

**PEMODELAN STOK KARBON DI PESISIR
KABUPATEN TRENGGALEK DENGAN
PENDEKATAN PERUBAHAN LAHAN**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains (S.Si) pada program studi Ilmu Kelautan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

RIZQI EKA ARDIANSYAH

NIM: 09020420040

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rizqi Eka Ardiansyah

Nim : 09020420040

Program studi : Ilmu Kelautan

Angkatan : 2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penelitian skripsi saya yang berjudul **“PEMODELAN STOK KARBON DI PESISIR KABUPATEN TRENGGALEK DENGAN PENDEKATAN PERUBAHAN LAHAN”**. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 19 Juni 2024

Yang menyatakan,



Rizqi Eka Ardiansyah
NIM. 09020420040

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi Oleh

Nama : Rizqi Eka Ardiansyah
NIM : 09020420040
Judul : Pemodelan Stok Karbon Di Pesisir Kabupaten Trenggalek
Dengan Pendekatan Perubahan Lahan

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 02 Juni 2024

Dosen Pembimbing I



Dr. Andik Dwi Muttaqin, M.T.
NIP. 198204102014031001

Dosen Pembimbing II



M. Yunan Fahmi, M.T.
NIP. 199007192023211021

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Rizqi Eka Ardiansyah ini telah dipertahankan

Di depan tim penguji skripsi

Di Surabaya, 27 Juni 2024

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I

Rizqi Abdi Perdanawati, M.T
NIP. 198809262014032002

Penguji II

Mauludiyah, M.T
NUP. 201409003

Penguji III

Dr. Andik Dwi Muttaqin, M.T
NIP. 198204102014031001

Penguji IV

M. Yunan Fahmi, M.T
NIP. 199007192023211021

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya

Saepul Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpustakaan@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Rizqi Eka Ardiansyah
NIM : 09020420040
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Ilmu Kelautan
E-mail address : ardiansyahrizqieka@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PEMODELAN STOK KARBON DI PESISIR KABUPATEN TRENGGALEK

DENGAN PENDEKATAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 26 Juni 2024

Penulis

(Rizqi Eka Ardiansyah)

ABSTRAK

PEMODELAN STOK KARBON DI PESISIR KABUPATEN TRENGGALEK DENGAN PENDEKATAN PERUBAHAN LAHAN

Stok karbon adalah nilai total karbon yang terdapat pada ekosistem secara keseluruhan seperti tanah, tumbuhan, lautan bahkan atmosfer. Pesisir Kabupaten Trenggalek merupakan kawasan dengan tingkat aktivitas antropogenik yang terus mengalami peningkatan setiap periode waktu. Hal ini menyebabkan perubahan dari kondisi muka tutupan lahan yang ada terus berubah yang diiringi dengan perubahan stok karbon. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis nilai stok karbon berdasarkan perubahan lahan yang terjadi di pesisir Kabupaten Trenggalek. Metode yang dilakukan dengan teknik penginderaan jauh menggunakan *Google Earth Engine* dan data citra landsat temporal. Prediksi tutupan lahan untuk tahun 2034 juga dilakukan dengan menggunakan *plugin* Molusce pada *software* QGIS. Perhitungan stok karbon dilakukan dengan data biomassa karbon yang diolah dalam *software* InVEST. Hasil perhitungan stok karbon pada tahun 2001 – tahun 2023, nilai stok karbon mengalami perubahan yang cenderung mengalami grafik penurunan. Total stok karbon pada tahun 2001 adalah sebesar 4.126.833,64 ton. Pada tahun 2012 turun menjadi 4.020.361,84 ton, 11 tahun kedepan pada tahun 2023 stok karbon kembali turun menjadi 3.769.725,32. Pada prediksi tahun 2034 total stok karbon di kawasan pesisir Kabupaten Trenggalek di prediksi meningkat menjadi 3.778.537,21 ton. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi adanya potensi stok karbon di Pesisir Kabupaten Trenggalek. Oleh karena itu, tata kelola penggunaan lahan yang mengarah pada pembangunan hijau harus terus dilakukan untuk menjaga potensi tersebut.

