

**PREDIKSI PENGARUH ALIH FUNGSI LAHAN TERHADAP
CADANGAN KARBON TERKANDUNG PADA HUTAN
MANGROVE DI KOTA SEMARANG**



Tesis

Dhita Prasisca Mutiatari

30000214410015

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2019**

TESIS

**PREDIKSI PENGARUH ALIH FUNGSI LAHAN TERHADAP CADANGAN
KARBON TERKANDUNG PADA HUTAN MANGROVE DI KOTA
SEMARANG**

Disusun oleh

Dhita Prasisca Mutiatari

30000214410015

**Mengetahui,
Komisi Pembimbing**

Pembimbing Utama



Drs. Rudhi Pribadi, Ph.D
NIP. 19641120 199103 1 001

Pembimbing Kedua



Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc.
NIP. 19751028 199903 1 004

Menyetujui,

Dekan

**Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro**



Dr. R. P. Salarto, S.H., M.Hum
NIP. 19670101 199103 1 005

**Ketua Program Studi
Magister Ilmu Lingkungan
Universitas Diponegoro**



Dr. Eng. Maryono, S.T., M.T.
NIP. 19750811 200012 1 001

LEMBAR PENGESAHAN**PREDIKSI PENGARUH ALIH FUNGSI LAHAN TERHADAP CADANGAN
KARBON TERKANDUNG PADA HUTAN MANGROVE DI KOTA
SEMARANG**

Disusun oleh

Dhita Prasisca Mutiatari

30000214410015

telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 3 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

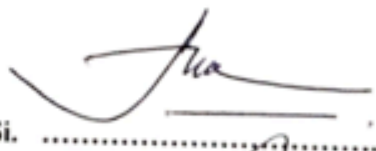
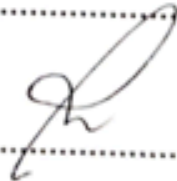
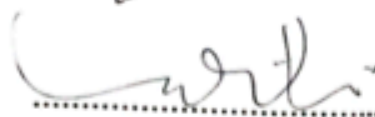
Ketua

Dr. Ir. Bambang Yulianto, DEA.

Tanda Tangan



Anggota

1. **Dr. Fuad Muhammad, S.Si., M.Si.**2. **Drs. Rudhi Pribadi, Ph.D**3. **Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc.**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang, Desember 2019



Mhita Prasisca Mutiatari
30000214410015

BIODATA PENULIS



Dhita Prasisca Mutiatari. Lahir di Cilacap, pada tanggal 8 Januari 1990, dari pasangan Bapak Turmono (Alm) dan Ibu Nyai Hakiyah, pendidikan SD hingga SMA ditempuh di kampung halamannya, di Kecamatan Majenang Kabupaten Cilacap, lulus tahun 2004 dari SMPN 1 Majenang kemudian melanjutkan ke SMAN 1 Majenang hingga lulus tahun 2007. Selepas SMA langsung melanjutkan studi S1 di Jurusan Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang dan lulus tahun 2014. Semenjak menjadi mahasiswa S1, penulis aktif dalam kegiatan pelestarian lingkungan dan pemberdayaan masyarakat, khususnya di wilayah pesisir. Hal tersebut yang melandasi penulis kemudian melanjutkan studi S2 di Magister Ilmu Lingkungan Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Saat ini, penulis menjadi pembantu peneliti dan fasilitator pemberdayaan masyarakat di Pusat Kependudukan dan Lingkungan Hidup (sekarang berganti menjadi Pusat Pemberdayaan Masyarakat), Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, LPPM, Universitas Negeri Semarang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur terpanjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, bimbingan dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul **“Prediksi Pengaruh Alih Fungsi Lahan Terhadap Cadangan Karbon Terkandung Pada Hutan Mangrove Di Kota Semarang”** ini. Tesis ini merupakan sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-2 pada Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.

