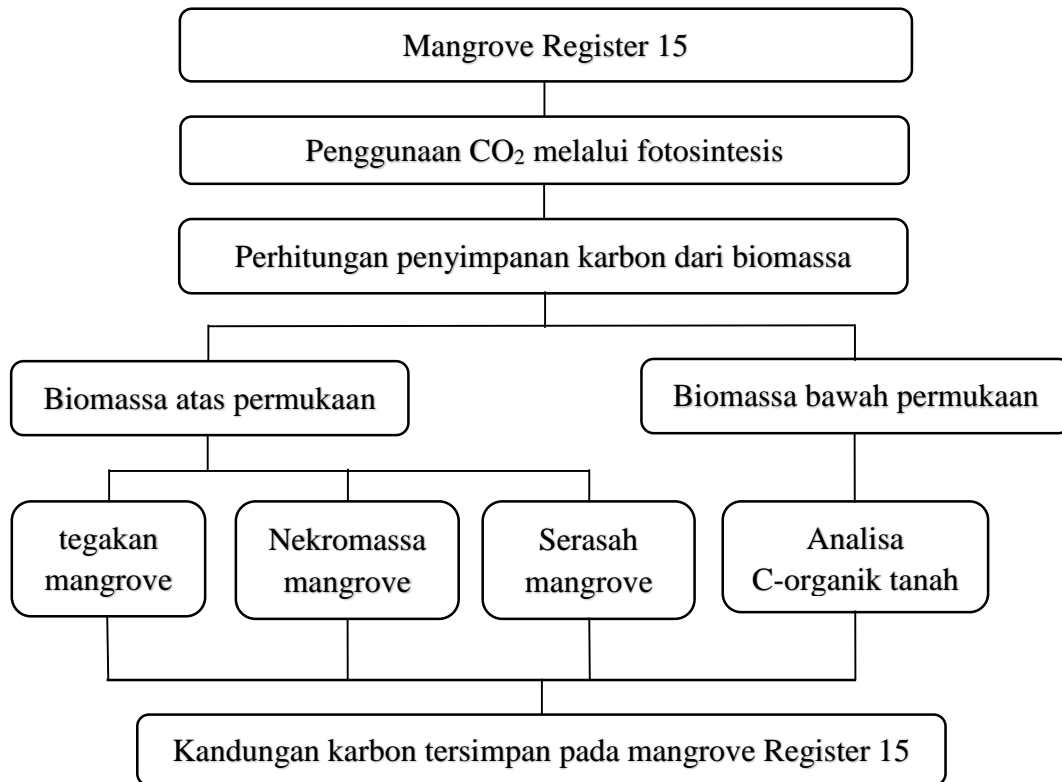
Manfaat penelitian yang dilakukan yaitu untuk memberikan informasi mengenai biomassa dan karbon tersimpan (*carbon stock*) pada mangrove Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung kepada Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Gunung Balak, Kelompok Tani Mutiara Hijau I.

1.4 Kerangka Pemikiran

Kawasan Register 15 merupakan kawasan mangrove yang berada di Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Mangrove di Register 15 didominasi oleh *Avicennia sp.* dan *Rhizophora sp.* Mangrove tersebut diduga dapat mengurangi emisi karbon yang berlebihan di atmosfer melalui proses fotosintesis dengan cara menyerap dan menggunakan karbon tersebut yang kemudian disimpan dalam bentuk biomassa pohon (Donato *et al.*, 2011 dan Prakoso *et al.*, 2017). Jumlah karbon yang dapat diserap oleh mangrove dalam mengurangi emisi karbon di atmosfer dapat diketahui melalui pengukuran karbon tersimpan pada biomassa atas maupun biomassa di bawah permukaan mangrove.

Karbon yang tersimpan di dalam biomassa atas permukaan tanah yaitu terdapat pada tegakan, nekromassa, dan serasah mangrove. Kandungan karbon yang tersimpan di dalam biomassa di bawah permukaan tersimpan di dalam substratnya. Pengukuran biomassa atas permukaan dilakukan dengan menghitung berat jenis dan berat keringnya yang kemudian dikonversi sebagai biomassa karbon tersimpan. Adapun pengukuran penyimpanan karbon di bawah permukaan yaitu berupa

analisis kandungan C-organik tanah. Berdasarkan uraian terse-but, maka bagan kerangka pemikirannya disajikan pada Gambar 1.

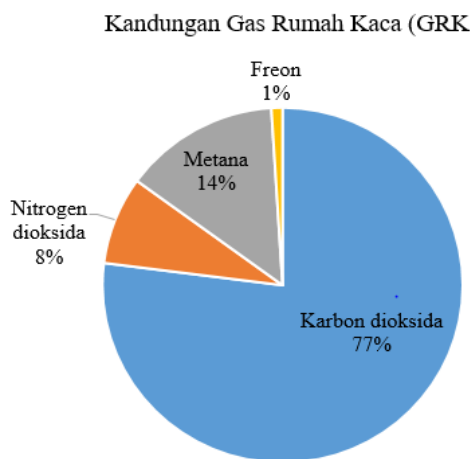


Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanasan Global

Pemanasan global terjadi akibat meningkatnya konsentrasi CO₂ di atmosfer, sehingga berdampak pada perubahan iklim. CO₂ di atmosfer yang tinggi menyebabkan terganggunya keseimbangan energi. Keseimbangan energi yang terganggu menimbulkan dampak adanya efek gas rumah kaca (GRK). Gas rumah kaca merupakan kumpulan gas yang terdiri dari karbon dioksida (CO₂), nitrogen dioksida (NO₂), metana (CH₄), dan freon (SF₆, HFC dan PFC) (Gambar 2). Peningkatan CO₂ di atmosfer berasal dari aktivitas industri, emisi kendaraan bermotor, dan aktivitas lainnya seperti alih fungsi hutan dan pembakaran kawasan hutan (Purnobasuki, 2012 dan Oktaviana *et al.*, 2017).



