

**DISERTASI**

**CADANGAN KARBON BERBAGAI TIPE PENUTUPAN  
VEGETASI DI PULAU KECIL**

*Studi Kasus Pulau Karang Timbul (Raised Coral Island)  
Marsegu Seram Bagian Barat. Provinsi Maluku*

Disusun dan diajukan oleh

**IRWANTO**

**P013171009**



**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**CADANGAN KARBON BERBAGAI TIPE PENUTUPAN  
VEGETASI DI PULAU KECIL**

*Studi Kasus Pulau Karang Timbul (Raised Coral Island)  
Marsegu Seram Bagian Barat. Provinsi Maluku*

**Disertasi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Doktor**

**Program Studi  
Ilmu Pertanian**

**Disusun dan diajukan Oleh**

**IRWANTO**

**Kepada**

**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**LEMBARAN PENGESAHAN DISERTASI**

**CADANGAN KARBON BERBAGAI TIPE PENUTUPAN  
VEGETASI DI PULAU KECIL**

*Studi Kasus Pulau Karang Timbul (Raised Coral Island)  
Marsegu Seram Bagian Barat. Provinsi Maluku*

**Disusun dan diajukan oleh**

**IRWANTO**

**P013171009**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Doktor Program Studi Ilmu Pertanian Sekolah Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 07 Oktober 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

**Menyetujui**

**Promotor**

  
Prof. Dr. Ir. Samuel Arung Paembonan, MSc  
NIP. 195501151981021002

**Co-Promotor**

**Co-Promotor**

  
Prof. Dr. Ir. Ngakan Putu Oka, M.Sc.  
NIP. 196003301988111001

  
Dr. Risma Illa Maulany, S.Hut, M.NatRest  
NIP. 197703172005012001

**Ketua Program Studi**

**Dekan Sekolah Pascasarjana**

  
Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, M.Si  
NIP. 196306061988031004

  
Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc  
NIP. 196703081990031001

## PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : IRWANTO  
Nomor Induk Mahasiswa : P013171009  
Program Studi : Ilmu Pertanian  
Jenjang : S3

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**CADANGAN KARBON BERBAGAI TIPE PENUTUPAN VEGETASI  
DI PULAU KECIL.**

*Studi Kasus Pulau Karang Timbul (Raised Coral Island)  
Marsegu Seram Bagian Barat. Provinsi Maluku.*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 07 Oktober 2021

Yang Menyatakan

  
  
IRWANTO

## **PROMOTOR, KOPROMOTOR DAN PENGUJI**

- i. PROMOTOR : Prof. Dr. Ir. Samuel Arung Paembonan, M.Sc.
- ii. KOPROMOTOR : Prof. Dr. Ir. Ngakan Putu Oka, M.Sc.
- iii. KOPROMOTOR : Dr. Risma Illa Maulany, S.Hut., M.NatRest.
- iv. PENGUJI : Prof. Dr. Iswara Gautama, M.Si.
- v. PENGUJI : Prof. Dr. Ir. Daud Malamassam, M.Agr.
- vi. PENGUJI : Dr. Ir. Syamsuddin Millang, MS.
- vii. PENGUJI : Andang Suryana Soma, S.Hut.,MP.,Ph.D
- viii. PENGUJI EKSTERNAL : Prof. Dr. Erny Poedjirahajoe, MP

## PRAKATA

Puji dan syukur Penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Kuasa atas kasih dan rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Disertasi dengan judul "Cadangan Karbon Berbagai Tipe Penutupan Vegetasi Di Pulau Kecil. Studi Kasus Pulau Karang Timbul (*Raised Coral Island*) Marsegu Seram Bagian Barat. Provinsi Maluku". Semoga disertasi ini dapat memberikan informasi dan menjadi referensi cadangan karbon pada pulau karang timbul (*Raised Coral Island*). Selain itu dapat menjadi pertimbangan dalam pengelolaan kawasan hutan lindung Pulau Marsegu untuk pengembangan wisata berwawasan lingkungan.

Pada kesempatan ini Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Samuel Arung Paembonan, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Ngakan Putu Oka, M.Sc. dan Dr. Risma Illa Maulany, S.Hut., M.NatRest. sebagai promotor dan ko-promotor yang telah membimbing penulis dalam sejak kegiatan perkuliahan, pemilihan tema dan judul, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan disertasi ini.
2. Prof.Dr.Iswara Gautama,M.Si., Prof. Dr. Ir. Daud Malamassam, M.Agr., Dr. Ir. Syamsuddin Millang, MS., dan Andang Suryana Soma, S.Hut.,MP.,Ph.D sebagai tim penilai/penguji yang sudah memberikan saran-saran dan masukan yang bersifat konstruktif untuk melengkapi disertasi ini.
3. Prof. Dr. Erny Poedjirahajoe, MP sebagai penguji eksternal dari Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada yang meluangkan waktu dan bersedia memberi masukan yang berharga.

4. Rektor Universitas Hasanuddin, Direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Ketua Program Studi S3 Ilmu Pertanian dan seluruh tenaga pengajar yang sudah memberikan kesempatan, mengarahkan, memberikan ilmu dan menyediakan sarana dan prasarana selama studi bagi penulis.
5. Rektor Universitas Pattimura, Dekan Fakultas Pertanian dan Ketua Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura yang memberikan kesempatan dan izin kepada penulis untuk melanjutkan Pendidikan S-3.
6. LPDP (Lembaga Pengelola Dana Pendidikan) Kementerian Keuangan RI yang sudah memberikan beasiswa Program BUDI-DN bagi penulis dalam melanjutkan pendidikan doktoral.
7. Gubernur Maluku, Bupati Seram Bagian Barat, Kepala BPKH Maluku, Kepala BKSDA Maluku, Kepala KPH Seram Bagian Barat dan Kepala Desa Eti yang memberikan izin dan membantu dalam pelaksanaan penelitian.
8. Dr. Ir. Budiaman, MP dan Jan. W. Hatulesila, S.Hut, M.Si, serta Bapak Ibu seluruh rekan seperjuangan Program Studi Ilmu Pertanian S-3 Angkatan 2017 Universitas Hasanuddin.
9. Prof. Dr. Ir. M. J. Pattinama, DEA, yang telah membantu secara moral dan material dalam proses perkuliahan, penelitian sampai penyusunan disertasi.
10. Prof. Dr. Ir. Gun Mardiatmoko, Ir. R. Loppies, MScF, Dr. Ir. D. Liliefna, MS, Dr. Ir. P. P.E. Papilaya, MScF, dan Dr. H. Lelloltery, S.Hut, MP yang memberikan masukan dan saran-saran kepada penulis.

11. Bapak Ibu Dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura : A. Sahupala, S.Hut, MP, Ir. L. Pelupessy, MS, Ir. J.J. Hitipeuw, MScF, Ir. Th. Silaya, MP, H.E.S. Aponno, S.Hut, MP, dan seluruh rekan Jurusan Kehutanan yang sudah memberikan sumbangan pemikiran selama studi.
12. Drs. Mat Elly, La Ode Hasanudin, S.Hut dan Abdan Syukur Ely, S.Hut yang banyak membantu dalam proses penelitian dan pengambilan data di lapangan.
13. Mama terkasih, Adik Tato dan Fendi yang mendukung penulis secara moral selama masa studi.
14. Istri Tercinta Monica, Anak-anak tersayang Queen Athalia, Yehuda Excelfino, Marvelous David dan Miraculous Jonathan yang selalu mendukung penulis selama perkuliahan sampai pada penyusunan disertasi.
15. Semua pihak yang terlibat membantu penulis dari saat perkuliahan, pra-penelitian, penelitian dan penyusunan disertasi, yang belum sempat disebutkan satu per satu.

Semoga Tuhan yang Maha Kuasa membalas kebaikan dan memberikan PertolonganNya Bagi Kita Semua.

Makassar, Oktober 2021

P e n u l i s.

## ABSTRAK

**IRWANTO.** CADANGAN KARBON BERBAGAI TIPE PENUTUPAN VEGETASI DI PULAU KECIL. Studi Kasus Pulau Karang Timbul (Raised Coral Island) Marsegu Seram Bagian Barat. Provinsi Maluku. (dibimbing oleh Samuel Arung Paembonan, Ngakan Putu Oka dan Risma Illa Maulany).

Penelitian ini bertujuan: 1. Mendeskripsikan struktur, komposisi dan keanekaragaman vegetasi berdasarkan tipe penutupan dan perkembangan vegetasi pada Pulau Karang Timbul (*Raised Coral Island*) Marsegu. 2. Menghitung cadangan karbon dan perbedaannya berdasarkan tipe penutupan, zonasi dan tingkat suksesi vegetasi pada berbagai komunitas di Pulau Marsegu. 3. Menganalisis hubungan karakteristik fisik-kimia tempat tumbuh, luas bidang dasar, kerapatan dan Keanekaragaman spesies terhadap cadangan karbon berbagai tipe penutupan vegetasi di Pulau Marsegu.

Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon menggunakan panduan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7724:2011, dengan modifikasi pada bagian tertentu. Pendugaan cadangan karbon hutan dilakukan pada 5 (lima) pool karbon yaitu: biomassa di atas permukaan tanah, biomassa serasah, biomassa pohon mati dan kayu mati (necromass), biomassa di bawah permukaan dan kandungan karbon organik tanah. Hubungan faktor fisik-kimia tempat tumbuh, LBDS, Kerapatan dan keanekaragaman spesies, digunakan analisis multivariate dengan metode *Backwards Elimination Procedure*.

Hasil penelitian menunjukkan Pulau Marsegu sebagai pulau karang timbul (*Raised Coral Island*) memiliki komunitas hutan batu karang sekunder, komunitas hutan mangrove, komunitas hutan pantai dan komunitas suksesi Imperata, bertumbuh di atas tanah dengan karakteristik fraksi pasir yang tinggi. Cadangan karbon total pada Pulau Marsegu sebesar **48.566,234 ton** atau serapan CO<sub>2</sub> sebesar **178.076,190 ton**. Cadangan karbon total per hektar berturut-turut sebagai berikut: mangrove zona distal 406,580 ton/ha, mangrove zona middle 317,418 ton/ha, mangrove zona proximal 234,074 ton/ha, hutan pantai 205,430 ton/ha, kebun kelapa 159,937 ton/ha, perbatasan mangrove 147,012 ton/ha, vegetasi ketapang 137,977 ton/ha, *Imperata cylindrica* 129,955 ton/ha, hutan batu karang sekunder akhir 116,662 ton/ha, hutan batu karang sekunder teengah 84,462 ton/ha, rehabilitasi Imperata 82,920 ton/ha dan hutan batu karang sekunder awal 58,530 ton/ha. Kapasitas tukar kation dan luas bidang dasar berpengaruh positif sedangkan kandungan fosfor tersedia berpengaruh negatif terhadap cadangan karbon total per hektar pada komunitas vegetasi Pulau Marsegu.