Kata Kunci : *Stok Karbon, Perubahan Lahan, Prediksi Tutupan Lahan*

ABSTRACT

CARBON STOCK MODELING IN COASTAL TRENGGALEK DISTRICT WITH LAND CHANGE APPROACH

Carbon stock is the total value of carbon contained in the ecosystem as a whole such as soil, plants, oceans and even the atmosphere. The coastal area of Trenggalek Regency is an area where the level of anthropogenic activity continues to increase every period of time. This causes changes in the condition of the existing land cover to continue to change, accompanied by changes in carbon stocks. So this research was conducted to analyze the value of carbon stocks based on land changes that occur in the coastal area of Trenggalek Regency. The method was carried out with remote sensing techniques using Google Earth Engine and temporal Landsat image data. Land cover prediction for 2034 was also carried out using the Molusce plugin in QGIS software. Carbon stock calculation was conducted with biomass carbon data processed in InVEST software. The results of carbon stock calculations in 2001 - 2034 prediction, the value of carbon stock has changed which tends to experience a decreasing graph. The total carbon stock in 2001 was 4,126,833.64 tons. In 2012 it dropped to 4,020,361.84 tons. Then 11 years later in 2023 the carbon stock again fell to 3,769,725.32. In 2034, the total carbon stock in the coastal area of Trenggalek Regency is predicted to increase to 3,778,537.21 tons. This research is expected to be a source of information on the potential of carbon stocks in the coastal area of Trenggalek Regency. Therefore, land use management that leads to green development must continue to be carried out to maintain this potential.

Keywords : *Carbon Stock, Land Change, Land Cover Prediction*

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Wilayah Pesisir.....	7
2.2. Pemanasan Global	8
2.3. Perubahan Iklim.....	9
2.4. Karbon.....	11
2.4.1. Emisi Gas CO ₂	11
2.4.2. Stok Karbon	13
2.4.3. Biomassa Karbon	15
2.5. Perubahan Penutupan Lahan	16
2.6. Penginderaan Jauh.....	17
2.7. Penelitian Terdahulu.....	20
2.8. Integrasi Keislaman.....	26
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	28
3.1.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian	28
3.1.2. Peta Lokasi Penelitian	29
3.2. Instrumen Penelitian.....	30
3.3. Metode Penelitian	31
3.4. Tahapan Penelitian.....	32
3.4.1. Studi Pendahuluan.....	36
3.4.2. Teknik Pengumpulan Data	36
3.4.3. Teknik Pengolahan Data.....	38