Gambar 2. Persentase komposisi gas rumah kaca (GRK).
Sumber: Bogner *et al.*, (2008)

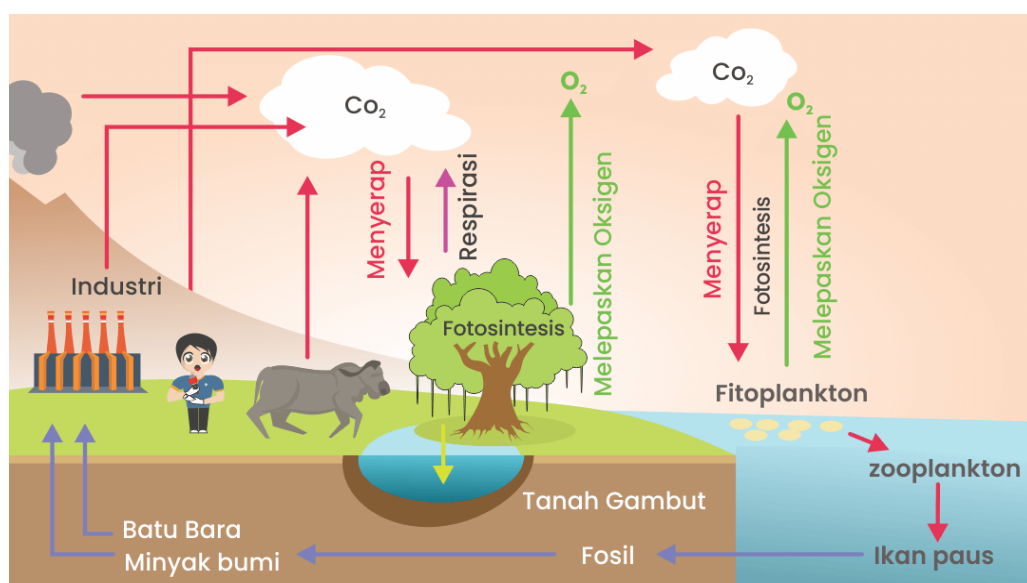
Efek gas rumah kaca dapat dikurangi dengan cara mempertahankan keutuhan hutan alami serta menjaga dan meningkatkan kerapatan populasi dari pepohonan yang berada di luar hutan (Bogner *et al.*, 2008). Penanaman mangrove di wilayah pesisir juga dapat mencegah dampak pemanasan global. Mangrove mampu membantu menyerap karbon dioksida (CO₂). Mangrove memiliki kemampuan

menyerap karbon dioksida lebih besar dibandingkan dengan hutan alam sekunder (Hazmi *et al.*, 2017 dan Sianturi, 2018).

2.2 Karbon

Karbon adalah suatu unsur utama yang dibutuhkan dalam pembentukan bahan organik termasuk makhluk hidup. Karbon merupakan unsur alam dengan lambang (C) yang memiliki nilai atom 12. Karbon dan air merupakan suatu bahan utama yang dibutuhkan oleh tumbuhan seperti mangrove untuk melakukan fotosintesis yang akan menghasilkan oksigen. Oksigen hasil fotosintesis tersebut yang akan digunakan oleh manusia dan hewan untuk bernapas. Selain menyerap CO₂, mangrove tersebut juga dapat menghasilkan karbon selama respirasi, sehingga mekanisme ini dianggap sebagai dinamika karbon (Sutaryo, 2009 dan Akbar *et al.*, 2019).

Dinamika karbon merupakan salah satu bagian dari siklus biogeokimia karbon (Gambar 3). Melalui proses fotosintesis, CO₂ yang diserap dan diubah oleh tumbuhan menjadi bahan organik dalam bentuk biomassa. Setelah tumbuhan mati, proses dekomposisi akan melepaskan CO₂ kembali ke atmosfer dan sebagian lagi tersimpan di dalam tanah dalam bentuk bahan organik (Hairiah, 2007; Sutaryo, 2009 dan Zulkifli, 2010).



Gambar 3. Siklus karbon.

Sumber: Campbell *et al.*, (2002)

Sumber karbon dioksida tersebut berasal dari aktivitas alami maupun aktivitas manusia. CO₂ yang berasal dari aktivitas alami merupakan hasil dari gunung berapi, uap bumi, mata air panas, maupun uap air laut. CO₂ yang berasal dari aktivitas manusia, yaitu hasil kegiatan industri, pembakaran bahan bakar fosil, asap, dan deforestasi atau penebangan hutan (Hazmi, 2017).

2.3 Mangrove

Mangrove dapat tumbuh di wilayah pesisir yang terdapat muara sungai dengan banyak mengandung lumpur (Gambar 4). Mangrove sulit tumbuh di wilayah pesisir yang terjal dan memiliki ombak yang besar, karena tidak ada pengendapan lumpur sebagai substrat untuk pertumbuhan mangrove (Anggraeni *et al.*, 2017). Mangrove juga dapat beradaptasi di lingkungan yang memiliki fluktuasi suhu tidak lebih dari 10° C (Dharmawan, 2010; Fatchan, 2013; Baderan, 2017 dan Safe'i *et al.*, 2021).



Gambar 4. Hutan mangrove di Register 15.
Sumber: Dokumentasi peneliti

Menurut Bengen (2000), hutan mangrove terdiri dari beberapa zonasi. Pembagian zonasi didasarkan pada kemampuan mangrove merespon salinitas air, pasang surut air, dan kondisi tanahnya. Daerah yang langsung berhadapan dengan laut yang

memiliki kontur tanah agak berpasir (zona pembuka), ditumbuhi jenis *Avicennia* sp. dan *Sonneratia* sp. Daerah yang berada di pertemuan air tawar dengan air laut didominasi oleh *Rhizophora* sp., *Bruguiera* sp., dan *Xylocarpus* sp. Zona transisi antara hutan mangrove dan hutan dataran rendah didominasi oleh *Nypa fruticans* (Akbar *et al.*, 2019).

Kelangsungan hidup mangrove dipengaruhi oleh kondisi tanah, salinitas air, pasang surut, dan kandungan oksigen. Sistem perakaran mangrove merupakan bentuk adaptasi mangrove terhadap kondisi di lingkungannya. Mangrove jenis *Avicennia* sp., *Xylocarpus* sp., dan *Sonneratia* sp. memiliki sistem perakaran *pneumatophore* (akar nafas) yang muncul di permukaan untuk mengambil oksigen dari udara. Mangrove *Rhizophora* sp. memiliki sistem perakaran tunjang yang berfungsi untuk menopang batang (Bengen, 2000).

Hutan mangrove memiliki fungsi ekologis baik dari aspek fisik, biologis maupun kimia. Fungsi mangrove secara fisik dapat meredam gelombang, menahan lumpur, dan mencegah abrasi pantai karena sistem perakarannya yang kuat. Fungsi biologis yaitu sebagai penjaga kestabilan produktivitas primer, sebagai tempat untuk tumbuh, dan berkembang biak bagi biota yang berasosiasi (Ati *et al.*, 2014). Fungsi mangrove dari aspek kimia yaitu menyerap bahan organik pencemar yang berada di perairan dan sebagai pemasok bahan organik (Heriyanto, 2012 dan Imiliyana *et al.*, 2012).

Menurut Baderan (2017), hutan mangrove memiliki kemampuan lebih besar dalam menyerap karbon. Menurut USDA (2008), setiap kawasan hutan mangrove per hektar dapat menyimpan karbon 4 kali lebih besar dibandingkan dengan kemampuan menyimpan karbon oleh hutan tropis lainnya. Selain itu, mangrove melepaskan CO₂ lebih sedikit dibandingkan dengan tumbuhan lainnya. Hal tersebut terjadi karena proses pembusukan serasah mangrove tidak melepaskan karbon ke udara, melainkan tertanam di dalam lumpur. Berdasarkan kemampuan mangrove dalam menyerap dan menyimpan karbon tersebut, maka emisi karbon di atmosfer dapat dikurangi (Purnobasuki, 2012).