Kata Kunci: Cadangan Karbon, Tipe Vegetasi, Pulau Karang Timbul, Pulau Kecil, Pulau Marsegu.

## ABSTRACT

**IRWANTO.** CARBON STOCKS OF VARIOUS TYPES OF VEGETATION COVERAGE ON A SMALL ISLAND. Case Study of Raised Coral Island, Marsegu, West Seram. Maluku Province. (supervised by Samuel Arung Paembonan, Ngakan Putu Oka and Risma Illa Maulany).

This study aims to 1. Describe the vegetation structure, composition, and diversity based on the type of cover and vegetation development on the Raised Coral Island of Marsegu. 2. Calculate carbon stocks and their differences based on the type of cover, zonation, and succession stages of vegetation in various communities on Marsegu Island. 3. Analyze the relationship between the physical-chemical characteristics of the growth place, basal area, density, and species diversity to the differences in carbon stocks in various vegetation cover types on Marsegu Island.

The measurement and calculation of carbon stocks used SNI guidelines (Indonesian National Standard) 7724:2011, modified in certain parts. Estimated forest carbon stocks were carried out in 5 (five) carbon pools: above-ground biomass, litter biomass, dead tree biomass, and necromass, below-ground biomass, and soil organic carbon content. The relationship between physical-chemical factors of growth place, basal area, density, and species diversity, used multivariate analysis with Backwards Elimination Procedure method.

The results showed that Marsegu Island, as a Raised Coral Island, has a secondary coastal limestone forest community, mangrove forest community, coastal forest community, and Imperata succession community, growing above ground with high sand fraction characteristics. The total carbon stock on Marsegu Island was 48,566.234 tonnes or CO<sub>2</sub> sequestration of 178,076.190 tonnes. The total carbon stock per hectare was as follows: distal zone mangrove of 406.580 t/ha, middle zone mangrove of 317.418 t/ha, proximal zone mangrove of 234.074 t/ha, the coastal forest of 205.430 t/ha, coconut plantation of 159.937 t/ha, mangrove border of 147.012 t/ha, Terminalia sp vegetation of 137.977 t/ha, Imperata cylindrica of 129.955 t/ha, late secondary coastal limestone forest of 116.662 t/ha, middle secondary coastal limestone forest of 84.462 t/ha, Imperata rehabilitation of 82.920 t/ha, and early secondary coastal limestone forest of 58.530 t/ha. Cation exchange capacity and basal area have a positive effect, while available phosphorus content negatively affects total carbon stock per hectare in the vegetation community of Marsegu Island.

*Keywords: Carbon Stocks, Types Of Vegetation, Raised Coral Island, Small Island, Marsegu Island.*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
LEMBARAN JUDUL .....	i
LEMBARAN PENGESAHAN .....	ii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	6
E. Novelty Penelitian .....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	8
A. Definisi Biomassa .....	8
B. Penghitungan Biomassa Hutan .....	10
C. Perkiraan Biomassa Hutan/Pohon .....	12
D. Karbon Hutan .....	15
E. Pulau Karang Timbul ( <i>Raised Coral Island</i> ) .....	19
F. Pulau Marsegu .....	21
G. Kerangka Konseptual .....	26
H. Penelitian Terdahulu .....	27
I. Definisi Operasional .....	30
III. METODE PENELITIAN .....	43
A. Lokasi dan Waktu .....	43
B. Populasi dan Teknik Sampel .....	44
C. Bentuk dan Ukuran Plot Penelitian .....	49

D. Alat dan Bahan .....	51
E. Prosedur Penelitian .....	53
F. Analisis Data .....	59
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	74
A. Hasil Penelitian .....	74
1. Struktur dan Komposisi .....	74
1.1. Komunitas Hutan Batu Karang Sekunder .....	74
1.2. Komunitas Hutan Mangrove .....	86
1.3. Komunitas Hutan Pantai .....	95
1.4. Komunitas Suksesi Imperata .....	105
2. Cadangan dan Serapan Karbon .....	115
2.1. Komunitas Hutan Batu Karang Sekunder .....	115
2.2. Komunitas Hutan Mangrove .....	128
2.3. Komunitas Hutan Pantai .....	137
2.4. Komunitas Suksesi Imperata .....	149
2.5. Cadangan Karbon Total di Pulau Marsegu .....	161
2.6. Potensi Serapan CO <sub>2</sub> di Pulau Marsegu .....	166
3. Karakteristik Fisik Kimia Tempat Tumbuh .....	168
3.1. Komunitas Hutan Batu Karang Sekunder .....	168
3.2. Komunitas Hutan Mangrove .....	170
3.3. Komunitas Hutan Pantai .....	172
3.4. Komunitas Suksesi Imperata .....	174
4. Hubungan Fisik Kimia Tempat Tumbuh, Luas Bidang Dasar, Kerapatan Pohon dan Keanekaragaman spesies, dengan Cadangan Karbon .....	176
B. Pembahasan .....	181
1. Cadangan Karbon pada Berbagai Tipe Vegetasi.....	181
1.1. Komunitas Hutan Batu Karang Sekunder .....	181
1.2. Komunitas Hutan Mangrove .....	194
1.3. Komunitas Hutan Pantai .....	205
1.4. Komunitas Suksesi Imperata .....	215

2. Perbedaan Cadangan Karbon pada Berbagai Tipe Vegetasi .....	227
3. Hubungan Fisik Kimia Tempat Tumbuh, Luas Bidang Dasar, Kerapatan Pohon dan Keanekaragaman Spesies dengan Cadangan Karbon .....	231
4. Diskusi Umum .....	237
V. PENUTUP .....	242
A. Kesimpulan .....	242
B. Saran .....	243
DAFTAR PUSTAKA .....	245
LAMPIRAN-LAMPIRAN .....	264

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
2.1. Penelitian Terdahulu Mengenai Cadangan Karbon.....	27
3.1. Tipe Vegetasi, Titik Azimut dan Arah Jalur Penelitian.....	48
3.2. Alometrik sesuai Spesies untuk penghitungan Bagian Atas Pohon Mangrove.....	61
3.3. Alometrik jenis pohon untuk Komunitas hutan batu karang sekunder, hutan pantai dan suksesi <i>Imperata cylindrica</i> .....	42
3.4. Matriks Penelitian Penghitungan Cadangan Karbon di Berbagai Tipe Penutupan Vegetasi Pulau Marsegu. .	72
4.1. Komposisi Spesies Hutan Batu Karang Sekunder Tingkat Pohon. ....	75
4.2. Komposisi Spesies Hutan Batu Karang Sekunder Tingkat Tiang. ....	78
4.3. Komposisi Spesies Hutan Batu Karang Sekunder Tingkat Pancang.....	80
4.4. Komposisi Spesies Hutan Batu Karang Sekunder Tingkat Semai. ....	82
4.5. Komposisi Spesies Hutan Mangrove Tingkat Pohon.....	88
4.6. Komposisi Spesies Hutan Mangrove Tingkat Tiang.....	89
4.7. Komposisi Spesies Hutan Mangrove Tingkat Pancang .....	91
4.8. Komposisi Spesies Hutan Mangrove Tingkat Semai. ....	92
4.9. Komposisi Spesies Komunitas Hutan Pantai Tingkat Pohon. .	96
4.10. Komposisi Spesies Komunitas Hutan Pantai Tingkat Tiang. ..	98
4.11. Komposisi Spesies Komunitas Hutan Pantai Tingkat Pancang. 100	100
4.12. Komposisi Spesies Komunitas Hutan Pantai Tingkat Semai. .	102
4.13. Komposisi Spesies Komunitas Suksesi Imperata Tingkat Tiang. ....	107

4.14. Komposisi Spesies Komunitas Suksesi Imperata Tingkat Tiang. ....	108
4.15. Komposisi Spesies Komunitas Suksesi Imperata Tingkat Pancang.....	110
4.16. Komposisi Spesies Komunitas Suksesi Imperata Tingkat Semai .....	111
4.17. Biomassa Atas Pohon Komunitas Hutan Batu Karang Sekunder .	117
4.18. Biomassa Bawah Permukaan Hutan Batu Karang Sekunder .....	118
4.19. Biomassa Pohon Mati dan Kayu Mati (kg/ha) .....	118
4.20. Biomassa Nekromas Kecil .....	119
4.21. Biomassa Tumbuhan Bawah .....	120
4.22. Biomassa Serasah .....	121
4.23. Karbon Atas Pohon Hutan Batu Karang Sekunder .....	121
4.24. Karbon Bawah Permukaan Hutan Batu Karang Sekunder.....	122
4.25. Karbon Pohon Mati dan Kayu Mati (Nekromas).....	123
4.26. Karbon Nekromas Kecil Hutan Batu Karang Sekunder .....	123
4.27. Karbon Tumbuhan Bawah Hutan Batu Karang Sekunder .....	124
4.28. Karbon Serasah Hutan Batu Karang Sekunder .....	125
4.29. Karbon Tanah Hutan Batu Karang Sekunder .....	126
4.30. Cadangan Karbon Hutan Batu Karang Sekunder (ton/ha) .....	127
4.31. Cadangan Karbon Total Komunitas Hutan Batu Karang Sekunder Berdasarkan Luas .....	128
4.32. Biomassa Atas Pohon Hutan Mangrove .....	129
4.33. Biomassa Bawah Permukaan tiap tingkat pertumbuhan .....	130
4.34. Biomassa Pohon Mati dan Kayu Mati (kg/ha).....	130
4.35. Biomassa Nekromas Kecil .....	131
4.36. Karbon Atas Pohon Hutan Mangrove .....	132
4.37. Karbon Bawah Permukaan Hutan Mangrove .....	133
4.38. Karbon Pohon Mati dan Kayu Mati (Nekromas).....	133
4.39. Karbon Nekromas Kecil Komunitas Hutan Mangrove.....	134

4.40. Karbon Tanah Komunitas Hutan Mangrove.....	135
4.41. Cadangan Karbon Komunitas Hutan Mangrove (ton/ha) .....	136
4.42. Cadangan Karbon Hutan Mangrove Pulau Marsegu .....	137
4.43. Biomassa Atas pohon Komunitas Hutan Pantai .....	138
4.44. Biomassa Bawah Permukaan Komunitas Hutan Pantai.....	138
4.45. Biomassa Pohon Mati dan Kayu Mati (Nekromas).....	139
4.46. Biomassa Nekromas Kecil .....	140
4.47. Biomassa Tumbuhan Bawah .....	140
4.48. Biomassa Serasah Komunitas Hutan Pantai .....	141
4.49. Karbon Atas Pohon Komunitas Hutan Pantai .....	142
4.50. Karbon Bawah Permukaan Komunitas Hutan Pantai .....	142
4.51. Karbon Pohon Mati dan Kayu Mati (Nekromas).....	143
4.52. Karbon Nekromas Kecil Komunitas Hutan Pantai .....	143
4.53. KarbonTumbuhan Bawah Komunitas Hutan Pantai .....	144
4.54. Karbon Serasah Komunitas Hutan Pantai .....	145
4.55. Kedalaman Tanah, Bulk Density dan Persentase Karbon .....	146
4.56. Karbon Tanah Komunitas Hutan Pantai.....	146
4.57. Cadangan Karbon Total Komunitas Hutan Pantai .....	148
4.58. Cadangan Karbon Total Vegetasi Kelompok Hutan Pantai ....	148
4.59. Biomassa Atas Pohon Komunitas Suksesi Imperata.....	150
4.60. Biomassa Bawah Permukaan Komunitas Suksesi Imperata.....	150
4.61. Biomassa Pohon Mati dan Kayu Mati (Nekromas).....	151
4.62. Biomassa Nekromas Kecil Komunitas SuksesiImperata .....	152
4.63. Biomassa Tumbuhan Bawah Komunitas Suksesi Imperata ....	153
4.64. Biomassa Serasah Komunitas Suksesi Imperata .....	153
4.65. Karbon Atas Pohon .....	154
4.66. Karbon Bawah Permukaan Komunitas Suksesi Imperata.....	155
4.67. Karbon Pohon Mati dan Kayu Mati.....	156
4.68. Karbon Nekromas Kecil Komunitas Suksesi Imperata .....	156