Ekosistem Mangrove di Kota Semarang mengalami tekanan yang sangat besar karena alih fungsi lahan untuk peruntukan lain. Padahal ekosistem mangrove memiliki potensi yang cukup besar dalam menyimpan karbon. Hasil penelitian menunjukkan laju penyerapan karbon pada hutan mangrove di Kota Semarang dari tahun 2002 hingga tahun 2018 diketahui sebesar 8.098,38 MgC/tahun (26,99 MgC/ha/tahun). Selanjutnya dapat ditarik kesimpulan bahwa jika masyarakat dan pemerintah minimal mampu menjaga kondisi eksisting hutan mangrove di Kota Semarang, maka hutan mangrove akan mampu menyerap atau menekan pelepasan emisi karbon sebesar 26,99 MgC/ha/tahun.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Drs. Rudhi Pribadi, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I dan Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, petunjuk dan bimbingan dalam penyusunan tesis;

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis juga menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Yos Johan Utama, S.H., M.Hum selaku Rektor Universitas Diponegoro,
2. Dr. R.B. Sularto, S.H., M.Hum selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro,
3. Dr. Eng. Maryono, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan serta seluruh staf administrasi (khususnya Pak Hastomo dan Mas Adhi) atas segala bantuan dan dukungannya,

4. Semua narasumber dan *guide lokal*, komunitas/kelompok masyarakat di Kelurahan Mangunharjo, Mangkang Wetan, Tugurejo, dan Trimulyo, Kota Semarang atas bantuannya dalam penelitian ini,
5. Istri tercinta Durrotul Alfiyah, dan Anak-anaku tersayang Ratnadhifa Kencana Mutiatari serta Aryagana Satwika Mutiatari atas segala penegertian dan dukungannya,
6. Seluruh sahabat, teman-teman MIL angkatan 43 yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu atas kekeluargaan dan kebersamaan yang selalu memberikan semangat serta untuk berbagi ilmu.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam penyusunan tesis ini. Akhirnya penulis berharap semoga tulisan ini memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Semarang, Desember 2019
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
BIODATA PENULIS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT	xiv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Penelitian Terdahulu.....	5
1.6 Kerangka Pemikiran	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Pengelolaan Wilayah Pesisir.....	10
2.3 Karakteristik Ekosistem Mangrove	11
2.3 Cadangan Karbon Terkandung Pada Mangrove.....	13
2.3.1 Biomassa dan kandungan karbon pada mangrove.....	13
2.3.2 Pendugaan biomassa dan kandungan karbon mangrove	15
2.4 Penginderaan Jauh	16
2.4.1 Sistem satelit Landsat	16
2.4.2 Supervised Classification.....	17
2.5 Valuasi Ekonomi Cadangan Karbon Mangrove	18
2.6 Wilayah Pesisir Semarang	19
2.7 Alih Fungsi Lahan Hutan Mangrove Di Kota Semarang	21
III. METODOLOGI.....	23
3.1 Lokasi Penelitian	23
3.2 Desain Penelitian	24
3.2.1 Populasi dan sampel	24
3.2.2 Jenis data dan alat	24
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	27
3.3.1 Cadangan karbon terkandung di atas permukaan (above ground).....	27
3.3.2 Cadangan karbon terkandung di bawah permukaan (belowground).....	30