3.4.4.	Tenik Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1.	Perubahan Tutupan Lahan di Wilayah Pesisir Kabupaten Trenggalek	46
4.1.1.	Analisis Tutupan Lahan di Wilayah Pesisir Kabupaten Trenggalek Tahun 2001	47
4.1.2.	Analisis Tutupan Lahan di Wilayah Pesisir Kabupaten Trenggalek Tahun 2012	50
4.1.3.	Analisis Tutupan Lahan di Wilayah Pesisir Kabupaten Trenggalek Tahun 2023	53
4.1.4.	Analisis Perubahan Penutupan Lahan Wilayah Pesisir Kabupaten Trenggalek.....	56
4.1.5.	<i>Ground Check</i>	59
4.1.6.	Uji Akurasi	62
4.2.	Prediksi Perubahan Tutupan Lahan di Wilayah Pesisir Kabupaten Trenggalek.....	63
4.2.1.	Kemiringan Lereng (<i>Slope</i>).....	63
4.2.2.	Elevasi.....	66
4.2.3.	Jarak dari Bangunan.....	68
4.2.4.	Jarak dari Jalan.....	70
4.2.5.	Jarak dari Sungai.....	72
4.2.6.	Analisis Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Untuk Tahun 2023 dan 2034.....	74
4.3.	Perubahan Stok Karbon di Wilayah Pesisir Kabupaten Trenggalek... 81	
4.3.1.	Analisis Perubahan Stok Karbon Untuk Tahun 2001 - 2012	82
4.3.2.	Analisis Perubahan Stok Karbon Untuk Tahun 2012 – 2023.....	83
4.3.3.	Analisis Perubahan Stok Karbon Untuk Tahun 2023 – Prediksi Tahun 2034.....	84
BAB V PENUTUP		91
5.1.	Kesimpulan.....	91
5.2.	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....		93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Zonasi Wilayah Pesisir	7
Gambar 2. 2 Zonasi Wilayah Pesisir	7
Gambar 2. 3 Penyebab Kenaikan Temperatur.....	10
Gambar 2. 4 Siklus Karbon.....	14
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	29
Gambar 3. 2 Alur Penelitian.....	32
Gambar 3. 3 Proses Pengolahan Faktor Pendorong Perubahan Lahan	33
Gambar 3. 4 Proses Pengolahan Prediksi Perubahan Tutupan Lahan.....	34
Gambar 3. 5 Proses Pengolahan Stok Karbon	35
Gambar 3. 6 Script Random Forest.....	40
Gambar 3. 7 Algoritma CART	41
Gambar 4. 1 Peta Tutupan Lahan Tahun 2001	47
Gambar 4. 2 Peta Tutupan Lahan Tahun 2012	50
Gambar 4. 3 Peta Tutupan Lahan Tahun 2023	53
Gambar 4. 4 Grafik Perubahan Tutupan Lahan Pesisir Kabupaten Trenggalek Tahun 2001 - 2023	58
Gambar 4. 5 Peta Kemiringan Pesisir Kabupaten Trenggalek.....	65
Gambar 4. 6 Peta Elevasi Pesisir Kabupaten Trenggalek	67
Gambar 4. 7 Peta Jarak Dari Bangunan Pesisir Kabupaten Trenggalek	69
Gambar 4. 8 Peta Jarak Dari Jalan Pesisir Kabupaten Trenggalek	71
Gambar 4. 9 Peta Jarak Dari Sungai Pesisir Kabupaten Trenggalek	73
Gambar 4. 10 Uji Validasi Prediksi Perubahan Lahan Pada Software Molusce... ..	76
Gambar 4. 11 Peta Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2023	79
Gambar 4. 12 Peta Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2034.....	80
Gambar 4. 13 Gambar Grafik Perubahan Stok Karbon Dari Tahun 2001 - 2034 .	86
Gambar 4. 14 Peta Stok Karbon Tahun 2001	87
Gambar 4. 15 Peta Stok Karbon Tahun 2012.....	88
Gambar 4. 16 Peta Stok Karbon Tahun 2023	89
Gambar 4. 17 Peta Prediksi Stok Karbon Tahun 2034.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	20
Tabel 3. 1 Software yang digunakan.....	30
Tabel 3. 2 Sumber data yang digunakan	30
Tabel 3. 3 Nilai Carbon Pool.....	38
Tabel 3. 4 Klasifikasi Tutupan Lahan	39
Tabel 3. 5 Index Kategori Akurasi Kappa.....	45
Tabel 4. 1 Luas Area Tutupan Lahan Tahun 2001.....	48
Tabel 4. 2 Luas Area Tutupan Lahan Tahun 2012.....	51
Tabel 4. 3 Luas Area Tutupan Lahan Tahun 2023.....	54
Tabel 4. 4 Perubahan Luas Area Tutupan Lahan Periode 2001 - 2023	56
Tabel 4. 5 Dasar Rumus Untuk Stratified Samples.....	59
Tabel 4. 6 Proses Perhitungan Stratified Samples.....	59
Tabel 4. 7 Banyaknya Lokasi Sampel Tiap Kategori Tutupan Lahan.....	59
Tabel 4. 8 Proses Ground Check.....	60
Tabel 4. 9 Proses Accuracy Assessment.....	62
Tabel 4. 10 Perhitungan Overall Accuracy	62
Tabel 4. 11 Proses Perhitungan Users Accuracy	62
Tabel 4. 12 Proses Perhitungan Nilai Kappa.....	63
Tabel 4. 13 Hubungan Kemiringan Lereng dengan Faktor Pendorong yang Lain	64
Tabel 4. 14 Hubungan Elevasi dengan Faktor Pendorong yang Lain.....	66
Tabel 4. 15 Hubungan Jarak dari Bangunan dengan Faktor Pendorong yang Lain	68
Tabel 4. 16 Hubungan Jarak dari Jalan dengan Faktor Pendorong yang Lain.....	70
Tabel 4. 17 Hubungan Jarak dari Sungai dengan Faktor Pendorong yang Lain ...	72
Tabel 4. 18 Luas Area Prediksi Tutupan Lahan tahun 2023	74
Tabel 4. 19 Luas Area Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2034	76
Tabel 4. 20 Kolam Karbon Wilayah Pesisir Trenggalek Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4. 21 Perubahan Stok Karbon dari Tahun 2001 - 2012	82
Tabel 4. 22 Perubahan Stok Karbon dari Tahun 2012 – 2023.....	83
Tabel 4. 23 Perubahan Stok Karbon Tahun 2023 - 2034	84

