

**ANALISIS DEGRADASI DAN PREDIKSI STOK KARBON TOTAL
MANGROVE BERDASARKAN MODEL SPASIAL *InVEST* DI
TELUK KENDARI, PROVINSI SULAWESI TENGGARA**



Tesis

Iswandi

30000118410024

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2020**

TESIS

**ANALISIS DEGRADASI DAN PREDIKSI STOK KARBON TOTAL
MANGROVE BERDASARKAN MODEL SPASIAL *InVEST* DI
TELUK KENDARI, PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Disusun oleh

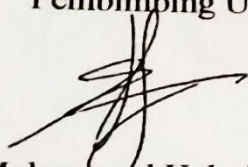
Iswandi

30000118410024

Mengetahui,

Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



Dr. Muhammad Helmi, S.Si., M.Si
Nip. 19691120 200604 1 001

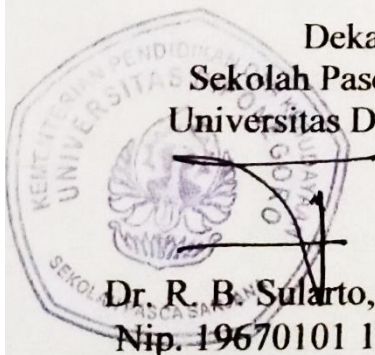
Pembimbing Kedua



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

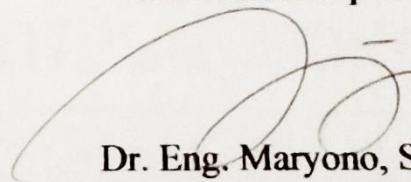
Dekan

Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro



Dr. R. B. Sularto, SH., 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**ANALISIS DEGRADASI DAN PREDIKSI STOK KARBON TOTAL
MANGROVE BERDASARKAN MODEL SPASIAL *InVEST* DI
TELUK KENDARI, PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Disusun oleh

Iswandi
30000118410024Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada Tanggal 28 Agustus 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

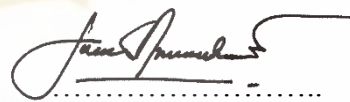
Tanda Tangan

Rukuh Setiadi, S.T.,MEM.,Ph.D

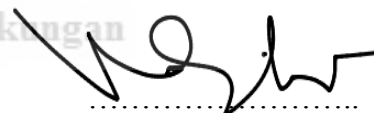


Anggota

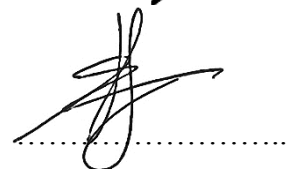
1. Dr. Fuad Muhammad, S.Si.,M.Si



2. Prof. Dr. Hadiyanto S.T.,M.Sc



3. Dr. Muhammad Helmi, S.Si.,M.Si



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 di kemudian 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, Agustus 2020



Iswandi

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara pada tanggal 4 Agustus 1982. Penulis merupakan anak dari pasangan (Alm) M. Djufri Djunaid dan Hamsinah, serta menikah dengan Sri Hartati dan telah dikaruniai dua orang anak yaitu Annisa Maghfirah Aljunaid dan Imam Ahmad Aljunaid. Penulis menempuh pendidikan formalnya di Konawe Selatan, dimulai dari SD Negeri 1 Boro-Boro R. (1989-1994), SLTPN Negeri 2 Ranomeeto (1994-1997), SMU Negeri 1 Ranomeeto (1997-2000) serta melanjutkan pendidikan jenjang Strata-1 di Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin (2001-2007). Pada tahun 2014 sampai dengan sekarang, penulis bekerja di Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Provinsi Sulawesi Tenggara. Penulis memulai karir sebagai Staf Subbidang Tata Ruang Bidang Pengembangan Wilayah, kemudian pada awal tahun 2017 di pindahkan ke Bidang Perencanaan Makro. Penulis memperoleh kesempatan untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata-2 pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro pada tahun 2018-2019 dengan dukungan beasiswa dari Pusat Pembinaan, Pendidikan dan Pelatihan Perencana (PUSBINDIKLATREN) BAPPENAS.