3.3.3	Pengukuran total unsur hara makro dan mikro tanah	32
3.3.4	Pemetaan data spasial	34
3.4	Analisis Data dan Uji Statistik.....	35
3.4.1	Analisis pengukuran kandungan karbon atas permukaan (above ground).....	35
3.4.2	Analisis pengukuran kandungan karbon bawah permukaan (bellow ground).....	36
3.4.3	Estimasi total stok karbon dan konversi setara karbon dioksida	36
3.4.4	Perkiraan alih fungsi lahan dan emisi karbon di hutan mangrove.....	38
3.4.5	Valuasi ekonomi karbon dalam ekosistem mangrove	39
3.4.6	Analisis uji statistik	39
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1	Hasil	41
4.1.1	Struktur Vegetasi Mangrove.....	41
4.1.2	Cadangan karbon terkandung di atas permukaan (above ground).....	44
4.1.2	Cadangan karbon terkandung di bawah permukaan (bellow-ground).....	47
4.1.3	Total cadangan karbon terkandung.....	50
4.1.4	Valuasi ekonomi cadangan karbon di pesisir Kota Semarang.....	52
4.1.5	Prediksi perubahan alih fungsi lahan terhadap cadangan karbon terkandung	52
4.1.5	Peran masyarakat dan kebijakan pengelolaan pesisir di Kota Semarang	58
4.2	Pembahasan	64
4.2.1	Struktur ekosistem mangrove di pesisir Kota Semarang.....	64
4.2.2	Potensi biomassa (AGB) dan cadangan karbon di atas permukaan (CAG)	66
4.2.3	Potensi cadangan karbon di bawah permukaan (Csoil).....	68
4.2.4	Total cadangan karbon terkandung dan alih fungsi lahan di pesisir Kota Semarang.....	71
4.2.5	Potensi nilai ekonomi karbon pada hutan mangrove di Kota Semarang	72
4.2.6	Prediksi alih fungsi lahan dan peran masyarakat di pesisir Kota Semarang	73
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran	78
VI.	RINGKASAN.....	79
	DAFTAR PUSTAKA	86
	Lampiran 1. Lokasi plot sampel untuk pendugaan cadangan karbon diatas permukaan.....	94
	Lampiran 2. Analisis AGB di Lokasi Mangunharjo.....	95

Lampiran 3. Analisis AGB di Lokasi Mangkang Wetan.....	99
Lampiran 4. Analisis Total C di atas permukaan.....	103
Lampiran 5. Analisis Vegetasi.....	105
Lampiran 6. Koordinat lokasi plot sampel karbon dibawah permukaan (Csoil).....	106
Lampiran 7. Analisis Bulk Density	109
Lampiran 8. Analisis Csoil	113

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Deskripsi Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2. Karakteristik Citra Landsat 8.....	17
Tabel 3. Lokasi dan stasiun pengambilan data	25
Tabel 4. Alat untuk pengambilan data di lapangan	26
Tabel 5. Data parameter dan teknik pengukuran	26
Tabel 7. Faktor lingkungan pada lokasi penelitian.....	41
Tabel 8. Hasil analisis vegetasi pada lokasi penelitian.....	41
Tabel 9. Total AGB, CAG, dan CO ₂ -e di atas permukaan pada lokasi penelitian.....	45
Tabel 10. Bulk Density, C-organik, kedalaman tanah dan Total CBG di lokasi penelitian.....	48
Tabel 11. Hubungan antara Csoil dengan variabel pendukung di lokasi penelitian.....	50
Tabel 12. Potensi nilai ekonomi karbon pada hutan mangrove di pesisir Kota Semarang	52
Tabel 13. Luas penggunaan lahan pesisir Kota Semarang hasil interpretasi citra satelit tahun 2002, 2008, 2014 dan 2018	53
Tabel 14. Laju perubahan lahan pesisir Kota Semarang hasil interpretasi citra satelit tahun 2002, 2008, 2014 dan 2018	53
Tabel 15. Perubahan luas tutupan mangrove terhadap cadangan karbon dari tahun 2002-2008, tahun 2008-2014, dan tahun 2014-2018	56
Tabel 16. Peran masyarakat dalam kegiatan rehabilitasi pesisir di Kec. Tugu Kota Semarang.....	59
Tabel 17. Peran masyarakat dalam kegiatan rehabilitasi pesisir di Trimulyo Kec. Genuk Kota Semarang.....	61
Tabel 18. Zona hutan mangrove di Kota Semarang	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka pemikiran.....	9
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.....	23
Gambar 3. Plot contoh untuk pengambilan sampel	27
Gambar 4. Pengukuran dbh pada berbagai kondisi pohon	28
Gambar 5. Tingkat keutuhan pohon mati (a) pohon mati tanpa daun; (b) pohon mati tanpa daun dan ranting; (c) pohon mati tanpa daun, cabang dan ranting	29
Gambar 6. Distribusi jumlah pohon berdasarkan kelas diameter pada lokasi penelitian.....	42
Gambar 7. Peta distribusi kerapatan mangrove di Kota Semarang	42
Gambar 8. Luas basal area pohon untuk masing-masing jenis di lokasi penelitian.....	43
Gambar 9. INP pohon untuk masing-masing jenis di lokasi penelitian.....	43
Gambar 10. Peta distribusi cadangan karbon terkandung di atas permukaan (CAG) pada lokasi penelitian	46
Gambar 11. Distribusi total CAG menurut jenis tegakkan di lokasi penelitian	46
Gambar 12. Data bulk density dan C-organik pada lokasi penelitian	49
Gambar 13. Peta distribusi karbon terkandung dibawah permukaan (Csoil)	49
Gambar 14. Total cadangan karbon pada masing-masing lokasi	51
Gambar 15. Peta distribusi Total cadangan karbon pada masing-masing lokasi.....	51
Gambar 16. Luas penggunaan lahan pesisir Kota Semarang hasil interpretasi citra satelit tahun 2002, 2008, 2014 dan 2018	53
Gambar 17. Peta penggunaan lahan kawasan pesisir Kota Semarang tahun 2002	54
Gambar 18. Peta penggunaan lahan kawasan pesisir Kota Semarang tahun 2008	54
Gambar 19. Peta penggunaan lahan kawasan pesisir Kota Semarang tahun 2014	55
Gambar 20. Peta penggunaan lahan kawasan pesisir Kota Semarang tahun 2018	55
Gambar 21. Laju emisi dan penyerapan karbon	57