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Y., Kurniawan, C. A., Efendi, G. R., Pribadi, R., Nainggolan, F. A., & Samudra, M. B. G. S. (2023). Estimasi Cadangan Karbon Mangrove Berdasarkan Perbedaan Tahun Tanam Rehabilitasi Mangrove (2005, 2008, 2011, 2014 dan 2017) di Kawasan Ekowisata Mangrove Pandansari, Kabupaten Brebes. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 9-19.
- Arianasari, V., Safe'i, R., Darmawan, A., & Kaskoyo, H. (2021). Estimasi Simpanan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Hutan Rakyat di Kawasan Perkotaan, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung (Estimation of Aboveground Carbon Stocks in Urban Community Forest at Bandar Lampung City, Lampung Province). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 15(2), 174-184.
- Ariyanti, D., Wijayanto, N., & Hilwan, I. (2018). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Dan Simpanan Karbon Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Di Kabupaten Pesisir Barat Provinsi Lampung. *Journal of Tropical Silviculture*, 9(3), 167-174.
- Aronoff, S. (1989). Geographic information systems: a management perspective. *Geocarto International*, 4(4), 58-58.
- Ashuri, N. M., & Patria, M. P. (2020, March). Vegetation and carbon stock analysis of mangrove ecosystem in Pancer Cengkong, Trenggalek, East Java, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 481, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.
- B.P.S. (BPS). (2023). "Surabaya Dalam Angka 2023", Badan Pusat Statistik Kabupaten Trenggalek.
- Chanan, M. 2012. Pendugaan Cadangan Karbon (C) Tersimpan di atas Permukaan Tanah pada Vegetasi Hutan Tanaman Jati (*Tectona grandis* Linn. F) (Di RPH Sengguruh BKPH Sengguruh KPH Malang Perum Perhutani II Jawa Timur). *Jurnal GAMM*, 7 (2) : 61-73.

- Dewa, D. D., & Sejati, A. W. (2019). Pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap emisi GRK pada wilayah cepat tumbuh di Kota Semarang. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 1(1), 24-31.
- Drupadi, T. A., Ariyanto, D. P., & Sudadi, S. (2021). Pendugaan kadar biomassa dan karbon tersimpan pada berbagai kemiringan dan tutupan lahan di KHDTK Gunung Bromo UNS. *Agrikultura*, 32(2), 112-119
- Edyanto, C. H. (2014). Emisi Karbon sebagai Dasar Implementasi Penyediaan Ruang Terbuka Hijau di DKI Jakarta. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 15(1), 129-138.
- Hidayah, E. N., Fithria, A., & Pitri, R. M. N. (2023). Estimasi Stok Karbon Pada Tutupan Lahan Hutan, Pemukiman Dan Lahan Terbuka Di Desa Mandiangin Barat. *Jurnal Sylva Scientiae*, 6(2), 217-225.
- Hulme, M. & N. Sheard. (1999). *Climate Change Scenarios for Mesoamerica*. Climate Research Unit, University of East Anglia, Norwich.
- I. Las, A. Pramudia, E. Runtuwun and P. Setyanto. (2011). "Antisipasi Perubahan Iklim dalam Mengamankan Produksi Beras Nasional," *Jurnal*, vol. 4, no. 1, pp. 76-86.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M.C. Marquis, K. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge and New York
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. R.K. Core Writing Team, L.A. Pachauri, Meyer (Eds.), Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland, p. 151
- Jia, P., Huang, W., Zhang, Z., Cheng, J., & Xiao, Y. (2022). The carbon sink of mangrove ecological restoration between 1988–2020 in Qinglan Bay, Hainan Island, China. *Forests*, 13(10), 1547.