2.4 Metode Perhitungan Karbon

Jumlah karbon (C) yang tersimpan menggambarkan jumlah CO₂ yang diserap oleh tumbuhan dari atmosfer (biomassa). Jumlah karbon (C) yang masih tersimpan di dalam tubuh tumbuhan yang sudah mati (nekromassa) dapat menggambarkan CO₂ yang tidak dilepaskan ke udara. Mangrove dapat menyimpan karbon berkisar antara 80-120 kg C/m² (Purnobasuki, 2012). Ekosistem mangrove dapat menyimpan karbon berkisar antara 93,7 kg C/m²-95,6 kg C/m² (Donato *et al.*, 2011; Alongi 2012; Purnobasuki 2012 dan Azzahra *et al.*, 2020).

Pengukuran karbon dilakukan dengan menggunakan beberapa cara, yaitu dengan pemanenan (*metode destructive sampling*) secara *in situ*, tanpa pemanenan (*non destructive*) secara *in situ*, pendugaan melalui penginderaan jauh, dan pembuatan model (Sutaryo, 2009). Metode pemanenan dilakukan dengan cara memanen pada seluruh bagian mangrove seperti batang dan akar yang akan diukur yang kemudian dikeringkan dan ditimbang berat biomasnya. Pengukuran menggunakan metode ini dilakukan dengan melakukan ekstrapolasi untuk area yang luas dengan menggunakan persamaan allometrik. Metode yang dilakukan untuk pemanenan membutuhkan waktu yang cukup lama serta biaya yang besar (Hitchcock *et al.*, 1979; Sutaryo, 2009 dan Lestari *et al.*, 2017).

Pengukuran karbon menggunakan metode *non-destructive* dilakukan tanpa melakukan pemanenan pada bagian pohon mangrove. Metode yang dilakukan dengan mengukur diameter dan tinggi pohon menggunakan persamaan allometrik untuk mengekstrapolasi biomasnya (Akbar *et al.*, 2019). Persamaan allometrik yang digunakan umumnya berbeda bergantung pada jenis mangrove yang dilakukan pengukuran (Lestari *et al.*, 2017). Pengukuran menggunakan metode ini membutuhkan waktu yang lebih cepat serta biaya yang lebih murah dibandingkan dengan *destructive sampling*.

Pengukuran karbon juga dapat dilakukan melalui penginderaan jauh menggunakan citra satelit. Metode ini dilakukan dengan mengidentifikasi, memetakan, dan

menguantifikasi mangrove (Lestari *et al.*, 2017). Metode ini menggunakan data spasial dari citra satelit. Interpretasi citra dilakukan dengan pendugaan biomassa dan karbonnya menggunakan metode NDVI (*normalized difference vegetation index*) (Sutaryo, 2009 dan Lestari *et al.*, 2017).

2.5 Kondisi Umum Mangrove Register 15

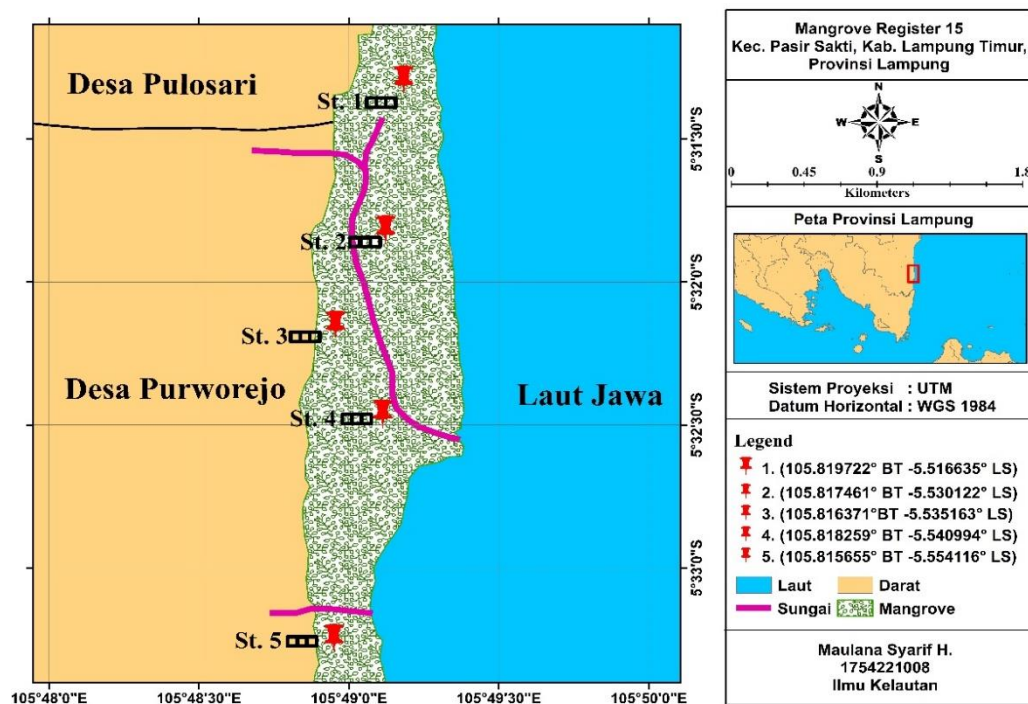
Register 15 merupakan suatu kawasan hutan mangrove yang berada di muara Way Sekampung yang dikelola oleh Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Gunung Balak. Mangrove di Register 15 tersebut merupakan kawasan konservasi atau hutan lindung yang memiliki luas sekitar 296 hektar (ha) (Safe'i *et al.*, 2021). Kawasan hutan mangrove Register 15 berlokasi di Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur.

Pada tahun 1973-1983 terjadi peningkatan luasan hutan mangrove Register 15. Peningkatan luasan tersebut terjadi karena sedikitnya pemanfaatan sumberdaya alam melalui pembukaan lahan untuk pertanian dan usaha perikanan. Antara tahun 1983-2004 luas kawasan mangrove mengalami penurunan (Yuliasamaya *et al.*, 2014). Penurunan luas kawasan mangrove terjadi karena adanya pembukaan lahan untuk tambak udang. Dampak yang muncul dari aktivitas pembukaan lahan menyebabkan terjadinya abrasi dan banjir rob (Muslikah *et al.*, 2013). Sejak terbitnya Peraturan Daerah Lampung Timur no. 03 tahun 2002 tentang Rehabilitasi Kawasan Pesisir, Pantai, dan Laut di Wilayah Kabupaten Lampung Timur (Pemkab. Lampung Timur, 2002), luas kawasan hutan mangrove Register 15 mengalami peningkatan antara tahun 2003-2013. Peningkatan luas kawasan terjadi karena adanya penanaman mangrove yang dilakukan oleh Kelompok Tani Mutiara Hijau I (Yuliasamaya *et al.*, 2014).