ABSTRAK

Di Kota Semarang, tantangan alih fungsi lahan mangrove cukup masif terjadi. Hal tersebut dikarenakan perilaku masyarakat dengan motif ekonomi membuka hutan mangrove menjadi kawasan pertambakan udang dan bandeng, kawasan industri, pergudangan dan permukiman. Selain itu, kepemilikan lahan di wilayah pesisir Kota Semarang juga sebagian besar telah dimiliki oleh pihak swasta (private sector) sehingga tantangan pengelolaan pesisir akan semakin berat ke depan. Padahal ekosistem mangrove sangat penting dalam pengurangan emisi karbon yang diproduksi oleh sektor lain karena kemampuannya menyerap karbon. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung potensi biomassa dan cadangan karbon terkandung atas permukaan dan di bawah permukaan serta menganalisis dinamika perubahan alih fungsi lahan pesisir terhadap perubahan emisi dan proyeksi cadangan karbon akibat aktivitas masyarakat dari alih fungsi lahan pesisir pada hutan mangrove di pesisir Kota Semarang. Lokasi penelitian berada di area tutupan mangrove yang terdapat pada 3 kecamatan pesisir di Kota Semarang, yakni Kecamatan Genuk, Kecamatan Semarang Barat, dan Kecamatan Tugu. Pengumpulan data terkait cadangan karbon di atas permukaan menggunakan metode non-destructive sampling dengan model alometrik. Untuk mengukur cadangan karbon terkandung di bawah permukaan atau karbon tanah secara akurat, dibutuhkan 3 parameter yang harus diukur: (1) kedalaman tanah; (2) bulk density; dan (3) konsentrasi karbon organik tanah. Pemetaan lokasi untuk memproyeksikan penggunaan lahan dan cadangan karbon menggunakan citra Landsat-7 ETM tahun 1997, 2002, 2007, dan 2012 serta citra Landsat-8 tahun 2017 yang meliputi areal pesisir Kota Semarang. Pengolahan citra menggunakan paket program ER-Mapper. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa struktur hutan mangrove kategori tegakan tiang dan pohon di pesisir Kota Semarang pada umumnya didominasi oleh jenis *Avicennia marina*. Potensi jumlah biomassa di atas permukaan pada hutan mangrove Kota Semarang sebesar 357,47 Mg/ha. Secara keseluruhan total CAG pada hutan mangrove di Kota Semarang sebesar 166,61 MgC/ha. Total Csoil berdasarkan plot lokasi penelitian pada hutan mangrove di pesisir Kota Semarang, yakni 649,84 MgC/ha. Rentang total Csoil berkisar mulai dari terendah 25,91 MgC/ha hingga tertinggi 264,65 MgC/ha. Total karbon (C) pada hutan mangrove di Kota Semarang sebesar 260.751,28 MgC. Pada periode tahun 2002-2008 dengan laju emisi sebesar 2.052,81 Mg C per tahun (11,63% per tahun). Sementara itu, pada periode tahun 2008-2014 dan periode tahun 2014-2018 tidak terjadi pelepasan emisi karbon, tetapi hutan mangrove mampu mencegah emisi karbon berturut-turut sebesar 14.374,20 MgC per tahun (32,49% per tahun) dan 40.069,00 MgC per tahun (30,71% per tahun). Laju penyerapan karbon pada hutan mangrove di Kota Semarang dari tahun 2002 hingga tahun 2018 diketahui sebesar 8.098,38 MgC/tahun (26,99 MgC/ha/tahun).