4.69. Karbon Tumbuhan Bawah Komunitas Suksesi Imperata .....	157
4.70. Karbon Serasah Komunitas Suksesi Imperata .....	157
4.71. Kedalaman Tanah (cm), Bulk Density ( $\text{g/cm}^3$ ) dan Persentase Karbon (%) .....	158
4.72. Karbon Tanah Komunitas Suksesi Imperata .....	159
4.73. Cadangan Karbon Total Komunitas Suksesi Imperata (ton/ha) .....	160
4.74. Cadangan Karbon Total Komunitas Suksesi Imperata .....	161
4.75. Persentase Kontribusi Tiap Pool Karbon terhadap Karbon Per Hektar.....	164
4.76. Cadangan Karbon Total dan Potensi Serapan $\text{CO}_2$ Pulau Marsegu .....	167
4.77. Analisis Tanah Komunitas Hutan Batu Karang Sekunder .....	169
4.78. Analisis Tanah Komunitas Hutan Mangrove.....	171
4.79. Analisis Tanah Komunitas Hutan Pantai .....	173
4.80. Analisis Tanah Komunitas Suksesi Imperata .....	175
4.81. Variabel Analisis Hubungan Cadangan Karbon dengan Tempat Tumbuh .....	178
4.82. Hasil Koefisien Analisis SPSS dengan Metode Backward Elimination.....	179

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
2.1. <i>Pteropus ocularis</i> di atas tajuk <i>Rhizophora apiculata</i> .....	22
2.2. Kerangka Pikir Penelitian Cadangan Karbon di Pulau Marsegu .....	26
3.1. Sketsa Lokasi Pulau Marsegu. Kabupaten Seram Bagian Barat. Provinsi Maluku .....	43
3.2. Peta Jalur Penelitian dan Tipe Vegetasi Pulau Marsegu.....	47
3.3. Bentuk dan ukuran Plot Sampel .....	50
3.4. Plot sampel tanah, serasah dan tumbuhan bawah .....	50
3.5. Tingkat keutuhan pohon mati.....	64
4.1. Kerapatan Individu tiap tingkat pertumbuhan Hutan Batu Karang Sekunder .....	84
4.2. Indeks Keanekaragaman Spesies Hutan Batu Karang Sekunder .....	86
4.3. Kerapatan Individu tiap tingkat pertumbuhan (ha) .....	94
4.4. Indeks Keanekaragaman Spesies Hutan Mangrove.....	95
4.5. Kerapatan Individu tiap tingkat Pertumbuhan Komunitas Hutan Pantai .....	104
4.6. Indeks Keanekaragaman Spesies Vegetasi Hutan Pantai.....	105
4.7. Kerapatan Individu tiap tingkat pertumbuhan .....	113
4.8. Indeks Keanekaragaman Spesies Areal Suksesi Imperata ....	115
4.9. Cadangan Karbon Pulau Marsegu Per Hektar.....	183
4.10. Persentase Cadangan Karbon Pulau Marsegu tiap komunitas	165

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Nomor</b>		<b>Halaman</b>
1.	Nama Ilmiah, Vernacular dan Berat jenis Pohon .....	265
2.	Komunitas Hutan Batu Karang Sekunder.....	267
3.	Komunitas Hutan Mangrove.....	268
4.	Komunitas Hutan Pantai.....	269
5.	Komunitas Suksesi Imperata .....	270
6.	Hasil Koefisien Analisis SPSS dengan Metode Backward Elimination .....	271
7.	Hasil Koefisien Analisis SPSS dengan Metode Forward Selection .....	273
8.	Hasil Koefisien Analisis SPSS dengan Metode Step Wise ....	274

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Semua negara di dunia ini harus mempunyai tanggung jawab terhadap pengurangan dampak negatif perubahan iklim. Negara maju dan berkembang harus bersama-sama berkomitmen untuk menurunkan emisi global di dalam suatu kesepakatan yang saling menguntungkan. Indonesia sebagai negara yang penting dalam proses negosiasi ini, karena memiliki hutan tropis yang luas dapat menekan terjadinya emisi dari aktivitas deforestasi, degradasi dan kebakaran hutan dan lahan. Selain itu dapat menjadi negara yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon di atmosfer lewat potensi hutan yang dimiliki (Murdiyarto, *et al.* 2015; Graham, *et al.* 2017). Indonesia telah berkomitmen untuk mengurangi emisi sebesar 29% atau 41% dengan bantuan negara luar pada tahun 2030, telah menempatkan diri di dalam usaha negosiasi menurunkan emisi pada taraf internasional.

Proses negosiasi untuk mendapatkan bantuan dari negara maju, Pemerintah Indonesia harus terus memperbaiki kapasitas dan kelembagaan dalam negeri serta penguatan dalam sistem *Measurement, Reporting, Verification* (MRV), terutama menyangkut sistem penghitungan karbon secara nasional. Pemerintah menyiapkan peraturan-peraturan yang terkait dengan *Reduction of*

*Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD)* dan mengupayakan pembuatan Standar Nasional Indonesia (SNI) pengukuran cadangan karbon hutan yaitu Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (ground based forest carbon accounting).

Sektor kehutanan dan penggunaan lahan merupakan sektor terbesar dalam penyumbang gas emisi rumah kaca di Indonesia. Degradasi dan deforestasi menyebabkan manfaat langsung dan tidak langsung dari hutan berkurang. Hutan merupakan penyerap karbon terbesar dan berperan dalam siklus karbon secara global. Hutan telah menyerap sekitar 30% emisi karbondioksida yang diproduksi manusia dari atmosfer, dan dengan upaya memaksimalkan manfaat tersebut sebagai penyerap karbon, hutan dapat menyerap emisi lebih banyak lagi (Houghton, *et al* 2017).

Peningkatan GHG/gas rumah kaca di atmosfer disebabkan oleh beberapa faktor paling penting, yaitu deforestasi dan degradasi hutan serta pembakaran material berbahan fosil. Freedman (1995) mengatakan bahwa peningkatan karbon dioksida di atmosfer sebagian besar diakibatkan oleh kegiatan manusia saat pembukaan hutan dan lahan serta pembakaran yang menimbulkan efek rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global berlanjut pada perubahan iklim. Pola dan jumlah curah hujan berubah, meningkatkan permukaan air laut dan munculnya berbagai dampak

ekologi lainnya yang memberikan dampak negatif bagi kehidupan di bumi.

Freedman *et al.* (1992) mengemukakan bahwa peningkatan karbon dioksida di atmosfer sebagai akibat aktivitas manusia yang menghasilkan emisi melalui pembakaran bahan yang mengandung karbon sebagai pembangkit energi dan konversi ekosistem alami yang mengandung material karbon tinggi yaitu hutan yang berubah menjadi areal dengan kandungan karbon yang lebih rendah misalnya pembukaan lahan pertanian. Gas karbon dioksida adalah salah satu unsur gas rumah kaca yang berperan sebagai perangkap panas di atmosfer bumi, sehingga terjadi pemanasan global yang berlanjut pada perubahan iklim (Purwanto, *et al* 2015). Perubahan iklim berdampak negatif terhadap kehidupan di bumi, seperti kenaikan suhu bumi, suhu laut yang lebih tinggi dan peningkatan curah hujan. Sedangkan pada daerah kutub akibat meningkatnya suhu air laut terjadi pencairan bongkahan es dan perlahan-lahan berimplikasi pada peningkatan permukaan air laut (Hinkel, *et al.* 2018; Kellogg & Schware.2018; Bonan & Doney.2018). Kenaikan permukaan air laut memberikan dampak terhadap pulau-pulau kecil yang sangat rentan akan kerusakan. Diperkirakan banyak pulau kecil yang tenggelam akibat kenaikan muka laut ini (Walshe & Stancioff, 2018; Kelman, 2018).

Indonesia terkenal dengan negara kepulauan, terdiri dari pulau besar dan kecil berjumlah kurang lebih 17.500 tersebar dari Sabang sampai Merauke. Sejumlah besar (lebih dari 10.000 buah) dari pulau-pulau tersebut merupakan pulau-pulau berukuran kecil. Karakteristik pulau-pulau kecil secara ekologis terpisah dari pulau induknya, memiliki batas fisik yang jelas dan terpencil dari habitat pulau induk, sehingga terisolasi dan memiliki banyak spesies endemik yang bernilai tinggi (Lowitt, *et al.* 2015).

Pulau Marsegu adalah salah satu pulau kecil di Provinsi Maluku yang digolongkan dalam *Raised Coral Island* (Pulau Karang Timbul) dengan luas 240,20 ha. Pulau ini ditetapkan sebagai kawasan hutan Lindung dan wilayah laut sebagai Taman Wisata Alam Laut, mempunyai beberapa komunitas vegetasi yaitu hutan mangrove, hutan pantai, hutan batu karang sekunder dan lahan *Imperata cylindrica* yang berpotensi dalam serapan karbon (Irwanto, 2017).

Kemampuan ekosistem hutan dalam penyerapan karbon sangat berbeda antara satu dengan yang lainnya menurut struktur dan komposisinya seperti hutan dataran rendah, hutan pegunungan, hutan mangrove, hutan rawa, hutan rakyat atau pun hutan tanaman tergantung pada spesies pohon, tipe habitat dan topografi. Penghitungan kandungan dan serapan karbon untuk berbagai tipe hutan dan ekosistem telah dilakukan, namun data-data penelitian dan

penghitungan pada pulau-pulau kecil terutama *Raised Coral Island* selama ini belum dikaji secara komprehensif. Sehingga diperlukan basis data untuk memprediksi cadangan karbon yang tersimpan di pulau-pulau ini.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas maka permasalahan yang dapat dikemukakan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana struktur, komposisi dan keanekaragaman vegetasi berdasarkan tipe penutupan vegetasi pada Pulau Karang Timbul (*Raised Coral Island*) Marsegu.
2. Berapa besar cadangan karbon dan perbedaannya berdasarkan tipe penutupan, zonasi dan tingkat suksesi vegetasi pada berbagai komunitas di Pulau Marsegu.
3. Bagaimana hubungan karakteristik fisik-kimia tempat tumbuh, luas bidang dasar, kerapatan dan Keanekaragaman spesies terhadap perbedaan cadangan karbon pada berbagai tipe penutupan vegetasi di Pulau Marsegu.