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Maret–Mei 2021. Lokasi penelitian dilakukan di Kawasan mangrove Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di 5 titik stasiun pengamatan (Gambar 5).



Gambar 5. Lokasi penelitian mangrove di Register 15.

3.2 Batasan Penelitian

Mangrove Register 15 memiliki luas 296 ha (Safe'i *et al.*, 2021) yang didominasi oleh mangrove *Avicennia* sp. dan *Rhizophora* sp. dan dengan keterbatasan sumberdaya manusia, maka perlu dilakukan pembatasan oleh peneliti. Pembatasan yang dilakukan yaitu:

1. Tegakan pohon yang diukur diameternya pada ketinggian setinggi dada (1,3 m) yang memiliki diameter batang pohon (DBH) ≥ 5 cm (Windarni *et al.*, 2018).
2. Jenis mangrove yang diukur hanya terdiri dari jenis *Rhizophora sp.* dan mangrove *Avicennia sp.* yang merupakan jenis yang paling banyak ditemukan.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

| No. | Alat | Keterangan/Fungsi | Spesifikasi |
|-----|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | GPS | Penentuan titik koordinat | <i>Garmin Map 76</i> |
| 2 | Meteran jahit | Pengukuran keliling batang | <i>Ne Moto</i> |
| 3 | Timbangan gantung | Pengukuran berat basah | WH-A08 |
| 4 | Timbangan digital | Pengukuran berat kering | ARD-TBG 1 |
| 5 | Papan kayu | Pembuatan transek pada sampel serasah | Kayu palet |
| 6 | Oven | Pengurangan kadar air sampel | <i>EYELA NDO-400</i> |
| 7 | Parang | Pemotongan sampel mangrove | <i>Tramontina</i> |
| 8 | <i>Core sampler</i> | Pengambilan sampel sedimen | <i>PVC Rucika (3 inch)</i> |
| 9 | <i>Sieve shaker</i> | Pengayakan sedimen | <i>RETSCH</i> |
| 10 | Alat tulis | Pencatatan sampel | <i>SIDU (A4), 2B, dan Joyko</i> |
| 11 | Laptop | Pengolahan data | ASUS |
| 12 | Perangkat Lunak | Pengolahan data | Ms. Excel 2016 |
| 13 | Perangkat Lunak | Pembuatan peta lokasi | <i>Arc Map 10.3</i> |

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

| No. | Bahan | Keterangan/Fungsi | Spesifikasi |
|-----|------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Tali rapia | Pembuatan transek pada sampel pohon | SWAN |
| 2 | Plastik | Peletakan sampel | NAF |
| 3 | Tegakan mangrove | Sampel penelitian | Mangrove |
| 4 | Nekromassa | Sampel penelitian | <i>Rhizophora sp.</i> |
| 5 | Serasah | Sampel penelitian | <i>dan Avicennia sp.</i> |
| 6 | Sedimen | Sampel penelitian | |

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penentuan Stasiun Pengamatan

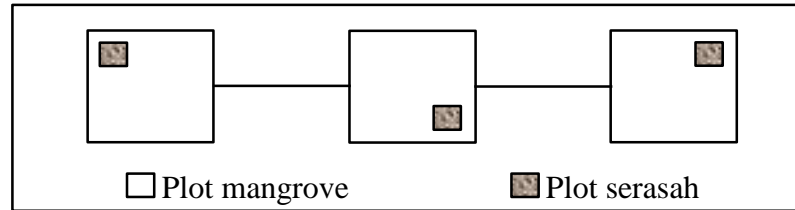
Stasiun pengamatan ditentukan dengan metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* ditentukan berdasarkan kriteria yang ditentukan oleh peneliti (Hazmi, 2017). Kriteria yang digunakan dalam penentuan stasiun pengamatan, yaitu:

1. stasiun 1 berada pada daerah dengan penutupan mangrove *Avicennia* sp. yang jarang atau jumlah pohon mangrove yang berada pada daerah tersebut berjumlah sedikit (Baderan, 2017),
2. stasiun 2 berada pada daerah dengan penutupan mangrove *Avicennia* sp. yang rapat atau jumlah pohon mangrove yang berada pada daerah tersebut berjumlah banyak (Baderan, 2017),
3. stasiun 3 berada pada daerah dengan penutupan mangrove dari jenis *Avicennia* sp. dan *Rhizophora* sp yang rapat
4. stasiun 4 berada pada daerah dengan penutupan mangrove *Rhizophora* sp. yang rapat, dan
5. stasiun 5 berada pada daerah dengan penutupan mangrove *Rhizophora* sp. yang jarang.

Masing-masing stasiun terdapat 3 plot pengamatan dengan jarak antar plot adalah 10 m. Letak stasiun pengamatan adalah sebagai berikut:

1. stasiun 1 berlokasi di 105.819722° BT dan -5.516635° LS,
2. stasiun 2 berlokasi di 105.817461° BT dan -5.530122° LS,
3. stasiun 3 berlokasi di 105.816371° BT dan -5.535163° LS,
4. stasiun 4 berlokasi di 105.818259° BT dan -5.540994° LS, dan
5. stasiun 5 berlokasi di 105.815655° BT dan -5.554116° LS.

Serasah mangrove diambil dalam plot pengamatan menggunakan transek dengan ukuran 0,5x0,5 m² yang diletakkan secara acak di dalam plot besar yang disajikan pada Gambar 6.

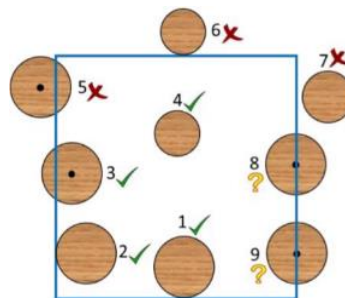


Gambar 6. Skema penentuan plot.

3.4.1.1 Pengukuran Karbon Tersimpan pada Tegakan Mangrove

Biomassa karbon tersimpan pada tegakan mangrove didapatkan dari pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan metode *non-destructive sampling*. Pengukuran tersebut dilakukan dengan cara mengukur keliling tegakan pohon pada ketinggian 1,3 m (setinggi dada orang dewasa). Pengukuran keliling pohon dilakukan untuk mendapatkan diameter pohon. Pengamatan di dalam plot transek berukuran $10 \times 10 \text{ m}^2$. Metode pengukuran tegakan mangrove dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. keliling pohon mangrove diukur berdasarkan pada posisi tegakan di dalam plot. Tegakan pohon yang diukur harus berada di dalam plot maupun setengah bagian dari tegakan pohon tersebut berada di dalam plot. Kriteria tegakan di dalam plot mengacu pada DLH Surabaya (2018), yaitu:
 - a. pohon yang benar-benar berada di dalam plot seperti no. 1-4 (Gambar 7),
 - b. pohon yang berada di dalam plot seperti no. 8 dan 9, dan
 - c. pohon yang berada di luar plot seperti no. 5 dianggap pohon tersebut di luar plot sama seperti no. 6 dan 7.