Sekolah Pascasarjana
Magister Ilmu Lingkungan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'laa* atas segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisis Degradasi dan Prediksi Stok Karbon Total Mangrove Berdasarkan Model Spasial *InVEST* di Teluk Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara”. Penyusunan tesis ini untuk memenuhi salahsatu persyaratan untuk mencapai derajat Magister pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada para pihak sebagai berikut:

1. Bapak Dr. Muhammad Helmi, S.Si.,M.Si dan Bapak Prof. Dr. Hadiyanto S.T.,M.Sc selaku dosen pembimbing, atas segala arahan dan masukan selama penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dr. Fuad Muhammad, S.Si.,M.Si dan Bapak Rukuh Setiadi, S.T.,MEM.,Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dalam penyempurnaan tesis ini.
3. Bapak Dr. R. B. Sularto, SH., M.Hum selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.
4. Bapak Dr. Eng. Maryono, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta Pengelola Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.
6. Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional atas bantuan Beasiswa Gelar Pusbindiklatren (Pusat Pembinaan, Pendidikan dan Pelatihan Perencana).
7. Gubernur Sulawesi Tenggara yang telah memberikan izin tugas belajar di Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.

8. Kepala BAPPEDA Provinsi Sulawesi Tenggara yang telah memberikan izin dan kesempatan penulis untuk menempuh pendidikan pascasarjana pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.
9. Orangtuaku Bapak Alm. M. Djufri Djunaid dan Ibu Hamsinah serta mertuaku Bapak Alm. Hamzah dan Ibu Siti Rahman. Terimakasih atas doa-doa dan dukungannya.
10. Bapak Achmadi Abdullah dan Ibu Endang Widhiastuti. Terimakasih banyak atas segala bantuan dan dukungannya.
11. Istriku Sri Hartati, dan anakku Annisa Maghfirah Aljunaid dan Imam Ahmad Aljunaid atas segala kesabaran, dan pengertiannya.
12. Saudara-saudaraku yang selalu memberikan bantuan dan semangat.
13. Teman-teman Magister Ilmu Lingkungan (MIL) Angkatan 55, atas bantuan dan kebersamaannya selama menempuh pendidikan ini.
14. Teman-teman Laboratorium CoREM UNDIP atas segala bantuan dan dukungannya.
15. Semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dukungannya.

Penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang berkepentingan dan turut berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya bidang pengeloaan dan perlindungan lingkungan hidup.

Sekolah Pascasarjana Semarang, Agustus 2020
Magister Ilmu Lingkungan Penulis,

Iswandi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
BIODATA PENULIS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB.I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pertanyaan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB.II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Teluk Kendari	6
2.2. Karbon Mangrove	7
2.3. Pemodelan Stok Karbon Total Mangrove	10
2.4. Penelitian Terdahulu	15
BAB.III METODE PENELITIAN	16
3.1. Jenis, Tempat, dan Waktu Penelitian	16
3.2. Pengumpulan Data	17
3.2.1. Jenis dan Sumber Data	17
3.2.2. Metode Pengumpulan Data	18
3.3. Alat Penelitian.....	19

3.4.	Teknis Analisis Data	20
3.4.1.	Penyiapan Input Data Pemodelan Spasial	20
3.4.2.	Uji Akurasi Hasil Pemetaan Area Mangrove	20
3.4.3.	Identifikasi Perubahan Area Mangrove	23
3.4.4.	Analisis Stok Karbon Total Mangrove	24
3.5.	Tahapan Running Pemodelan Spasial.....	27
3.5.1.	Tahap 1 Preprocessing	27
3.5.2.	Tahap 2 Model Utama	29
BAB.IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1.	Perubahan Karbon Mangrove di Teluk Kendari	32
4.1.1.	Stok Karbon Total Mangrove di Teluk Kendari	32
4.1.2.	Penyerapan Karbon Mangrove di Teluk Kendari	44
4.1.3.	Emisi Karbon Mangrove di Teluk Kendari	53
4.1.4.	Akumulasi Karbon Mangrove di Teluk Kendari	61
4.1.5.	Stok Karbon, Penyerapan Karbon, Emisi Karbon dan Akumulasi Karbon Mangrove Tahun 1982, 2000, 2019 hingga 2040 di Teluk Kendari	69
4.2.	Koreksi Hasil Interpretasi Citra Satelit dan Pemodelan Spasial	74
4.2.1.	Uji Akurasi Dengan Metode Confusion Matrix	75
4.2.2.	Uji Akurasi Dengan Metode Kappa Indeks	77
BAB.V KESIMPULAN DAN SARAN		78
5.1.	Kesimpulan	78
5.2.	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA		80
DAFTAR LAMPIRAN		85