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendeskripsikan struktur, komposisi dan keanekaragaman vegetasi berdasarkan tipe penutupan dan perkembangan

vegetasi pada Pulau Karang Timbul (*Raised Coral Island*) Marsegu.

2. Menghitung cadangan karbon dan perbedaannya berdasarkan tipe penutupan, zonasi dan tingkat suksesi vegetasi pada berbagai komunitas di Pulau Marsegu.
3. Menganalisis hubungan karakteristik fisik-kimia tempat tumbuh, luas bidang dasar, kerapatan dan Keanekaragaman spesies terhadap perbedaan cadangan karbon pada berbagai tipe penutupan vegetasi di Pulau Marsegu.

#### **D. Manfaat Hasil Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai:

1. Informasi dan referensi tentang cadangan karbon pada pulau karang timbul (*Raised Coral Island*) dan berbagai tipe penutupan vegetasi pada komunitas yang berbeda.
2. Sebagai referensi bagi instansi terkait untuk penentuan kebijakan dalam pengelolaan kawasan hutan lindung Pulau Marsegu dan pengembangan wisata berwawasan lingkungan, seperti:
  - a. perkiraan emisi yang akan dihasilkan apabila perubahan tutupan lahan terjadi dalam pengelolaan areal wisata dan

- b. spesies-spesies vegetasi yang perlu ditanam sesuai ekosistem setempat sebagai upaya peningkatan serapan karbon.

### **E. Novelty Penelitian**

Novelty dari penelitian ini adalah :

1. Ditemukan nilai cadangan karbon pada berbagai tipe penutupan vegetasi di pulau Marsegu yang termasuk Pulau Karang Timbul (*Raised Coral Island*)
2. Ditemukan nilai cadangan karbon dan perbedaannya berdasarkan tipe penutupan, zonasi dan tingkat suksesi vegetasi pada berbagai komunitas di Pulau Marsegu.
3. Ditemukan hubungan karakteristik fisik-kimia tempat tumbuh, luas bidang dasar, kerapatan pohon dan Keanekaragaman spesies terhadap perbedaan cadangan karbon pada berbagai tipe penutupan vegetasi di Pulau Marsegu.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Definisi Biomassa**

Biomassa mengacu pada massa organisme hidup, termasuk tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, atau, dari perspektif biokimia, selulosa, lignin, gula, lemak, dan protein. Biomassa mencakup jaringan tanaman di atas dan di bawah tanah, misalnya, daun, ranting, cabang, batang, serta akar pohon dan rimpang rumput. Biomassa sering dilaporkan sebagai massa per satuan luas ( $\text{g m}^{-2}$  atau  $\text{Mg ha}^{-1}$ ) dan biasanya sebagai berat kering (air dihilangkan dengan pengeringan). Kecuali ditentukan lain, biomassa biasanya hanya mencakup bahan hidup. Misalnya, baik kayu mati maupun bahan organik tanah tidak dianggap sebagai biomassa, meskipun tanah mengandung biomassa dalam bentuk bakteri, jamur, dan meiofauna. Umumnya biomassa tanah (mikroba hidup dan mati) adalah <5% bahan organik tanah (Houghton, et al. 2009).

Biomassa tanaman berkayu, terutama pada hutan (hutan menyimpan 70–90% biomassa di atas permukaan tanah dan biomassa di bawah tanah) dan berfokus pada biomassa hutan di atas permukaan tanah, yang menyumbang 70–90% dari total biomassa hutan (Cairns et al. , 1997), sebagian besar di pohon. Peranan biomassa dalam siklus karbon sangat penting karena biomassa, sebagai berat kering, memiliki sekitar 50% karbon. Perkiraan jumlah

biomassa di ekosistem terestrial dunia berkisar antara 385 hingga 650 PgC (Houghton, et al. 2009).

Bahan organik tanah secara umum memiliki karbon dua sampai tiga kali lebih banyak daripada biomassa, tetapi sebagian besar karbon dalam tanah dilindungi secara fisik dan kimia sehingga tidak mudah teroksidasi (kecuali terjadinya kebakaran gambut). Sebaliknya, biomassa, khususnya biomassa di atas permukaan tanah, rentan terhadap kebakaran, penebangan, konversi lahan, bencana alam, hama, dll., sehingga karbonnya mudah dilepaskan ke atmosfer (Davidson dan Janssens, 2006). Perkembangan penghitungan biomassa hutan saat ini meliputi estimasi perubahan stok karbon dari lima pool karbon (yaitu biomassa di atas permukaan tanah, biomassa di bawah permukaan tanah, kayu mati, serasah, dan bahan organik tanah), serta emisi gas non-CO<sub>2</sub> dari pool tersebut (IPCC, 2003).

Pada proses fotosintesis pohon dan organisme autotrof lainnya menyerap karbondioksida dari atmosfer dengan bantuan sinar matahari membentuk karbohidrat serta menyimpannya sebagai biomassa dalam bagian organ-organ tumbuhan. Hasil proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan hijau diklasifikasikan dalam produktivitas primer. Saat terjadinya respirasi, sebagian karbon yang sudah terikat akan dilepaskan kembali ke atmosfer dalam bentuk karbondioksida. Selain melalui respirasi, sebagian

ikatan karbon dalam produktivitas primer akan mengalir dan berubah melalui berbagai proses contoh masuk dalam rantai makanan oleh herbivora dan dekomposisi. Selain itu juga dapat berpindah atau lepas dari ekosistem karena terbawa ataupun tercuci oleh aliran air dan faktor perubahan lainnya. Ukuran paling mendasar dari perubahan global yang paling menarik bagi umat manusia adalah perubahan produktivitas biologis terestrial. Produktivitas biologis adalah sumber dari semua makanan, serat, dan bahan bakar yang digunakan manusia untuk bertahan hidup, dan dengan demikian mendefinisikan kelayakhunian bumi secara mendasar. Variabilitas spasial produktivitas primer bersih (NPP) di seluruh dunia sangat besar, dari sekitar  $1000 \text{ gCm}^{-2}$  untuk hutan hujan tropis yang selalu hijau hingga kurang dari  $30 \text{ gCm}^{-2}$  untuk gurun. Dengan peningkatan karbon dioksida atmosfer ( $\text{CO}_2$ ) dan perubahan iklim global, NPP di wilayah yang luas dapat berubah (Running, et al. 2000).

### **B. Penghitungan Biomassa Hutan**

Sutaryo (2009) mengemukakan empat metode dalam penghitungan biomassa. Metode-metode penghitungan biomassa tersebut sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel dengan cara memanen (*destructive sampling/sampel merusak*). Metode pengambilan sampel destruktif melibatkan pemanenan, pengeringan, dan penimbangan. Biomassa kering diubah menjadi kandungan

karbon menggunakan faktor konversi (kandungan karbon = 0,47 dari biomassa SNI 7724-2011). Meskipun akurat, metode destruktif tidak disukai karena mahal dan merusak kesehatan hutan.

2. Pengambilan sampel tanpa perusakan (*non-destructive sampling*). Metode ini dilakukan dengan cara sampling tanpa melakukan pemanenan. Salah satu cara ini adalah mengukur diameter atau tinggi pohon, kemudian menghitung memakai persamaan alometrik untuk mengetahui berapa besar kandungan biomasanya.
3. Pendugaan melalui *remote sensing* atau penginderaan jauh. Upaya telah dilakukan untuk mengembangkan alat dan model yang dapat mengekstrapolasi titik data panen yang merusak ke skala yang lebih besar berdasarkan proxy yang diukur di lapangan atau diperoleh dengan menggunakan instrumen *remote sensing*. Penggunaan teknologi *remote sensing* pada umumnya tidak disarankan untuk proyek-proyek dalam luasan yang kecil. Permasalahan utama karena pendugaan biomassa melalui *remote sensing* memerlukan keahlian secara teknis dan harus dilengkapi dengan hardware serta software yang relatif mahal.

#### 4. Pembuatan model

Model dibuat untuk memprediksi biomassa melalui frekuensi dan intensitas pengamatan *in situ* atau juga disebut dengan penginderaan jauh yang terbatas. Model empiris ini didasarkan pada jaringan dari plot sampling yang diukur berulang-ulang, persamaan alometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa.

### C. Perkiraan Biomassa Hutan/Pohon

Dalam pendugaan biomassa di atas permukaan hutan terdapat dua pendekatan yaitu pendekatan langsung menggunakan persamaan allometrik dan pendekatan tidak langsung dengan menggunakan *Biomass Expansion Factor*. Masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan namun harus dicermati bahwa pendekatan tidak langsung berdasarkan pada faktor yang dikembangkan pada tingkat tegakan dari hutan dengan kanopi yang tertutup (rapat) dan tidak dapat diterapkan dalam pendugaan pohon secara individu (IPCC, 2003).

***Expansion factor*** merupakan jumlah penggandaan nilai tertentu misalnya volume atau biomassa pohon menjadi jumlah nilai keseluruhan pohon tersebut. *Biomass Expansion Factor* akan menggandakan nilai biomassa batang menjadi biomassa keseluruhan pohon. Secara umum *Biomass Expansion Factor* didefinisikan sebagai perbandingan antara Biomassa pohon total dengan

biomassa batang. Biomassa batang yang dimaksudkan dalam hal ini merujuk pada batang komersial (*commercial stem*) atau *merchantable stem*. Brown (1997) memberikan definisi BEF sebagai: *the ratio of total aboveground oven-dry biomass density of trees with a minimum Dbh of 10 cm or more to the oven-dry biomass density of the inventoried volume.*

Kerapatan kayu (D) dan faktor ekspansi biomassa (BEF) bervariasi menurut jenis hutan, umur, kondisi tumbuh, kerapatan tegakan dan iklim (Brown, 1997). Nilai standar BEF menurut tipe hutan dan zona iklim untuk digunakan dengan kisaran diameter minimum yang ditunjukkan. BEF berfungsi sebagai pengganti rasio ekspansi dalam Pedoman IPCC yang digunakan untuk menghitung biomassa yang tidak dapat diperdagangkan (tungkai, pohon kecil, dll.) yang ditebang selama penebangan dan dibiarkan membusuk. BEF dan D dapat digabungkan dalam satu nilai. Dalam kasus seperti itu, panduan yang diberikan pada BEF dan D harus diterapkan pada nilai gabungan yang sesuai.