Gambar 7. Ilustrasi tegakan pohon di dalam dan di luar plot
Sumber: DLH Surabaya (2018).

2. keliling pohon diukur pada tegakan yang memiliki diameter $\geq 5 \text{ cm}$ menggunakan meteran jahit. Keliling pohon diukur pada posisi ketinggian pohon yang

diukur setinggi dada orang dewasa (DBH). Pengukuran keliling batang pohon mengacu pada SNI 7724:2011 tentang pengukuran dan perhitungan cadangan karbon hutan (BSN, 2011) (Lampiran 7):

- a. keliling pohon normal diukur pada ketinggian setinggi dada orang dewasa atau sekitar 1,3 m (Gambar 8.a),
- b. keliling pohon yang miring diukur pada ketinggian 1,3 m atau setinggi dada orang dewasa searah kemiringan pohon (Gambar 8.b),
- c. keliling pohon yang normal dengan kondisi tanahnya miring diukur dari permukaan tanah tertinggi (Gambar 8.c),
- d. keliling pohon yang cacat diukur pada bagian pohon yang sudah normal (Gambar 8.d),
- e. keliling pohon yang bercabang diukur pada ketinggian 1,3 m di bagian bawah cabang masih normal (Gambar 8.e),
- f. keliling pohon yang cabang dengan ketinggian percabangannya lebih dari 1,3 m diukur pada semua percabangan (Gambar 8.f),
- g. keliling pohon dengan akar penunjang diukur dari batas atas akar penunjangnya (Gambar 8.g),
- h. keliling pohon berbanir diukur pada ketinggian 1,3 m dari atas banirnya (Gambar 8.h), dan
- i. hasil pengukuran keliling batang pohon digunakan untuk mendapatkan nilai diameter yang ditulis dengan persamaan keliling lingkaran:

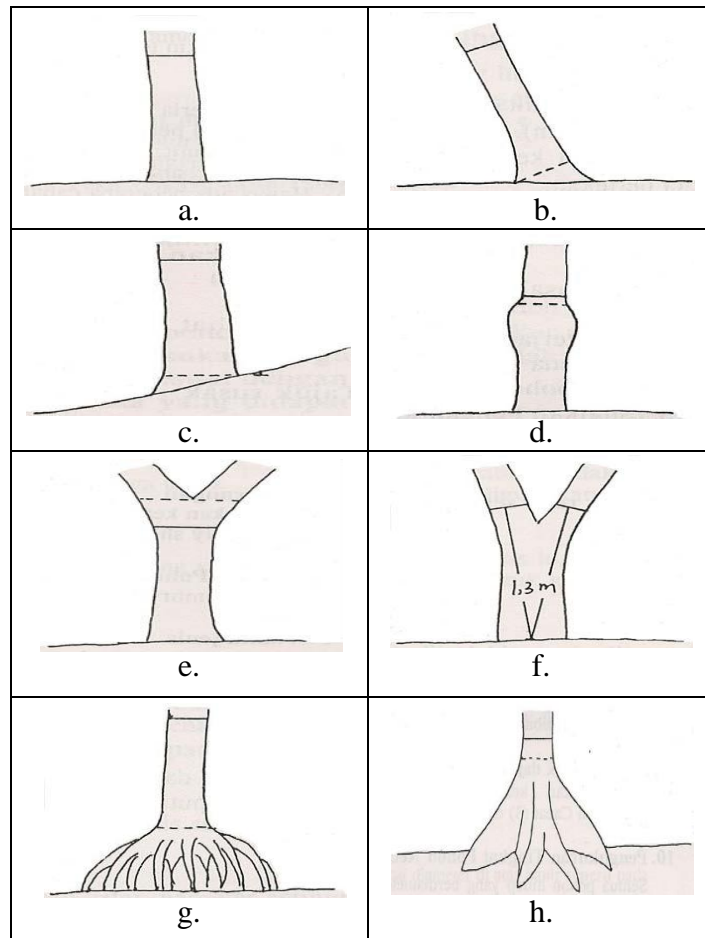
$$K = \pi r^2 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan=

K = keliling (cm²)

π = 3,14

r = jari-jari (cm)



Gambar 8. Pengukuran DBH pada berbagai kondisi pohon mangrove (BSN, 2011).

3. Analisis biomassa dihitung dari data tegakan pohon dengan menggunakan model persamaan allometrik (Lestari *et al.*, 2017):

$$\text{Biomassa } Rhizophora \text{ sp.} = 0,235 * DBH^{2,42} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Biomassa } Avicennia \text{ sp.} = 0,308 * DBH^{2,11} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan=

DBH = Diameter batang pohon setinggi dada (cm)

4. Karbon tersimpan dihitung dari konversi nilai kandungan biomassa berdasarkan persamaan yang mengacu pada SNI 7724:2011 tentang pengukuran dan perhitungan cadangan karbon hutan (BSN, 2011):

$$C = B \times 0,47 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan=

C = Kandungan karbon tersimpan dari biomassa (g)

B = Total biomassa (g)

3.4.1.2 Pengukuran Karbon Tersimpan pada Nekromassa

Pengukuran biomassa pada nekromassa dilakukan pada tegakan pohon mangrove yang sudah mati saja. Pengukuran nekromassa mengacu pada SNI 7724:2011 tentang pengukuran dan perhitungan cadangan karbon hutan (BSN, 2011):

1. pohon mangrove yang sudah mati (tegak/jatuh) diukur diameter setinggi dada (DBH) (Lampiran 7),
2. tinggi pohon yang sudah mati diukur secara keseluruhan dari permukaan tanah sampai bagian atas pohon,
3. volume pohon yang sudah mati dihitung menggunakan persamaan BSN (2011):

$$V_{pm} = \frac{1}{4} \pi (DBH)^2 \times t \times f \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan=

V_{pm} = Volume pohon mati (cm^3)

π = $\frac{22}{7}$ atau 3,14

DBH = Diameter pohon pada ketinggian dada (1,3 meter) (cm)

t = Tinggi total pohon mati (cm)

f = Faktor bentuk (Nilai faktor bentuk bervariasi tergantung jenis kayu.

Apabila data faktor bentuk tidak tersedia, maka dapat digunakan faktor bentuk 0,6)

4. sampel kayu mangrove *Rhizophora* sp. dan *Avicennia* sp. yang sudah mati dipotong sepanjang 10 cm lalu dikeringkan menggunakan oven selama 48 jam pada suhu 80°C . Berat jenisnya dihitung dengan persamaan BSN (2011):

$$BJ_{pm} = \frac{BK}{VS} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan=

BJ_{pm} = Berat jenis sampel kayu pohon (g/cm^3)

BK = Berat kering sampel kayu (g)

VS = Volume kering sampel kayu berukuran 10 cm (cm^3)

5. kandungan bahan organiknya dihitung dari persamaan (5) dan (6) yang mengacu pada BSN (2011):

$$B_{pm} = V_{pm} \times BJ_{pm} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan=

B_{pm} = Bahan organik pohon mati (g)

V_{pm} = Volume pohon mati mengacu pada persamaan (5) (cm^3)

BJ_{pm} = Berat jenis kayu pohon mati mengacu pada persamaan (6) (g/cm^3)

- jumlah karbon tersimpan di dalam nekromassa dihitung dengan persamaan (4).