DAFTAR TABEL

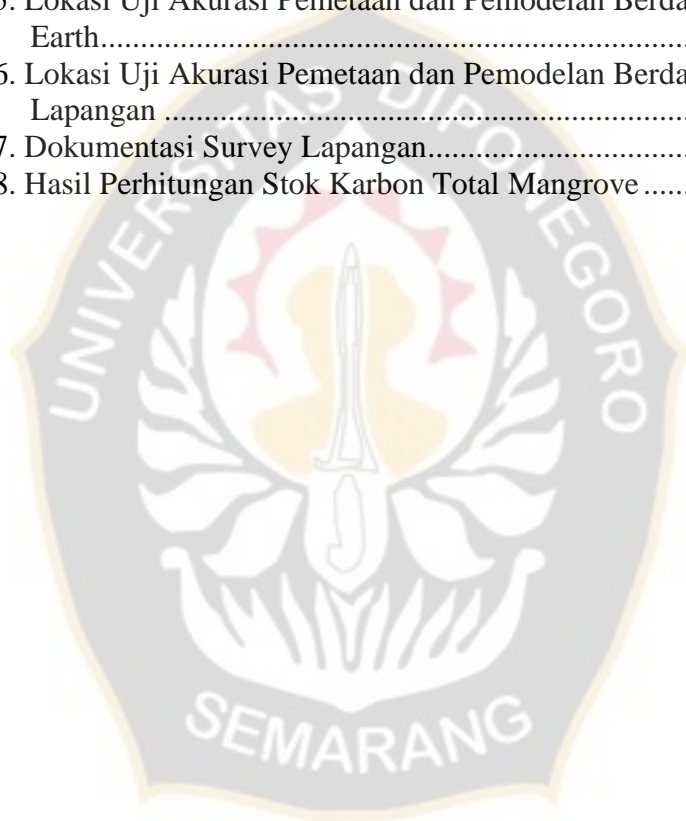
Tabel 1. Nilai Karbon Global pada Biomass Vegetasi dan Karbon di Tanah	9
Tabel 2. Garis Besar Struktur Berjenjang Dari Model InVEST	13
Tabel 3. Sembilan Kategori Model Dalam InVEST	14
Tabel 4. Penelitian-Penelitian Terdahulu di Teluk Kendari	15
Tabel 5. Jenis dan Sumber Data.....	19
Tabel 6. Alat Penelitian.....	19
Tabel 7. Tabel Uji Akurasi Metode Confusion Matrix	21
Tabel 8. Tabel Tingkat Kesesuaian Berdasarkan Indeks Kappa.....	23
Tabel 9. Stok Karbon Tahun 1982 Per Kecamatan.....	33
Tabel 10. Stok Karbon Tahun 2000 Per Kecamatan.....	35
Tabel 11. Stok Karbon Tahun 2019 Per Kecamatan.....	36
Tabel 12. Stok Karbon Tahun 2040 Per Kecamatan.....	39
Tabel 13. Penyerapan Karbon Tahun 1982 – 2000 Per Kecamatan	45
Tabel 14. Penyerapan Karbon Tahun 2000 – 2019 Per Kecamatan	47
Tabel 15. Penyerapan Karbon Tahun 2019 – 2040 Per Kecamatan	49
Tabel 16. Emisi Karbon Tahun 1982 – 2000 Per Kecamatan.....	54
Tabel 17. Emisi Karbon Tahun 2000 – 2019 Per Kecamatan.....	55
Tabel 18. Emisi Karbon Tahun 2019 – 2040 Per Kecamatan.....	57
Tabel 19. Akumulasi Karbon Tahun 1982 – 2000 Per Kecamatan	62
Tabel 20. Akumulasi Karbon Tahun 2000 - 2019 Per Kecamatan	63
Tabel 21. Akumulasi Karbon Tahun 2019 – 2040 Per Kecamatan	65
Tabel 22. Nilai Stok Karbon Total Mangrove di Teluk Kendari	69
Tabel 23. Nilai Penyerapan Karbon Mangrove di Teluk Kendari	70
Tabel 24. Nilai Emisi Karbon Mangrove di Teluk Kendari	71
Tabel 25. Nilai Akumulasi Karbon Mangrove di Teluk Kendari	71
Tabel 26. Hasil Uji Akurasi Metode Confusion Matrix	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tempat Penyimpanan Karbon Pada Ekosistem Mangrove.....	12
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian.....	17
Gambar 3. Alur Penelitian.....	31
Gambar 4. Stok Karbon Tahun 1982 Per Kecamatan.....	33
Gambar 5. Stok Karbon Tahun 2000 Per Kecamatan.....	35
Gambar 6. Stok Karbon Tahun 2019 Per Kecamatan.....	37
Gambar 7. Stok Karbon Tahun 2040 Per Kecamatan.....	39
Gambar 8. Stok karbon pada tahun 1982.....	40
Gambar 9. Stok karbon pada tahun 2000.....	41