- Juhadi, J. (2007). Pola-pola pemanfaatan lahan dan degradasi lingkungan pada kawasan perbukitan. *Jurnal Geografi*, 4(1), 11-24.
- Joesidawati, M. I. (2017). Studi Perubahan Iklim dan Kerusakan Sumberdaya Pesisir di kabuten Tuban. *Disertasi*. Institut Teknologi Sepuluh November, Pasca Sarjana Teknologi Kelautan.
- Kurniawati, U. F. (2021). Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap besaran stok karbon di Kota Surabaya. *Jurnal Penataan Ruang*, 16(1), 54-58.
- KEPMEN KKP. (2013). "Penetapan Kawasan Minapolitan" No. 35. Jakarta.
- Ladawan, P. Potential to Reduce Emission in Agriculture, Forestry and Other Land Use; The Thailand Research Fund: Bangkok, Thailand, 2011. (In Thai)
- Lautetu, L. M., Kumurur, V. A., & Warouw, F. (2019). Karakteristik permukiman masyarakat pada kawasan pesisir Kecamatan Bunaken. *Spasial*, 6(1), 126-136.
- Lillesand, and Kiefer. 1979. Remote Sensing and Image Interpretation. New York: John Willey and sons. 316p
- Lukiawan, R., Purwanto, E. H., & Ayundyahrini, M. (2019). Standar koreksi geometrik citra satelit resolusi menengah dan manfaat bagi pengguna. *Jurnal Standardisasi*, 21(1), 45-54.
- Manakane, S. E., Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan di DAS Marikurubu, Kota Ternate. *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 1(2), 51-60.
- Mokodompit, P. I. S., Kindangen, J. I., & Tarore, R. C. (2019). Perubahan lahan pertanian basah di kota Kotamobagu. *Spasial*, 6(3), 792-799.
- Mukono, H. 2008. *Pencemar Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Ningsih, Y. H., & Wahyuhana, R. T. (2022). Pengaruh Komponen Daya Tarik Wisata Terhadap Aspek Fisik Pantai Prigi Kecamatan Watulimo

- Kabupaten Trenggalek. *Plano Madani: Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 11(1), 84-96.
- Nuryanti, N., Tanesib, J. L., & Warsito, A. (2018). Pemetaan Daerah Rawan Banjir dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(1), 73-79.
- Pahleviannur, M. R. (2019). Pemanfaatan Informasi Geospasial Melalui Interpretasi Citra Digital Penginderaan Jauh untuk Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 4(2), 18-26.
- Purnobasuki, H. (2012). Pemanfaatan hutan mangrove sebagai penyimpan karbon. *Buletin PSL Universitas Surabaya*, 28(3-5), 1-6.
- Pemerintah Indonesia. (2007). UU Republik Indonesia No.27 Tentang "Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil
- Pemerintah Indonesia. (2014). UU Republik Indonesia No.1 Tentang "Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil
- Pratama, R., & Parinduri, L. (2019). Penanggulangan pemanasan global. *Buletin Utama Teknik*, 15(1), 91-95.
- R. H. Fauzan, R. Saraswati and A. Wibowo. (2018). "Dampak Konversi Lahan Terhadap Daya Serap Karbon Dioksida (CO₂) Studi Kasus Di Kota Tangerang Selatan," in *Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional*, Bogor, Jawa Barat.
- Rahajoe, J. S., Alhamd, L., & Handayani, D. (2017). Stok Karbon dan Biomasa Beberapa Komoditas Tanaman Pertanian Di Bodogol-Taman Nasional Gunung Gede Pangrango–Jawa Barat. *Jurnal Biologi Indonesia*, 12(2).
- Rahmadania, N. (2022). Pemanasan Global Penyebab Efek Rumah Kaca dan Penanggulangannya. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(3).