3.4.1.3 Pengukuran Karbon Tersimpan pada Serasah

Pengukuran karbon yang tersimpan di dalam serasah dilakukan dengan mengacu pada SNI 7724:2011 tentang Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon Hutan (BSN, 2011) dengan tahapan sebagai berikut:

- serasah diambil dari plot ukuran $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$ (Lampiran 7),
- sampel dibersihkan dari lumpur maupun kotoran lainnya yang menempel,
- sampel yang sudah dibersihkan, kemudian ditimbang untuk mendapatkan nilai berat basah sampel (BB),
- sampel serasah dikeringkan di bawah sinar matahari,
- sampel serasah yang sudah kering diambil sebanyak 100 g kemudian dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 80°C selama 48 jam,
- setelah 48 jam, sampel tersebut didinginkan dan ditimbang untuk mengetahui berat keringnya (BK),
- kandungan bahan organik sampel serasah dihitung menggunakan persamaan BSN (2011):

$$BO = \frac{BK \text{ sampel}}{BB \text{ sampel}} \times BB_{Total} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan=

BO = Berat bahan organik (g)

BK = Berat Kering (g)

BB = Berat Basah (g)

- karbon tersimpan di dalam serasah dihitung dengan persamaan (4).

3.4.1.4 Hasil Konversi Karbon Tersimpan

Hasil pengukuran karbon tersimpan dikonversikan dengan menggunakan persamaan yang mengacu pada SNI 7724:2011 tentang pengukuran dan perhitungan cadangan karbon hutan (BSN, 2011) yang dimodifikasi sebagai berikut:

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{l_{plot}} \dots\dots\dots 9)$$

Keterangan=

C_n = Kandungan karbon tiap plot dalam kg C/m²

C_x = Kandungan karbon tiap plot dalam g C

1000 = Konversi kg menjadi g

10000 = Konversi m² menjadi cm²

l_{plot} = Luas plot (m²)

3.4.1.5 Pengukuran Fraksi Sedimen

Fraksi sedimen ditentukan dengan metode ayakan bertingkat (Triapriyasen *et al.*, 2016):

1. sampel sedimen diambil dengan *core sampler* berukuran tinggi 30 cm dan diameter 7,5 cm,
2. sampel sedimen kemudian dipotong menjadi 3 bagian masing-masing 10 cm,
3. sampel dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80° C selama 24 jam,
4. sampel yang sudah kering dihaluskan dengan menggunakan mortar,
5. sampel diayak pada pan *sieve shaker* untuk klasifikasi ukuran butir sedimennya (pasir kasar berukuran 510 mm, pasir halus berukuran 315 mm, debu kasar berukuran 305 mm, debu halus berukuran 203 mm, liat kasar berukuran 200 mm, dan liat halus berukuran 100 mm), dan
6. pengukuran fraksi sedimen dilakukan dengan menimbang sedimen yang tertinggal di setiap ayakan dengan persamaan (Triapriyasen *et al.*, 2016):

$$\% BA = \frac{B1}{B0} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan=

BA = Berat total sedimen di setiap ayakan (%)

B1 = Berat sedimen yang tertinggal disetiap ayakan (g)

B0 = Berat sedimen sebelum diayak (g)

3.4.1.6 Pengukuran C-organik dengan Metode *Walkey And Black*

Pengukuran C-organik pada tanah dilakukan dengan menggunakan metode *walkey and black* (Nadapdap *et al.*, 2020). Tahapan pengukuran C-organik adalah sebagai berikut:

1. sampel sedimen sebanyak 0,50 g yang telah dikeringanginkan kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer berukuran 500 ml,
2. larutan $K_2Cr_2O_7$ 1N sebanyak 10 ml ditambahkan ke dalam erlenmeyer yang berisi sedimen kemudian digoyangkan sampai larutan $K_2Cr_2O_7$ tercampur dengan sedimen,
3. setelah sedimen dan larutan $K_2Cr_2O_7$ tercampur, selanjutnya ditambahkan larutan H_2SO_4 pekat sebanyak 20 ml. Erlenmeyer digoyangkan kembali dan setelah tercampur, erlenmeyer didiamkan selama 30 menit,
4. setelah 30 menit, dilakukan pengenceran dengan menambahkan air akuades sebanyak 200 ml,
5. indikator ferroin 0,025 M sebanyak 3-4 tetes ditambahkan ke dalam larutan yang sudah diencerkan,
6. larutan dititrasi menggunakan buret dengan menambahkan larutan $FeSO_4$ 0,5 N
7. perhitungan C-organik dilakukan menggunakan persamaan (Ohorella *et al.*, 2011):

$$\% \text{ C-organik} = \frac{(\text{ml } K_2Cr_2O_7) \times 0,003 \times f \times 100 \%}{BKM} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan=

f = ketetapan (1,33)

BKM = Berat kering (g)

8. Setelah didapatkan nilai % C-organik, total karbon tersimpan di sedimen dihitung dengan menggunakan persamaan yang mengacu pada SNI 7724:2011 tentang pengukuran dan perhitungan cadangan karbon hutan (BSN, 2011).

$$C_t = \%C\text{-organik} \times \rho \times kd \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan=

C_t = Karbon tersimpan di sedimen (g/cm^2)

kd = Kedalaman sampel (cm)

ρ = Perbandingan dari berat kering (g) dan volume sampel (cm^3)

9. Hasil perhitungan C-organik tanah per meter menggunakan persamaan (13):

$$C_{\text{tanah}} = C_t \times 10 \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan=

C_{tanah} = Kandungan C-organik tanah per meter (kg/m^2)

10 = Faktor konversi dari g/cm^2 ke kg/m^2

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa karbon tersimpan tertinggi di Register 15 terdapat pada tegakan dengan nilai 29,92 kg C/m², pada nekromassa sebesar 0,33 kg C/m², dan terendah pada serasah sebesar 0,18 kg C/m². Sementara itu karbon tersimpan tertinggi diperoleh dari substrat yang didominasi liat kasar sebesar 169,71 kg C/m².