Gambar 10. Stok karbon pada tahun 2019.....	42
Gambar 11. Stok karbon pada tahun 2040.....	43
Gambar 12. Penyerapan Karbon Tahun 1982 – 2000 Per Kecamatan.....	45
Gambar 13. Penyerapan Karbon Tahun 2000 – 2019 Per Kecamatan.....	47
Gambar 14. Penyerapan Karbon Tahun 2019 – 2040 Per Kecamatan.....	49
Gambar 15. Penyerapan karbon antara tahun 1982 hingga tahun 2000.....	50
Gambar 16. Penyerapan karbon antara tahun 2000 hingga tahun 2019.....	51
Gambar 17. Penyerapan karbon antara tahun 2019 hingga tahun 2040.....	52
Gambar 18. Emisi Karbon Tahun 1982 – 2000 Per Kecamatan.....	54
Gambar 19. Emisi Karbon Tahun 2000 – 2019 Per Kecamatan.....	56
Gambar 20. Emisi Karbon Tahun 2019 – 2040 Per Kecamatan.....	57
Gambar 21. Emisi karbon antara tahun 1982 sampai tahun 2000.....	58
Gambar 22. Emisi karbon antara tahun 2000 sampai tahun 2019.....	59
Gambar 23. Emisi karbon antara tahun 2019 sampai tahun 2040.....	60
Gambar 24. Akumulasi Karbon Tahun 1982 – 2000 Per Kecamatan.....	62
Gambar 25. Akumulasi Karbon Tahun 2000 – 2019 Per Kecamatan.....	64
Gambar 26. Akumulasi Karbon Tahun 2019 – 2040 Per Kecamatan.....	65
Gambar 27. Akumulasi karbon antara tahun 1982 sampai tahun 2000.....	66
Gambar 28. Akumulasi karbon antara tahun 2000 sampai tahun 2019.....	67
Gambar 29. Akumulasi karbon antara tahun 2019 sampai tahun 2040.....	68
Gambar 30. Stok Karbon Total Mangrove di Teluk Kendari.....	70
Gambar 31. Penyerapan Karbon, Emisi Karbon dan Akumulasi Karbon di Teluk Kendari.....	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel dan Grafik Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 1982, 2000 dan 2019 di Teluk Kendari	85
Lampiran 2. Peta Area Mangrove Tahun 1982.....	86
Lampiran 3. Peta Area Mangrove Tahun 2000.....	87
Lampiran 4. Peta Area Mangrove Tahun 2019.....	88
Lampiran 5. Lokasi Uji Akurasi Pemetaan dan Pemodelan Berdasarkan Google Earth.....	89
Lampiran 6. Lokasi Uji Akurasi Pemetaan dan Pemodelan Berdasarkan Survey Lapangan	90
Lampiran 7. Dokumentasi Survey Lapangan.....	91
Lampiran 8. Hasil Perhitungan Stok Karbon Total Mangrove	94