Kata kunci: stok karbon, emisi karbon, mangrove, Semarang

ABSTRACT

In the Semarang City, the challenge of changing the function of mangrove land cover is quite massive. That is because the people's behavior with economic motives to open mangrove forests into shrimp and milkfish ponds, industrial areas, warehousing and settlements. In addition, land ownership in the coastal area of Semarang City is also largely owned by the private sector so that the challenges of coastal management will be more severe going forward. In fact, Mangrove ecosystems are very important in reducing carbon emissions produced by other sectors because of their ability to absorb carbon. The purpose of this study is to calculate the potential of biomass and carbon stocks contained both above and below ground and to analyze the dynamics of changes in the conversion of coastal land to changes in emissions and projected carbon stocks due to community activities from the conversion of coastal land in mangrove forests in Semarang. The research location is in the area of mangrove cover which is located in 3 coastal districts in Semarang City, namely Genuk District, West Semarang District, and Tugu District. Collecting data related to carbon stocks above the surface using a non-destructive sampling method with an allometric model. To accurately measure the carbon stock contained below the surface or soil carbon, 3 parameters are needed to be measured: (1) soil depth; (2) bulk density; and 3) soil organic carbon concentration. Mapping locations to project land use and carbon stocks using Landsat-7 ETM imagery in 1997, 2002, 2007 and 2012 and Landsat-8 imagery of 2017 covering the coastal area of Semarang City. Image processing using the ER-Mapper program package. The results of this study indicate that the mangrove community structure of the pole and tree stand categories in the coastal city of Semarang is generally dominated by *Avicennia marina* types. The potential amount of aboveground biomass in the mangrove forests of Semarang City is 357.47 Mg / ha. Overall the total CAG in mangrove forests in Semarang City was 166.61 MgC / ha. Total Csoil is based on a research location plot in the mangrove community on the coast of Semarang City, which is 649.84 MgC / ha. The total range of Csoil ranges from as low as 25.91 MgC / ha to as high as 264.65 MgC / ha. The total carbon (C) in the mangrove forest in Semarang City is 260,751.28 MgC. In the period 2002-2008 with an emission rate of 2,052.81 Mg C per year (11.63% per yr). Meanwhile, in the period 2008-2014 and the period 2014-2018 there was no release of carbon emissions, but mangrove forests were able to prevent carbon emissions respectively of 14,374.20 MgC per year (32.49% per yr) and 40,069.00 MgC per year (30.71% per yr). the rate of carbon sequestration in mangrove forests in Semarang City from 2002 to 2018 is known to be 8098.38 MgC/yr (26.99 MgC/ha/yr).

Keywords: carbon stock, carbon emissions, mangrove, semarang