5.2 Saran

Perlunya menjaga dan melestarikan hutan mangrove karena kemampuannya dalam menyerap dan menyimpan karbon untuk mengurangi pemanasan global. Semakin tinggi populasi dan ukuran mangrove, maka karbon tersimpan akan semakin banyak baik di bagian atas maupun di bawah permukaan hutan mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Y. L., Muryono, M., dan Purnobasuki, H. 2011. Estimasi stok karbon pada tegakan pohon *Rhizophora stylosa* di Pantai Talang Iring, Pamekasan Madura. *Jurnal Biologi*. 1(1): 2-12.
- Akbar, C., Arsepta, Y., Dewiyanti, I., dan Bahri, S. 2019. Dugaan serapan karbon pada vegetasi mangrove, di kawasan mangrove Desa Beureunut, Kecamatan Seulimum, Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*. 1(2): 11-22.
- Anggraeni, C. P., Rosidi, M., dan Satria, I. P. 2017. *Estimasi Stok Karbon di Kawasan Mangrove Pantai Timur Kota Surabaya*. Dinas Lingkungan Hidup. Surabaya. 95 hlm.
- Ati, R. N. A., Rustam, A., Kepel, T. L., Sudirman, N., Astrid, M., Daulat, A., dan Hutahaean, A. A. 2014. Stok karbon dan struktur komunitas mangrove sebagai *blue carbon* di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*. 10(2): 119-127.
- Azzahra, F. S., Suryanti, S., dan Febrianto, S. 2020. Estimasi serapan karbon pada hutan mangrove Desa Bedono, Demak, Jawa Tengah. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(2): 308-315.
- (BSN) Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. Badan Standarisasi Nasional (SNI 7724:2011). Jakarta. 16 hlm.
- Baderan, D. W. K. 2017. *Serapan Karbon Hutan Mangrove Gorontalo*. Deepublish. Yogyakarta. 97 hlm.
- Bengen, D.G. 2000. *Ekosistem dan Sumber Daya Alam Pesisir*. Pusat Sumberdaya Pesisir dan Laut. Bogor. 72 hlm
- Bengen, D. G. 2004. *Mengenal dan Memelihara Mangrove*. Pusat Sumberdaya Pesisir dan Laut. Bogor. 90 hlm.
- Bogner, J., Pipatti, R., Hashimoto, S., Diaz, C., Mareckova, K., Diaz, L., dan Zhang, T. 2008. Mitigation of global greenhouse gas emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. *Journal of Waste Management and Research*. 26(1): 11-32.

- Campbell, N. A., Reece, J. B. and Mitchell, L. G. 2002. *Biologi*. Erlangga. Jakarta. 1247 hlm.
- Darmadi, Lewaru, M. W., dan Khan, A. M. 2012. Struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan karakteristik substrat di Muara Harmin Desa Cangkring Kecamatan Cantigi Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 3(3): 347-358.
- Darmawijaya. 1990. *Klasifikasi Tanah*. Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 411 hlm.
- Dharmawan, I.W. S. dan Siregar, C. S. 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. 2010. Pendugaan biomasa karbon di atas tanah pada tegakan *Rhizophora mucronata* di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 15(1): 50-56.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya (DLH). 2018. *Estimasi Stok Karbon di Kawasan Mangrove Pantai Utara Kota Surabaya*. Pemerintah Kota Surabaya. Surabaya. 95 hlm.
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., and Kanninen, M. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Journal of Nature Geoscience*. 4(5), 293-297.
- Fatchan, A. 2013. *Geografi Tumbuhan dan Hewan*. Ombak. Yogyakarta. 472 hlm.
- Foth, H. D. 1998. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 782 hlm.
- Hairiah, K. dan Rahayu, S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre. Bogor. 77 hlm.
- Hakim, M. A., Martuti, N. K. T., dan Irsadi, A. 2016. Estimasi stok karbon mangrove di Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Journal of Life Science*. 5(2): 87-94.
- Handoyo, E., Amin, B., and Elizal, E. 2020. Estimation of carbon reserved in mangrove forest of Sungai Sembilan Sub-District, Dumai City, Riau Province. *Journal of Aquatic Sciences*. 3(2): 123-134.
- Hazmi, I. B. A. 2017. *Penyerapan Karbon Dioksida (CO₂) pada Daun, Serasah Daun, dan Sedimen Mangrove *Sonneratia Caseolaris* (L) Engler Kategori Tiang di Kawasan Mangrove Tlocor, Kabupaten Sidoarjo*. (Disertasi). Univ. Brawijaya. Malang. 45 hlm.

- Heriyanto, N. M., dan Subiandono, E. 2012. Komposisi dan struktur tegakan, biomasa, dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 9(1): 023-032.
- Howard, J., McLeod, E., Thomas, S., Eastwood, E., Fox, M., Wenzel, L., and Pidgeon, E. 2017. The potential to integrate blue carbon into MPA design and management. *Journal of Aquatic Conservation*. 27(1): 100-115.
- Imiliyana, A., Muryono, M., dan Purnobasuki, H. 2012. Estimasi stok karbon pada tegakan pohon *Rhizophora stylosa* di Pantai Camplong, Sampang Madura. *Jurnal Biologi*. 1(1): 1-13.
- Indah, R., Jabarsyah, A., dan Laga, A. 2010. Perbedaan substrat dan distribusi jenis mangrove (studi kasus: hutan mangrove di Kota Tarakan). *Jurnal Harpodon Borneo*. 3(1): 1-19.
- Irsadi, A., Martuti, N. K. T., Nugraha, S. B. 2017. Estimasi stok karbon mangrove di Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 15(2): 119-128.
- Lembang, R. K., Huliselan, S., dan Adji, F. 2019. Pendugaan biomassa dan karbon tersimpan mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba* di Desa Simau. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*. 3(1): 68-72.
- Lestari, T. A. dan Rahadian, A. 2017. *Metode Kuantifikasi Pendugaan Cadangan Karbon Ekosistem Mangrove. Mangroves for the Future Indonesia*. Bogor. 52 hlm.
- Lestariningsih, W.A., N. Soenardjo, dan R. Pribadi. 2018. Estimasi cadangan karbon pada kawasan mangrove di Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*. 7(2): 121 – 130.
- Mandari, D. Z., Gunawan, H., dan Isda, M. N. 2016. Penaksiran biomassa dan karbon tersimpan pada ekosistem hutan mangrove di Kawasan Bandar Bakau Dumai. *Jurnal Riau Biologia*. 1(1): 17-23.
- Masruroh, L. dan Insafitri, I. 2020. Pengaruh jenis substrat terhadap kerapatan vegetasi *Avicennia marina* di Kabupaten Gresik. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan (JUVENIL)*. 1(2): 151-159.
- Muslikah, N. dan Eriza, A. O., 2013. Masyarakat peduli pelestarian hutan mangrove di Desa Purworejo Pasir Sakti Lampung Timur. *Jurnal Wahana Berita Mangrove Indonesia (WANAMINA)*. 1 (1): 25-27.
- Mutiara, M. T. 2016. *Biomassa dan Serapan Karbon (Carbon Sequestration) pada Tegakan, Nekromassa Kayu dan Substrat Mangrove di Bulaksetra, Pangandaran*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 22 hlm.