Sekolah Pascasarjana
Magister Ilmu Lingkungan

ABSTRAK

Teluk Kendari merupakan bagian wilayah Kota Kendari yang sangat strategis sebagai pusat kegiatan masyarakat. Berbagai macam aktivitas pembangunan di Teluk Kendari menyebabkan hutan mangrove sangat rentan terdegradasi. Hutan mangrove yang terdegradasi akan berdampak pada penurunan stok karbon mangrove secara signifikan. Mangrove sangat berperan dalam mitigasi perubahan iklim, karena memiliki kemampuan penyerapan karbon yang tinggi melalui proses fotosintesis dan diubah menjadi bahan organik dan tersimpan di dalam sedimen. Penginderaan jauh dan pemodelan spasial dapat digunakan untuk memperkirakan degradasi stok karbon mangrove. Pemodelan spasial *InVEST (Integrated Valuation Of Ecosystem Services And Tradeoffs)* dapat digunakan untuk memprediksi stok karbon mangrove yang terdegradasi pada waktu tertentu akibat perubahan penggunaan lahan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji degradasi stok karbon total mangrove berdasarkan data penginderaan jauh dan model spasial *InVEST* tahun 1982, 2000, 2019 di Teluk Kendari serta mengkaji prediksi stok karbon total mangrove berdasarkan model spasial *InVEST* tahun 2040 di Teluk Kendari. Data yang digunakan untuk melihat perubahan stok karbon total mangrove adalah data citra penginderaan jauh satelit Landsat dan referensi nilai stok karbon total mangrove. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stok karbon total mangrove di Teluk Kendari mengalami degradasi sebesar 2.964.830 tonCO₂ dari tahun 1982 sebesar 4.454.922 tonCO₂ menjadi 1.490.091 tonCO₂ pada tahun 2019. Stok karbon total mangrove di Teluk Kendari dari tahun 2019 di prediksi akan mengalami peningkatan sebesar 27.302 tonCO₂ menjadi 1.517.393 tonCO₂ di tahun 2040 dengan asumsi luas area mangrove dari tahun 2019 hingga 2040 tetap.

Kata Kunci : Karbon, Mangrove, Teluk Kendari, InVEST, Degradasi, Prediksi

ABSTRACT

Kendari Bay is part of the Kendari City area which is very strategic as a center for community activities. Various kinds of development activities in Kendari Bay make mangrove forests very vulnerable to degradation. Degraded mangrove forests will have an impact on reducing mangrove carbon stocks significantly. Mangroves play a very important role in mitigating climate change, because they have the ability to absorb high carbon through the process of photosynthesis and are converted into organic matter and stored in sediments. Remote sensing and spatial modeling can be used to estimate the degradation of mangrove carbon stocks. InVEST (Integrated Valuation Of Ecosystem Services And Tradeoffs) spatial modeling can be used to predict mangrove carbon stocks that are degraded at a certain time due to land use changes. The purpose of this study was to assess the degradation of total mangrove carbon stock based on remote sensing data and InVEST spatial models at 1982, 2000, 2019 in Kendari Bay and to assess the prediction of total mangrove carbon stock based on InVEST spatial model at 2040 in Kendari Bay. The data used to see the change in total mangrove carbon stock are remote sensing imagery data from the Landsat satellite and reference to the value of total mangrove carbon stock. The results showed that the total carbon stock of mangroves in Kendari Bay was degraded by 2,964,830 tonnes of CO₂ from 1982 of 4,454,922 tonnes of CO₂ to 1,490,091 tonnes of CO₂ in 2019. The total carbon stock of mangroves in Kendari Bay from 2019 is predicted to increase. amounting to 27,302 tonnes of CO₂ to 1,517,393 tonnes of CO₂ in 2040, assuming the area of mangrove from 2019 to 2040 is permanent.

Keywords: Carbon, Mangroves, Kendari Bay, *InVEST*, Degradation, Prediction