Sumber utama ketidakpastian estimasi, dalam menggunakan kerapatan kayu standar dan BEF, terkait dengan penerapan parameter ini untuk beragam umur dan struktur komposisi tegakan tertentu. Untuk mengurangi ketidakpastian yang terkait dengan masalah ini, negara-negara didorong untuk mengembangkan BEF spesifik wilayahnya atau berbagi pengalaman regional tentang nilai-

nilai yang telah ditemukan untuk tegakan hutan yang paling sesuai dengan kondisi setempat. Jika nilai spesifik lokal atau spesifik regional tidak tersedia, sumber faktor emisi dan standar emisi harus diteliti dan kesesuaiannya dengan kondisi spesifik suatu wilayah tersebut. Upaya harus dilakukan untuk menerapkan nilai-nilai standar yang memiliki korelasi tertinggi terhadap struktur, iklim, dan kondisi pertumbuhan suatu wilayah tertentu.

Alometrik merupakan studi hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu komponen organisme atau ukuran dari keseluruhan organisme. Penerapannya dalam studi biomassa hutan / pohon, persamaan alometrik digunakan untuk menduga hubungan antara ukuran pohon (diameter atau tinggi) dengan berat (kering) pohon secara keseluruhan.

Model-model alometrik biomassa pohon yang saat ini digunakan umumnya ditampilkan dalam bentuk fungsi eksponensial:

$$Y = aX^b$$

dimana  $X$  = variabel bebas (Dbh, atau kombinasi dari Dbh dan tinggi), dan  $Y$  = variabel terikat (biomassa);  $a$  = koefisien model alometrik; dan  $b$  = eksponen model alometrik.

Selain itu terdapat 27% persamaan alometrik disajikan dalam fungsi berbentuk hubungan logaritma linier seperti:

$$\text{Log (Y) = a + b log (X)}$$

dimana  $\log(Y)$  merupakan transformasi logaritma natural (ln) atau logaritma berbasis bilangan 10 ( $\log_{10}$ ) atau biasa juga ditampilkan dengan 'log') dari data biomassa (biomassa pohon total, biomassa pohon bagian atas, maupun biomassa setiap komponen atau bagian pohon secara tersendiri),  $\log(X)$  adalah Diameter setinggi dada (baik transformasi logaritma natural (ln) ataupun logaritma berbasis bilangan 10 ( $\log$ )), sedangkan simbol  $a$  dan  $b$  adalah koefisien regresi (Krisnawati et al, 2012).

#### **D. Karbon Hutan**

Karbon adalah unsur kimia yang dilambangkan dengan simbol C dan memiliki nomor atom 6. Dinamika dan perubahan karbon di alam dijelaskan secara sederhana dengan siklus karbon. Istilah siklus karbon digunakan untuk menggambarkan perubahan karbon (dalam berbagai bentuk) di atmosfer, lautan, biosfer terestrial, dan endapan geologis. Siklus karbon merupakan proses yang kompleks dan setiap proses saling memengaruhi. Sedangkan kantong karbon atau carbon pool adalah tempat atau lokasi dari ekosistem dimana karbon disimpan (Sutaryo, 2009).

Menurut Hairiah dan Rahayu (2007), pada ekosistem daratan karbon tersimpan pada tiga komponen pokok, yaitu sebagai berikut.

### 1. Biomassa

Biomassa adalah massa dari bagian tumbuhan yang masih hidup seperti tajuk pohon, batang, akar, tumbuhan bawah atau gulma, dan tanaman semusim pada suatu areal lahan.

### 2. Nekromasa (pohon mati)

Nekromasa adalah massa dari bagian pohon yang telah mati baik yang masih tegak berdiri di lahan atau telah rebah di permukaan tanah (kayu mati), tonggak atau ranting, dan daun-daun gugur (serasah) yang belum terdekomposisi.

### 3. Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah adalah sisa-sisa organisme (tanaman, hewan, dan manusia) yang telah terdekomposisi sebagian ataupun seluruhnya sehingga telah menyatu dengan tanah. Ukuran partikel bahan organik tanah biasanya sebesar  $< 2$  mm.

Selanjutnya menurut Hairiah dan Rahayu (2007), Berdasarkan keberadaannya di alam, ketiga komponen karbon dapat dibagi menjadi 2 kategori yaitu:

#### 1. Karbon di atas permukaan tanah, meliputi komponen berikut.

- a. Biomassa pohon
- b. Biomassa tumbuhan bawah.
- c. Nekromasa
- d. Serasah

2. Karbon di dalam tanah, meliputi komponen berikut.

- a. Biomassa akar
- b. Bahan organik tanah

Menurut Penman (2003) dalam pendugaan cadangan karbon hutan terdapat beberapa sumber karbon yang perlu diperhatikan. Kantong-kantong karbon (*carbon pools*) tersebut adalah :

- Biomassa Hidup
  - Biomassa di atas permukaan tanah
    - Semua biomassa hidup di atas permukaan tanah termasuk tunggul, batang, cabang, ranting, kulit kayu, biji, dan dedaunan.
    - Catatan: Dalam kasus di mana tumbuhan bawah hutan merupakan komponen yang relatif kecil dari sumber karbon biomassa di atas permukaan tanah, metodologi dan data terkait yang digunakan di beberapa tingkatan dapat diterima untuk mengecualikannya, asalkan tingkatan tersebut digunakan secara konsisten sepanjang rangkaian waktu inventarisasi seperti yang ditentukan
  - Biomassa di bawah permukaan
    - Semua biomassa dari akar hidup. Akar-akar halus dengan diameter kurang dari (disarankan) 2 mm sering diabaikan karena seringkali tidak dapat dibedakan secara empiris dari bahan organik tanah atau serasah.

- Bahan Organik Mati
  - Kayu mati
    - Meliputi semua biomassa kayu mati yang tidak terkandung dalam serasah, baik yang berdiri, tergeletak di tanah, maupun di dalam tanah. Kayu mati termasuk kayu yang tergeletak di permukaan, akar mati, dan tunggul yang berdiameter lebih dari atau sama dengan 10 cm atau diameter lainnya yang digunakan oleh negara.
  - Serasah
    - Mencakup semua biomassa tidak hidup dengan diameter kurang dari diameter minimum yang dipilih oleh negara (misalnya 10 cm), mati, dalam berbagai keadaan dekomposisi di atas mineral atau tanah organik. Ini termasuk lapisan serasah, fumik, dan humik. Akar halus hidup (kurang dari batas diameter yang disarankan untuk biomassa di bawah bulat) termasuk dalam serasah di mana mereka tidak dapat dibedakan secara empiris.
- Tanah
  - Bahan organik tanah
    - Termasuk karbon organik dalam mineral dan tanah organik (termasuk gambut) hingga kedalaman tertentu yang dipilih oleh negara dan diterapkan secara konsisten sepanjang rangkaian waktu. Akar halus hidup (kurang dari batas

diameter yang disarankan untuk biomassa bawah tanah) termasuk dalam bahan organik tanah di mana mereka tidak dapat dibedakan secara empiris.

### **E. Pulau Karang Timbul (*Raised Coral Island*)**

Definisi Pulau dijelaskan sebagai massa daratan yang terbentuk secara alami, dikelilingi oleh air dan selalu terlihat di atas permukaan air walaupun terjadi pasang tertinggi. SK Menteri Kelautan dan Perikanan No. 41 Tahun 2000 (DKP, 2001), menyebutkan bahwa pulau kecil adalah pulau yang memiliki luas areal  $\leq 10.000 \text{ km}^2$ , dengan jumlah penduduk yang mendiaminya sebesar  $\leq 200.000$  orang. Namun pada umumnya banyak pulau dengan ukuran 1000 sampai dengan 2000  $\text{km}^2$  memiliki ciri khas dan problematika yang hampir sama dengan pulau yang berukuran  $< 1000 \text{ km}^2$ ; dengan demikian ditetapkan oleh UNESCO tahun 1991 bahwa istilah pulau kecil adalah pulau dengan luas area  $\leq 2000 \text{ km}^2$  (Bengen, et al. 2012).

*Coral* atau karang adalah invertebrata laut yang termasuk dalam kelas Anthozoa dari filum Cnidaria. Mahluk ini biasanya hidup dalam koloni yang padat dari banyak polip individu yang identik. *Coral* mencakup pembentuk terumbu karang yang mendiami lautan tropis dan mengeluarkan kalsium karbonat untuk membentuk kerangka keras (Dewi & Harsindhi. 2018). Menry (2013) menjelaskan bahwa coral adalah suatu struktur di dasar laut berupa endapan

kalsium karbonat yang diproduksi oleh hewan karang yang dijadikan tempat hidup, berkembang biak, bertumbuh, berlindung dari predator dan tempat mencari makan berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya. Coral juga bermanfaat sebagai pelindung pantai dari ombak, sumber protein bagi masyarakat, sumber obat untuk berbagai penyakit, tempat perawatan, penangkaran dan perlindungan berbagai jenis biota laut.

Begen et al. (2012) menjelaskan bahwa **Pulau Karang Timbul** (*Raised Coral Island*) merupakan pulau yang terbentuk dari terumbu karang yang terangkat ke atas permukaan laut, disebabkan oleh pergerakan ke atas (*uplift*) dan pergerakan ke bawah (*subsidence*) dari dasar laut akibat proses geologi. Ketika dasar laut dekat dengan permukaan (<40m), terumbu karang memiliki peluang untuk tumbuh dan berkembang di dasar laut yang naik. Begitu berada di atas permukaan laut, karang akan mati dan terumbu akan tetap ada. Jika proses ini terus berlanjut, maka akan terbentuk pulau-pulau karang. Pada umumnya karang yang naik ke permukaan laut muncul dalam bentuk terasering seperti persawahan di pegunungan. Proses ini dapat terjadi pada pulau-pulau vulkanik dan non-vulkanik. Pulau-pulau karang timbul ini banyak dijumpai di perairan timur Indonesia, seperti Laut Seram, Sulu, Banda (Molengraaff, 1929). Pulau-pulau karang timbul ini juga dapat ditemukan di daerah lain, seperti pulau-pulau di barat Sumatera, Kepulauan Sunda Kecil, Sulawesi, dan

barat laut Papua (Katili, 1985). Beberapa contoh pulau karang timbul ini adalah kepulauan Sangihe, Solor, Alor, Lembata, atau Adonara (Tomascik et al , 1997).

### **F. Pulau Marsegu**

Letak Pulau Marsegu secara astronomis berada pada 02°59 - 03°01 LS dan 128°02- 128°03 BT. Dalam administrasi pemerintahan posisi Pulau Marsegu masuk dalam Pemerintahan Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku. Pulau Marsegu secara geografis dikelilingi oleh:

- Laut Seram di sebelah Utara
- Selat Buano di sebelah Barat
- Pulau Osi dan Desa Pelita Jaya sebelah Timur dan,
- Laut Dusun Taman Jaya sebelah Selatan

Nama "Marsegu" berasal dari bahasa lokal yang artinya Kelelawar karena pulau ini ditemukan populasi kelelawar yang cukup besar. Pulau tanpa penduduk ini pernah dihuni oleh beberapa keluarga, tetapi sekarang ini telah berpindah ke Pulau Seram. Populasi satwa Kelelawar Seram (*Pteropus ocularis*) yang terdapat di pulau Marsegu diduga sebesar 14 individu/ha, sehingga jumlah total sebanyak 647 ekor pada daerah mangrove. Habitat satwa Kelelawar Seram (*Pteropus ocularis*) dijumpai pada lokasi mangrove yang didominasi oleh spesies *Rhizophora* (Serumena, 2013). Namun saat penelitian Maret 2020 (Gambar 2.1.), jumlah kelelawar ditemukan mencapai

ribuan ekor yang mencari makan setelah matahari terbenam meninggalkan Pulau Marsegu menuju Pulau Seram.