- Rahman, F. A., Mubarakah, N., Yuhardi, E., Adiputra, A., Supriyadi, S., & Suryawati, S. (2023). Perubahan Tutupan Lahan dan Stok Karbon Permukaan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Blega. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 10(2), 69-78.
- Rifai, M., Budiarto, A., & Hamdani, N. (2020). Kesesuaian Konseptual Waterfront Architecture Terhadap dampak Perubahan iklim di wilayah Pesisir Muara Gembong. *Seminar Nasional Komunitas Dan Kota Berkelanjutan*, 647–654.
- Rositasari, R., 2001. Indonesia Menuju Manajemen Wilayah Pesisir Terintegrasi. *Oseana*. 26(2): 25-34.
- Roziaty, E., & Suparti, S. (2022). Pengenalan Konsep Stok Karbon Pohon sebagai Usaha Mitigasi Perubahan Iklim Kepada Guru IPA dan Biologi se Jawa Tengah. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 4(1), 144-154.
- Samiaji, T. (2011). Gas CO₂ di wilayah Indonesia. *Berita Dirgantara*, 12(2).
- Sari, F. D., Anwar, G., & Suharto, E. (2022). Potensi Biomassa Dan Simpanan Karbon Pada Agroforestri Kayu Bawang (*Azadirachta Excelsa* Jacobs) Dan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Journal of Global Forest and Environmental Science*, 2(3), 52-62.
- S. Solomon, D. Qin, M. Manning, M. Marquis, K. Averyt, M. M. Tignor and H. L. Miller Jr. (2007). "Climate Change 2007: The Physical Science Basis," *Cambridge University Press*, New York.
- Septory, J. S. I., Latue, P. C., & Rakuasa, H. (2023). Model Dinamika Spasial Perubahan Tutupan Lahan dan Daya Dukung Lahan Permukiman Kota Ambon Tahun 2031. *GEOGRAPHIA: Jurnal Pendidikan Dan Penelitian Geografi*, 4(1), 51-62.
- Setiawan, G., Syaufina, L., & Puspaningsih, N. (2015). Estimasi hilangnya cadangan karbon dari perubahan penggunaan lahan di Kabupaten

- Bogor. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 5(2), 141-141.
- Siswoko, B.D. (2008). Pembangunan, Deforestasi dan Perubahan Iklim (*Development, Deforestation and Climate Change*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 14(2), 89-96.
- Sutaryo, D. (2009). Penghitungan Biomassa Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon. *Wetlands International Indonesia Programme. Bogor*, 48.
- Trenberth, K. E. (2011). Changes in Precipitation With Climate Change. *Climate Research*, 47(1-2), 123-138.
- Wahyuni, E., Darundiati, Y. H., & Setiani, O. (2018). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Gas Karbon Monoksida pada Pedagang Kaki Lima (Studi Kasus Jalan Setiabudi Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 6(6), 87-93.
- Widodo, A., Pamungkas, A., Erly, K. D. M., Fadillah K. U., & Humaidah, N. (2015). Pemetaan Resiko Iklim Sebagai Hasil Perumusan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Geosaintek*, 1(1), 35.
- Yuningsih, L., Lensari, D., & Milantara, N. (2018). Perhitungan Simpanan Karbon Atas Permukaan di Hutan Lindung KPHP Meranti untuk Mendukung Program Redd+. *Jurnal Silva Tropika*, 2(3), 77-83.
- Zamdial, Z., Hartono, D., Bakhtiar, D., & Nofridiansyah, E. (2017). Studi Identifikasi Kerusakan Wilayah Pesisir Di Kabupaten Mukomuko Provinsi Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 2(2), 196-207.