- Nadapdap, N. S., Perwira, I. Y., dan Ernawati, N. M. 2020. Analisis karbon, nitrogen, dan total bakteri pada substrat dasar tambak udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) pada pertengahan masa tanam di Desa Sanggalangit, Buleleng, Bali. *Journal of Current Trends in Aquatic Science*. 3(1): 97-105.
- Nedhisa, P. I. dan Tjahjaningrum, I. T. 2019. Estimasi biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dengan persamaan allometrik. *Jurnal Sains dan Seni*. 8(2): 61-65.
- Ohorella, S. dan Hilmanto, R. 2011. kajian kandungan bahan organik tanah yang tersimpan pada lahan agroforestri dengan sistem tebas dan bakar (*slash and burn*). *Jurnal Agrohut*. 2(2): 119-127.
- Oktaviona, S., Amin, B., and Ghalib, M. 2017. Carbon stock assesment on mangrove forest ecosystem in Jorong Ujuang Labuang District Agam West Sumatera Province. *Jurnal Fakultas Perikanan dan Kelautan Univ. Riau*. 1(1): 1-12.
- Pebriandi, P., Sribudiani, E., and Mukhamadun, M. 2013. Estimation of the carbon potential in the above ground at the stand level poles and trees in Sentajo Protected Forest. *Jurnal Kehutanan Univ. Riau*. 1(1): 1-13
- Pemerintah Daerah Kabupaten Lampung Timur (Pemkab. Lampung Timur). 2002. *Peraturan Daerah Kabupaten Lampung Timur Nomor: 03 tahun 2002 tentang Rehabilitasi Pesisir, Pantai dan Laut dalam Wilayah Kabupaten Lampung Timur*. Pemkab. Lamtim. Sukadanan. 9 hlm.
- Prakoso, T. B., Afiati, N., dan Suprpto, D. 2017. Biomassa kandungan karbon dan serapan CO₂ pada tegakan mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove Bedono, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. 6(2): 156-163.
- Purnobasuki, H. 2012. Pemanfaatan hutan mangrove sebagai penyimpan karbon. *Buletin PSL Universitas Surabaya*. 28(3-5): 1-6.
- Rahmah, F., Basri, H., dan Sufardi, S. 2015. Potensi karbon tersimpan pada lahan mangrove dan tambak di Kawasan Pesisir Kota Banda Aceh. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. 4 (1): 527-534.
- Ratnaningsih, A.T. 2006. *Pendugaan Kandungan Karbon pada Acacia crassiparpa di Hutan Rawa Gambut: Studi Kasus di IUPHHK-HT PT. RAPP Kabupaten Pelalawan*. (Tesis). Univ. Riau. Pekanbaru. 69 hlm.
- Rusolono, T., Tiriyana, T., Purwanto, J., dan Sumantri, H. 2015. *Panduan Survei Cadangan Karbon dan Keanekaragaman Flora di Sumatera Selatan*. GIZ BIOCLIME. Palembang. 71 hlm.

- Rutzler, K. 1969. The mangrove community: aspects of its structure, faunistics, and ecology. *Journal of Lagunas Costeras*. 5(1): 515-536.
- Safe'i, R., Sari, R. N., Iswandaru, D., Latumahina, F. S., Taskirawati, I., and Kaskoyo, H. 2021. Biodiversity and site quality as indicators of mangrove forest health Pasir Sakti, Indonesia. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology Journal*. 25(2): 4400-4410.
- Shofanduri, A., Lianah., dan Hariz, A. R. 2018. Perbandingan kualitas tanah di Pantai Alasdowo Kabupaten Pati dengan Pantai Mangunharjo Kota Semarang seba-ai media pertumbuhan mangrove *Rhizophora sp.* *Journal of Biology Education (JOBE)*. 1(2): 1-14.
- Sianturi, R. dan Masiyah, S. 2018. Estimasi stok karbon mangrove di Muara Sungai Kumbe Distrik Malind Kabupaten Merauke. *Musamus Fisheries and Marine Journal*. 1(1): 24-32.
- Sjostrom, M. and Ogren, E. 1990. Estimation of the effect of photoinhibition on the carbon gain in leaves of a willow canopy. *Journal of Planta*. 181(4): 560-567.
- Sondak, C. F. 2015. Estimasi potensi penyerapan karbon biru (*blue carbon*) oleh hutan mangrove Sulawesi Utara. *Journal of Asean Studies on Maritime Issues*. 1(1): 24-29.
- Sugirahayu, L. dan Rusdiana O. 2011. Perbandingan simpanan karbon pada beberapa penutupan lahan di Kabupaten Paser, Kalimantan Timur berdasarkan sifat fisik dan sifat kimia tanahnya. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 2(3): 149-155.
- Suryono, S., Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R., dan Rozy, E. F. 2018. Estimasi kandungan biomassa dan karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Journal of Buletin Oseanografi Marina*. 7(1): 1-8.
- Sutaryo, D. 2009. *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. *Wetlands International Indonesia Programme*. Bogor. 39 hlm.
- Tamoooh, F., Huxham, M., Karachi, M., Mencuccini, M., Kairo, J. G., and Kirui, B. 2008. Below-ground root yield and distribution in natural and replanted mangrove forests at Gazi Bay, Kenya. *Journal of Forest Ecology and Management*. 256(6): 1290-1297.
- Taqwa, R. N., dan Muskananfola, M. R. 2014. Studi hubungan substrat dasar dan kandungan bahan organik dalam sedimen dengan kelimpahan hewan makrobenthos di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. 3(1): 125-133.

- Triapriyasen, A., Muslim, M., dan Suseno, H. 2016. Analisis jenis ukuran butir sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Journal of Oseanografi*. 5(3): 309-316.
- Trisnawati, T., Wardati, W., dan Yulia, A. 2017. Pertumbuhan bibit mangrove (*Rhizophora* sp.) pada medium hidraquent yang diberi beberapa dosis NPK. *Jom Faperta*. 4(2): 1-10.
- (USDA) United States Department of Agriculture. 2018. *Field Instructions for the Annual Inventory of California, Oregon and Washington*. PNW Research Station. Portland. 30 hlm..
- Vera, H. D., Rifardi, dan Elizal. 2019. Analisis fraksi sedimen di Perairan Selat Padang Sungai Pakning Provinsi Riau. *Jurnal Fakultas Perikanan dan Kelautan Univ. Riau*. 1(1): 1-14.
- Windarni, C., Setiawan, A., dan Rusita, R. 2018. Estimasi karbon tersimpan pada hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 6 (1): 66-74.
- Yuliasamaya, Darmawan, A., dan Hilmanto, A. 2014. Perubahan tutupan hutan mangrove di Pesisir Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 2 (3): 111-124.
- Zulkifli, H. 2010. Pendidikan lingkungan bagi masyarakat sebagai mitigasi dampak perubahan iklim melalui upaya penyimpanan karbon pada kawasan hijau. *FORUM MIPA*. 13 (2): 111-116.