Kelelawar Seram adalah spesies kelelawar besar yang dikenal dengan nama *Ceram Flying Fox* (*Pteropus ocularis*) pada siang hari menjadikan tajuk-tajuk *Rhizophora apiculata* di Pulau Marsegu sebagai habitat beristirahat. Pohon-pohon besar *Rhizophora apiculata* yang mencapai tinggi 20 meter pada *zona distal* ini dijadikan tempat untuk bergantung sebanyak 20-30 kelelawar per pohon. *Ceram Flying Fox* secara bergerombolan setelah matahari terbenam menuju Pulau Seram untuk mencari makan pada daerah yang lebih luas. Kemudian menjelang pagi satwa ini kembali lagi ke Pulau Marsegu.



Gambar 2.1. *Pteropus ocularis* di atas tajuk *Rhizophora apiculata*

Jenis *Ceram Flying Fox* merupakan spesies kelelawar besar dalam keluarga *Pteropodidae*. Spesies ini endemik pada hutan dan pegunungan pulau Buru dan Seram, Kelelawar ini pernah ditemukan dekat Pulau Ambon, tetapi sekarang kemungkinan tidak lagi. Luas habitat mereka kurang dari 20.000 km<sup>2</sup>, dan terus menurun akibat penebangan. Akibat penurunan jumlah dan perburuan oleh penduduk setempat, spesies ini terdaftar sebagai spesies "*Vulnerable*" oleh IUCN sejak tahun 1996 (iNaturalist, 2019).

Selain Kelelawar Seram (*Pteropus ocularis*), ditemukan juga satwa-satwa yang dilindungi seperti Burung Gosong/Maleo (*Megaphodius reinwardtii*) dan Ketam Kelapa (*Birgus latro*) atau yang disebut "*kepiting kenari*" oleh masyarakat lokal. Banyak spesies satwa burung lain yang menjadikan pulau Marsegu sebagai habitat makan, bermain dan tidur (Irwanto, 2017).

Pulau marsegu dengan luas 240,20 ha mempunyai topografi datar sampai agak bergelombang dan sedikit curam di daerah berkarang, ketinggian maksimum 35 m dpl, panjang pulau 2,75 km dan lebar 1 km. Bagian utara dan timur terdapat tebing karang, dimana vegetasi hutan sekunder bertumbuh pada habitat karang dan jarang ditemukan solum tanah yang dalam. Pulau Marsegu merupakan daerah berkarang yang tidak terdapat aliran air sungai hanya dua buah sumur yang dibuat oleh masyarakat dari Pulau Osi. Sumur ini dipergunakan sebagai sumber air minum, mandi dan cuci

pada saat masih terbatasnya akses ke Pulau Seram untuk memperoleh air bersih.

Seluruh daratan Pulau Marsegu masih mendapat hembusan angin laut yang mengandung kadar garam dan titik terjauh dari garis pantai hanya berjarak 500 m. Pulau ini dikelilingi oleh terumbu karang dari berbagai spesies yang beraneka warna dan potensi sumberdaya alam laut yang cukup sehingga dijadikan tempat mencari ikan dan hasil laut oleh para nelayan. Tipe pasang surut daerah Pulau Marsegu merupakan semi diurnal (pasang semi harian) dimana terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dalam satu hari.

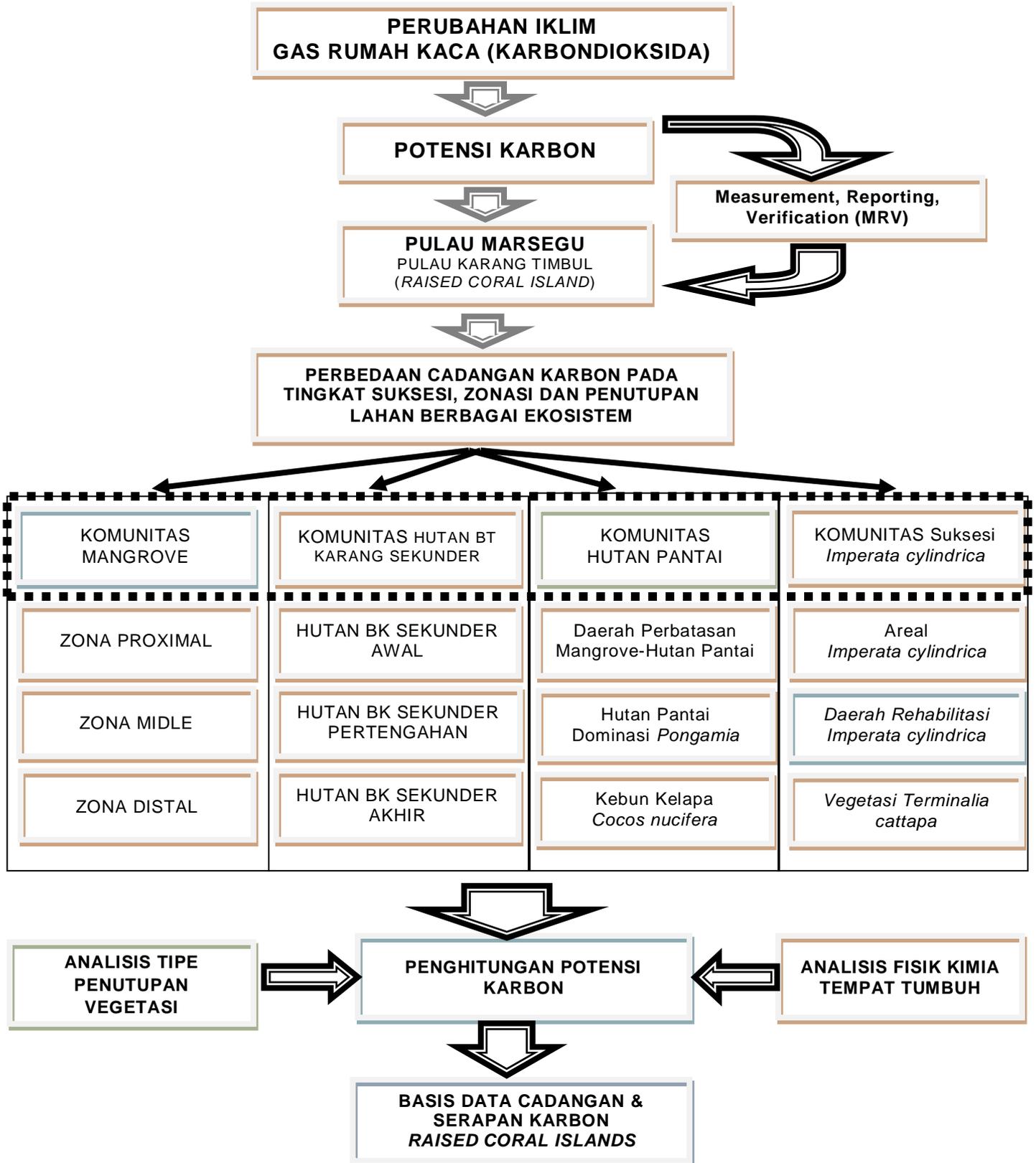
Pulau Marsegu diklasifikasikan dalam Pulau Karang Timbul (*Raised Coral Island*) seperti halnya pulau-pulau kecil di Seram (Bengen, et al, 2012). Sebelah barat laut merupakan daerah dinding karang yang berbatasan dengan pantai dengan ketinggian antara 8–10 meter. Sedangkan arah timur laut terdapat vegetasi hutan pantai yang mempunyai pantai pasir putih sepanjang 1720 meter (Irwanto, 2017).

Aksesibilitas ke Pulau Marsegu dari Kota Ambon sebagai Ibu Kota Provinsi dapat ditempuh melalui rute:

- Ambon – Hunimua. (Jalur darat  $\pm$  38 km) menggunakan transportasi mobil atau motor.
- Hunimua – Waipirit / Pulau Seram ( Jalur laut  $\pm$  20 km) menggunakan transportasi Ferry atau Speedboat

- Waipirit – Piru – Pelita Jaya. (Jalur darat  $\pm$  56 km) menggunakan transportasi mobil atau motor.
- Pelita Jaya – Pulau Marsegu. (Jalur laut  $\pm$  7,5 km) menggunakan transportasi tradisional (perahu ketinting/motor tempel) atau Speedboat.

**G. Kerangka Konseptual**



Gambar. 2.2. Kerangka Pikir Penelitian Cadangan Karbon di Pulau Marsegu

## H. Penelitian Terdahulu

Berbagai hasil penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya telah menjadi acuan bagi penulis sehingga dapat memperkaya teori dan metode yang digunakan. Dari penelitian-penelitian sebelumnya, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun dari berbagai kajian tersebut, penulis mengutip beberapa penelitian sebagai referensi untuk menunjang bahan kajian pada penelitian ini. Berikut ini ditampilkan judul-judul beberapa penelitian terkait sebelumnya dalam bentuk jurnal penelitian.

Tabel. 2.1. Penelitian Terdahulu Mengenai Cadangan Karbon

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Lokasi Penelitian	Tahun
1	<i>Imperata</i> grasslands: carbon source or sink?	Karabi Pathak, Arun Jyoti Nath* and Ashesh Kumar Das	Rosekandy area of Cachar district, Barak Valley, NE India	(2015)
2	Carbon dynamics in an <i>Imperata</i> grassland in Northeast India.	Amrabati Thokchom and Pratap S. Yadava	<i>Imperata cylindrica</i> grassland of Manipur, Northeast India.	(2016)
3	Annual Burning Enhances Biomass Production And Nutrient Cycling in degraded <i>Imperata</i> grasslands	Karabi Pathak <sup>1,2</sup> , Arun Jyoti Nath <sup>1*</sup> , Gudeta W. Sileshi <sup>3</sup> , Rattan Lal <sup>4</sup> , Ashesh Kumar Das <sup>1</sup>	Rosekandy area of Cachar district, Barak Valley, Northeastern India.	(2017)
4	Soil carbon changes upon secondary succession in <i>Imperata</i> grasslands ( <i>East Kalimantan, Indonesia</i> )	J. van der Kamp <sup>a,c</sup> , I.Yassir <sup>a,b,*</sup> , P. Buurman <sup>a</sup>	Sungai Wain and Samboja Lestari are situated in East Kalimantan.	(2010)
5	Vulnerability of wetland soil carbon stocks to climate warming in the perhumid coastal temperate rainforest	Jason B. Fellman. David V. D'Amore. Eran Hood. Pat Cunningham	Northern PCTR near Juneau, Alaska.	(2017)

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Lokasi Penelitian	Tahun
6	Functional diversity mediates contrasting direct and indirect effects of fragmentation on below- and above-ground carbon stocks of coastal dune forests	Victor Rolo <sup>1,2*</sup> , Pieter I. Olivier <sup>1</sup> , Marion Pfeifer <sup>3</sup> and Rudolph J. van Aarde <sup>1</sup>	Coastal dune forests in South Africa covers approximately 160 km <sup>2</sup>	(2018)
7	Carbon Emissions From Dryland Shifting Cultivation: A Case Study Of Mexican Tropical Dry Forest	Miguel Angel Salinas-Melgoza <sup>1</sup> , Margaret Skutsch <sup>2</sup> , Jon C Lovett <sup>3</sup> and Armonia Borrego <sup>4</sup>	Tonaya and El Temazcal, which lie within the basin of the River Ayuquila in Jalisco, Mexico.	(2017)
8	Stand Structural Diversity Rather Than Species Diversity Enhances Aboveground Carbon Storage In Secondary Subtropical Forests In Eastern China	Arshad Ali <sup>1,2,3</sup> , En-Rong Yan <sup>1,2,3</sup> , Han Y. H. Chen <sup>4</sup> , Scott X. Chang <sup>5</sup> , Yan-Tao Zhao <sup>1,2,3</sup> , Xiao-Dong Yang <sup>1,2,3</sup> , and Ming-Shan Xu <sup>1,2,3</sup>	The lower eastern extension of the Tiantai and Siming Mountains located near Ningbo City, Zhejiang Province, in Eastern China.	(2016)
9	Carbon stocks and dynamics at different successional stages in an Afromontane tropical forest	B. Nyirambangutse <sup>1,2</sup> , Etienne Zibera <sup>2</sup> , Félicien K. Uwizeye <sup>2</sup> , Donat Nsabimana <sup>2</sup> , Elias Bizuru <sup>2</sup> , et al	Nyungwe tropical montane rainforest located in south-western Rwanda	(2017)
10	Analysis Of Biomass And Carbon Reserves In The South Part Of Rupert Island Mangrove Ecosystem	Eddy Handoko <sup>1</sup> , Bintal Amin <sup>2</sup> , Sofyan Husein Siregar <sup>2</sup>	Ekosistem mangrove di bagian Selatan Pulau Rupert, Provinsi Riau	(2016)
11	Analysis Of Biomass And Carbon Stock On Mangrove Forest Ecosystem In North Coastal Area Of Rupert Island Riau Province.	Muhammad Sofyan <sup>1</sup> , Aras Mulyadi <sup>2</sup> , Elizal <sup>3</sup> .	Ekosistem hutan mangrove di Kawasan Pesisir Utara Pulau Rupert, Provinsi Riau	(2016)
12	Effect of Ecological Factors On Vegetation And Carbon Stock On Samaesan Island, Chon Buri Province, Thailand	Nathsuda Pumijumng <sup>1*</sup> and Paramate Payomrat <sup>1</sup>	Samaesan Island is located in Eastern Thailand	(2013)
13	Estimating the above-ground biomass in an old secondary forest on limestone in the	Suzanne M. Stas <sup>a,b,*,1</sup> , Ervan Rutishauser <sup>c,d,2</sup> ,	Seram island in the Moluccas, East Indonesia.	(2017)

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Lokasi Penelitian	Tahun
	moluccas, Indonesia: Comparing locally developed versus existing allometric models	Jérôme Chave <sup>e</sup> , Niels P.R. Anten <sup>a,f</sup> , Yves Laumonier <sup>b,c</sup>		
14	Komposisi Jenis dan Potensi Simpanan Karbon Pada Hutan Bukit Kapur ( <i>Limestone Forest</i> ) di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung.	Kama Jaya Shagir	Taman Nasional (TN) Bantimurung Bulusaraung Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan	(2016)
15	Potensi Serapan Karbon Pada 3 Lokasi Ekosistem di Sekitar Daerah Lembah Harau Sumatera Barat	Erda Muhartati <sup>1,2</sup>	Tiga lokasi ekosistem di sekitar daerah Lembah Harau.	(2016)
16	Perbedaan Simpanan Karbon Organik Pada Hutan Tanaman <i>Acacia mangium</i> willd dan Hutan Sekunder Muda	Harris Herman Siringoringo	Resort Pemangkuan Hutan (RPH) Maribaya. BKPH Parung Panjang, KPH Bogor.	(2014)
17	Pendugaan Korelasi antara Karakteristik Tanah terhadap Cadangan Karbon ( <i>Carbon Stock</i> ) pada Hutan Sekunder	Omo Rusdiana <sup>1</sup> dan Rinal Syahputra Lubis <sup>1</sup>	Desa Santu'un, Kecamatan Muara Uya, Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan	(2012)
18	Analisis Kandungan Biomassa dan Karbon Tersimpan ( <i>Carbon Stock</i> ) Pada PSP ( <i>Plot Sampling Parmanent</i> ) Hutan Negeri Soya Kota Ambon	Yulianus. D. Komul, Gun Mardiatmoko, Rohny S. Maail	Lokasi PSP ( <i>Plot Sampling Parmanent</i> ) Hutan Lindung Gunung Sirimau	(2016)
19	Pendugaan Cadangan Karbon Atas Permukaan Tanah Pada Tipe Penggunaan Lahan Dusung di Pulau Ambon	Aryanto Boreel, R. Loppies, & F.F. Tetelay	Berbagai tipe penggunaan lahan dusung di Pulau Ambon	(2015)

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai cadangan karbon pada berbagai penggunaan lahan/ekosistem telah banyak dilakukan untuk daerah kontinen dan pulau pulau besar, namun jarang sekali

dilakukan pada pulau-pulau kecil. Salah satu penelitian sebelumnya mengenai analisis biomassa dan potensi karbon telah dilakukan di Pulau Rupa Provinsi Riau tetapi hanya diteliti pada daerah mangrove saja. Sejauh ini yang penulis ketahui mengenai penelitian tentang cadangan karbon untuk pulau-pulau kecil terutama yang tergolong pulau karang timbul (*raised coral island*) pada berbagai komunitasnya belum ada yang melakukan dan memublikasikan.

### **I. Definisi Operasional**

Istilah dan definisi operasional yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Adaptasi : Tanggapan manusia terhadap efek langsung dan tidak langsung dari perubahan iklim dan variabilitas untuk tujuan mengurangi konsekuensi yang merugikan atau meningkatkan konsekuensi yang menguntungkan.
2. Alometrik (persamaan) : Suatu fungsi yang menunjukkan suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organisme. Fungsi ini dipakai dalam pendugaan parameter tertentu dengan menggunakan parameter yang lain dan lebih mudah dalam pengukuran.
3. Areal Suksesi Imperata : adalah areal yang sedang mengalami perubahan dari vegetasi *Imperata cylindrica* menjadi hutan sekunder dalam penelitian ini adalah hutan pantai.

4. Basal Area/Luas Bidang Dasar (LBD) : Luas penampang batang pohon yang diukur setinggi dada orang dewasa. Keseluruhan luas bidang dasar per satuan luas menunjukkan nilai dominansi dari spesies yang diukur.
5. BEF (*Biomass Expansion Factor*) pohon : faktor yang digunakan untuk menggandakan biomassa batang ke biomassa pohon bagian atas.
6. Berat jenis kayu (*wood density* atau *specific gravity*) : bilangan yang menyatakan perbandingan antara berat kering (*oven-dry weight*) per satuan volume kayu, dinyatakan dalam satuan kilogram per meter kubik ( $\text{kg/m}^3$ ) atau gram per sentimeter kubik ( $\text{gr/cm}^3$ ).
7. Biomassa : massa dari bagian vegetasi yang masih hidup seperti tajuk pohon, tumbuhan bawah atau gulma, dan tanaman semusim pada suatu bentang lahan.
8. Biomassa bawah permukaan :  $B_{bp}$  (*bellowground biomass/BGB*) : Semua biomassa dari akar hidup. Akar halus dengan diameter kurang dari (disarankan) 2 mm sering disingkirkan karena seringkali tidak dapat dibedakan secara empiris dari bahan organik tanah atau serasah.
9. Biomassa bagian atas permukaan : (*aboveground biomass/AGB*) : Semua biomassa hidup di atas permukaan

tanah termasuk batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji, dan dedaunan dan tumbuhan bawah.

10. Biomassa tegakan : akumulasi biomassa pohon per satuan luas area, dinyatakan dalam satuan ton per hektar (ton/ha).
11. Bulk Density : Kerapatan Lindak adalah istilah yang menggambarkan kepadatan tanah. Makin tinggi nilai bulk density pada tanah menunjukkan tanah yang lebih padat. Hal ini berarti makin sulit terjadi infiltrasi dan sulit untuk perkembangan akar tanaman. Ukuran Bulk Density adalah berat kering tanah per satuan volume ( $\text{g/cm}^3$ ).
12. Climate Change : Perubahan Iklim
13. Carbon Content : Kandungan karbon
14. Carbon Pool : Gudang karbon atau tempat karbon tersimpan
15. Carbon Sink : Rosot karbon
16. Carbon Stocks : Cadangan karbon
17. Carbon Storage : Simpanan karbon
18. Carbon Sequestration : Penyerapan karbon
19. Cbap : Carbon bagian atas pohon
20. Cbbp : Carbon bagian bawah permukaan (Akar)
21. COP : Conference of the Parties. COP merupakan konferensi tahunan yang diadakan sebagai pertemuan formal bagi peserta UNFCCC.

- 22.DBH : Diameter Breast Height, diameter setinggi dada atau kurang lebih 1,3 m dari permukaan tanah. Metode mengukur pohon dalam penelitian ekologi hutan, penelitian biomassa atau pendataan potensi hutan.
- 23.Dekomposisi : Penguraian. Dalam hal ini penguraian bahan organik menjadi bahan anorganik melalui proses fisika, kimia atau biologi. Pembusukan bahan organik diamati.
- 24.Densitas : Kerapatan. Nilai yang menunjukkan jumlah individu per satuan luas.
- 25.Densitas biomassa : *Biomass density*, jumlah biomassa per satuan luas.
- 26.Expansion factor : suatu factor atau nilai yang menggandakan suatu jumlah nominal tertentu (volume atau biomassa), yang mencakup 1 atau beberapa bagian pohon ke jumlah nominal lainnya yang mencakup keseluruhan pohon
- 27.Faktor bentuk (*form factor*) : nilai koreksi untuk perhitungan volume pohon berdiri, karena rumus untuk menghitung volume pohon berdiri didasarkan pada rumus perhitungan silinder, sedangkan bentuk batang pohon pada dasarnya tidak pernah berbentuk silinder.
- 28.GPG LULUCF : Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry

29. Herba: Tumbuhan dengan batang basah atau tidak berkayu. Umumnya berupa tumbuhan semusim.
30. Humus : Lapisan organik tanah di lantai hutan yang sebagian besar telah terjadi dekomposisi. Perbedaan antara humus dan serasah adalah serasah masih segar atau sangat sedikit terdekomposisi dan masih dapat terlihat bentuk-bentuk bagian asal tanaman tersebut.
31. Hutan Pantai : Tegakan pohon-pohon yang terdapat pada daerah pesisir pantai dengan habitat pasir dan beradaptasi pada salinitas tinggi dan hembusan air laut yang mengandung garam. Biasanya hutan pantai sering disebut dengan *formasi Baringtonia*.
32. Hutan Sekunder : hutan yang tumbuh dan berkembang secara alami sesudah terjadi kerusakan/perubahan pada hutan yang pertama. Hutan sekunder merupakan fase pertumbuhan hutan dari keadaan tapak gundul, karena alam maupun antropogen, sampai menjadi klimaks kembali.
33. Hutan Batu Karang Sekunder : hutan sekunder yang tumbuh di atas karang pada Pulau Karang Timbul (*Raised Coral Island*).
34. Hutan Sekunder Awal : Hutan sekunder dengan dominasi jenis-jenis pionir awal dengan karakteristik: pertumbuhan yang cepat, tingkat kerapatan kayu yang rendah, cabang lebih sedikit, perbandingan ukuran daun lebih besar, relatif cepat

berbunga, menghasilkan jenis-jenis benih dorman dengan ukuran kecil. Penyebaran benih-benih dilakukan oleh burung-burung, kelelawar, tikus atau angin. (Anette, et al. 2000).

35. Hutan Sekunder Pertengahan : Hutan Sekunder yang berada pada tahap pertengahan di antara awal menuju tahap hutan sekunder akhir. Jenis-jenis yang terdapat pada hutan sekunder pertengahan merupakan percampuran sebagian jenis dan karakteristik yang terdapat pada hutan sekunder awal maupun hutan sekunder akhir.

36. Hutan Sekunder Akhir : Hutan sekunder dengan karakteristik pionir-pionir akhir jenis lebih beragam dengan kayu yang lebih padat. Pionir-pionir akhir menggugurkan daun dan memiliki biji/benih yang disebarkan oleh angin, yang seringkali dorman di tanah dalam periode waktu yang sangat lama. Spesies-spesies ini dapat berkecambah pada tanah yang sangat miskin unsur hara bila terdapat intensitas cahaya yang cukup tinggi (Anette, et al. 2000).

37. *Imperata cylindrica* : *Cogon Grass* (bahasa Inggris) adalah spesies rumput yang berkembang biak menggunakan rhizoma/ akar rimpang dan biji. Tumbuhan ini berasal dari Asia tropis dan subtropis, Micronesia, Melanesia, Australia, Afrika, dan Eropa selatan. Spesies ini juga telah berkembang ke Amerika Latin, Karibia, dan Amerika Serikat bagian tenggara. *Imperata*

*cylindrica* adalah spesies yang beradaptasi dengan api yang sangat mudah terbakar, dan dapat menyebar dengan cepat dengan menguasai area yang terdegradasi. Jenis ini memiliki jaringan rhizoma yang luas menyumbang 60% dari total biomassa tanaman. Akarnya dapat menembus hingga kedalaman 1,2 m, tetapi 0,4 m adalah tipikal di tanah berpasir dan lebih sering mendorong terjadinya kebakaran hutan dan lahan.

38. *In situ* : frasa latin yang artinya di tempatnya. Dalam kaitannya dengan pengukuran atau penelitian *in situ* berarti dilaksanakan langsung di tempatnya (tidak dibawa keluar lokasi misalnya ke laboratorium)

39. IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change, atau "Panel Antarpemerintah Tentang Perubahan Iklim" adalah suatu panel ilmiah yang terdiri dari para ilmuwan dari seluruh dunia. IPCC Dibuat pada tahun 1988 oleh Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) dan Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNEP), tujuan dari IPCC adalah menyediakan untuk pemerintah di semua tingkatan dengan informasi ilmiah yang dapat mereka gunakan untuk mengembangkan kebijakan iklim.

40. Karbon : unsur kimia yang dengan simbol C dan nomor atom 6

41. Kantong karbon : *Carbon pool*. Tempat atau bagian ekosistem yang menjadi tempat karbon tersimpan.
42. Kayu mati (*deadwood*) bagian pohon mati (batang, cabang, ranting) yang telah rebah
43. Liana : Tumbuhan membelit atau memanjat.
44. Metode *Destructive* merupakan metode pengukuran biomassa karbon pada vegetasi hutan dengan cara merusak atau menghancurkan bahan yang diteliti untuk mendapat berat kering tanaman tersebut (Laboratorium).
45. Metode *Non-destructive* merupakan metode pengukuran biomassa karbon pada vegetasi hutan menggunakan pendekatan kerapatan jenis kayu dan volume kayu pada rumus alometrik yang telah ada untuk tiap jenis tanaman hutan (pohon).
46. Nisbah akar pucuk (*root shoot ratio*) perbandingan antara biomassa akar terhadap biomassa atas permukaan tanah (*above ground biomass*)
47. Model alometrik : model regresi yang menyatakan hubungan antara ukuran atau pertumbuhan dari salah satu komponen individu pohon dengan keseluruhan komponen dari individu pohon tersebut. Misalnya hubungan antara diameter dan biomassa.

48. Mitigasi : tindakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang disebabkan oleh kegiatan manusia serta meningkatkan penyimpanan karbon untuk mengatasi perubahan iklim.
49. Nekromas: bagian pohon yang telah mati baik yang masih berdiri tegak atau telah roboh di permukaan tanah, tunggul, cabang dan ranting, yang belum lapuk (Hairiah, 2007). Pada penelitian ini menggunakan istilah nekromass besar dan nekromas kecil. Nekromas besar adalah pohon mati dan kayu mati yang mempunyai diameter  $\geq 10$  cm sedangkan nekromas kecil mempunyai diameter  $>5$  s/d  $< 10$  cm.
50. Palem : istilah umum untuk menyebut tumbuh yang memiliki batang menyerupai kelapa atau sejenisnya. Secara taksonomi palem merujuk pada anggota-anggota dari familia *arecaceae* atau *palmae*
51. Panen : Pengambilan sebagian atau keseluruhan bagian tumbuhan untuk pengukuran biomassa. Metode pemanenan ini sering disebut dengan metode *destructive sampling*.
52. Penginderaan Jauh merupakan ilmu, seni, dan teknologi mengenai proses memperoleh informasi tentang objek area, atau fenomena melalui analisis data yang diakuisisi oleh suatu alat tanpa adanya kontak langsung dengan objek, area, atau fenomena tersebut.

53. Pohon mati (*dead tree*) tumbuhan berkayu yang telah menunjukkan berhentinya semua proses fisiologis dan metabolisme, yang ditandai dengan matinya jaringan-jaringan sel tanaman, dan pohon tersebut masih berdiri tegak.
54. Potensi adalah suatu kemampuan yang masih bisa dikembangkan menjadi lebih baik lagi.
55. Sampel : Cuplikan, contoh. Bagian dari obyek penelitian yang diukur atau diambil untuk analisis.
56. Semak : Tumbuhan berkayu berukuran kecil atau berbatang pendek umumnya mempunyai cabang-cabang yang sangat banyak dan tidak merupakan tanaman semusim.
57. Serasah (*litter*) : Kumpulan bahan organik di lantai hutan yang belum atau sedikit terdekomposisi. Bentuk asalnya masih bias dikenali atau masih bias mempertahankan bentuk aslinya (belum hancur)/cabang mempunyai diameter < 5 cm.
58. Siklus Karbon : istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan perubahan karbon (dalam berbagai bentuk) di atmosfer, laut, biosfer terestrial dan deposit geologis.
59. Simpanan karbon dalam hutan yaitu Karbon yang disimpan di tanaman (pohon) hutan dalam bentuk : (1) biomassa dalam tanaman hidup yang terdiri dari kayu dan nonkayu, (2) massa mati (kayu mati dan serasah) dan (3) tanah dalam bahan organik dan humus.

60. Stratum : kelompok tutupan lahan sesuai SNI 7645:2010 dan IPCC 2006
61. Soil Carbon : Karbon tanah
62. Soil Organic Carbon (SOC) : Karbon organik tanah
63. Stok karbon : karbon yang tersimpan dalam biomassa atau ekosistem hutan.
64. Tegakan : komunitas tumbuhan (pohon) pada area tertentu.
65. Tingkat pertumbuhan vegetasi berkayu (SNI 7724:2011)
- a. semai : tingkat pertumbuhan vegetasi berkayu berdiameter  $< 2$  cm dengan tinggi  $\leq 1,5$  m
  - b. pancang : tingkat pertumbuhan vegetasi berkayu berdiameter 2 cm sampai dengan  $< 10$  cm
  - c. tiang : tingkat pertumbuhan vegetasi berkayu berdiameter 10 cm sampai dengan  $< 20$  cm
  - d. pohon : tingkat pertumbuhan vegetasi berkayu berdiameter  $\geq 20$  cm
66. Tinggi Total Pohon yaitu tinggi dari pangkal pohon di permukaan tanah sampai puncak pohon.
67. Tinggi bebas cabang : tinggi pohon yang diukur sampai percabangan pertama, dinyatakan dalam satuan meter (m) dengan ketelitian satu angka di belakang koma.
68. Tumbuhan bawah vegetasi yang tumbuh di lantai hutan, dapat berupa herba, semak atau liana.

69.UNFCCC : *The United Nations Framework Convention on Climate Change* adalah Konvensi Kerangka Kerja Perubahan Iklim Perserikatan Bangsa-Bangsa. Tujuan UNFCCC menstabilkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer sampai tingkat yang mampu mencegah campur tangan manusia dengan sistem iklim.

70.Vegetasi : adalah istilah yang sangat umum untuk kehidupan tumbuhan; itu mengacu pada penutup tanah yang disediakan oleh tanaman. Ini adalah istilah umum, tanpa referensi khusus untuk taksa tertentu, bentuk kehidupan, struktur, luas spasial, atau karakteristik botani atau geografis tertentu lainnya.

71.Zona Proximal : adalah zona mangrove yang berhadapan langsung dengan laut atau zona paling terdepan. Pada Pulau Marsegu terdapat spesies-spesies *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Rhizophora apiculata*.

72.Zona Midle : zona mangrove yang terletak di antara zona proximal dan zona distal atau zona pertengahan. Pada Pulau Marsegu ditemukan spesies-spesies *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora apiculata* dan *Xylocarpus granatum*.

73.Zona Distal : zona mangrove yang letaknya jauh dari laut perbatasan dengan darat atau zona paling belakang. Pada Pulau Marsegu terdapat spesies-spesies *Bruguiera*

*gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora apiculata* dan *Xylocarpus moluccensis*.