

PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH UNTUK ESTIMASI STOK
KARBON TUTUPAN LAHAN DI KAWASAN MANDEH
KABUPATEN PESISIR SELATAN

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Ahli Madya DIII
pada Program studi Teknologi Penginderaan Jauh
Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang



Diajukan Oleh :
Muhammad Ilham Rizal
NIM : 17331052/2017

Pembimbing

Febriandi, S.Pd, M.Si
19710222002121001

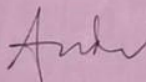
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH
DIPLOMA TIGA
JURUSAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Judul : Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh untuk Estimasi
Stok Karbon Tutupan Lahan di Kawasan Mandeh
Kabupaten Pesisir Selatan
Nama : Muhammad Ilham Rizal
NIM / TM : 17331052 / 2017
Program Studi : Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma Tiga
Jurusan : Geografi
Fakultas : Ilmu Sosial

Padang, Februari 2021

Disetujui Oleh :
Pembimbing



Febriandi, S.Pd, M.Si
NIP. 19710222 200212 1 001

Mengetahui :
Ketua Prodi Teknologi Penginderaan Jauh



Dian Adhetya Arif, S.Pd, M.Si
NIP. 199009 20201803 1 001

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN TUGAS AKHIR

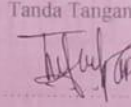

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma Tiga
Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial
Universitas Negeri Padang
Pada Hari Kamis, Tanggal 11 Februari 2021 Pukul 12.30 WIB

**Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh untuk Estimasi Stok Karbon
Tutupan Lahan di Kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan**

Nama : Muhammad Ilham Rizal
TM / NIM : 2017 / 17331052
Program Studi : Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma III
Jurusan : Geografi
Fakultas : Ilmu Sosial

Padang, Februari 2021

Tim Penguji :

	Nama	Tanda Tangan
Ketua Tim Penguji	: Triyatno, S.Pd, M.Si	
Anggota Tim Penguji	: Dian Adhetya Arif, S.Pd.,M.Si	

Mengesahkan
Dekan FIS UNP



Dr. Siti Fatmah, M.Pd., M.Hum.
NIP. 196102 18198403 2 001



UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS ILMU SOSIAL
JURUSAN GEOGRAFI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH
Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171 Telp. (0751) 7055671 Fax (0751) 7055671

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ilham Rizal
NIM / BP : 17331052 / 2017
Jurusan/Prodi : Teknologi Penginderaan Jauh Program Diploma Tiga
Fakultas : Ilmu Sosial

Dengan ini menyatakan, bahwa tugas akhir saya dengan judul :

“Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh untuk Estimasi Stok Karbon Tutupan Lahan di Kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan” adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat dari karya orang lain maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan syarat hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di instansi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah

Diketahui Oleh,
Ketua Prodi Teknologi Penginderaan Jauh

Dian Adhetya Arif, S.Pd., M.Sc
NIP. 199009 20201803 1 001

Padang, Februari 2021
Saya yang menyatakan



Muhammad Ilham Rizal
NIM/BP : 17331052 / 2017

**PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH UNTUK ESTIMASI
STOK KARBON TUTUPAN LAHAN DI KAWASAN MANDEH
KABUPATEN PESISIR SELATAN**

Oleh :
Muhammad Ilham Rizal
17331052/2021

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah (1) Untuk mengetahui besarnya stok karbon pada tutupan lahan di kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan (2) Untuk mengetahui akurasi citra Sentinel-2 untuk mengkaji tutupan lahan di kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *supervised maximum likelihood*, perhitungan stok karbon pada tutupan lahan kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan. Hasil penelitian menunjukkan masing-masing kelas yaitu hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, hutan mangrove primer, lahan terbuka, permukiman / lahan terbangun, sawah, tubuh air dengan luas keseluruhan area penelitian dengan seluas 2309.53 Ha. Jumlah cadangan stok karbon yang dihasilkan pertahun sebesar 1062.41 Ton C/Ha. Dimana stok karbon yang paling banyak dihasilkan yaitu hutan lahan kering primer yang dihasilkan sebesar 883.78 Ton C/Ha. Dan terkecil lahan terbangun dengan stok karbon yang dihasilkan 18.83 Ton C/Ha. Dan hasil akurasi citra Sentinel-2 pada tutupan lahan yaitu sebesar 92,85 %.

Kata Kunci : Stok Karbon, *Supervised Maximum Likelihood*

**UTILIZATION OF REMOTE SENSING IMAGE TO ESTIMATE LAND
COVER CARBON STOCK IN MANDEH AREA
SOUTH COAST DISTRICT**

By:
Muhammad Ilham Rizal
17331052/2021

ABSTRACT

The objectives of this study were (1) To determine the amount of carbon stock in land cover in the Mandeh area of Pesisir Selatan Regency (2) to determine the accuracy of Sentinel-2 imagery to assess land cover in the Mandeh area of Pesisir Selatan Regency. The method used is a quantitative method with land cover classification using the supervised maximum likelihood method, the calculation of carbon stock in the land cover of the Mandeh area of Pesisir Selatan Regency. The results showed that each class was primary dry land forest, secondary dry land forest, primary mangrove forest, open land, built-up land, rice fields, water bodies with an area of the entire study area covering an area of 2309.53 hectares. The amount of carbon stock that is produced annually is equal to 1062.41 Ton C / Ha. Where the most carbon stock produced is primary dryland forest which is produced 883.78Ton C / Ha. And the smallest is built land with carbon stock produced 18.83 tonnes C / ha. And the results of the accuracy of Sentinel-2 imagery on land cover are 92.85%.

Keywords : Carbon Stock, Supervised Maximum Likelihood

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Stok Karbon Tutupan Lahan Di Kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan”.

Penulisan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang. Terimakasih kepada Febriandi, S.Pd, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan saran, kritik, bantuan, dan arahan selama penulis menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas waktu dan pikiran yang telah diberikan untuk membimbing penulis. Penulis pun menyadari bahwa selama proses penyusunan laporan ini tidak akan selesai tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda Rizal dan Ibunda Netti Herawati selaku orangtua penulis yang telah menjadi orangtua terhebat dan selalu memberikan motivasi, nasehat, cinta, perhatian, dan kasih sayang serta doa yang tentu takkan bisa penulis balas.
2. Dian Adhetya Arif, S.Pd, M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Diploma III.
3. Triyatno, S.Pd, M.Si selaku dosen penguji tugas akhir, yang telah memberikan masukan yang sangat berguna untuk memperbaiki penyusunan tugas akhir ini.
4. Dian Adhetya Arif, S.Pd, M.Sc selaku dosen penguji yang selalu memberikan arahan dan nasihat kepada penulis dan masukan yang sangat berguna untuk memperbaiki penyusunan tugas akhir ini.

5. Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Diploma III yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama masa kuliah, serta telah memberikan pengalaman yang sangat luar biasa.
6. Kepada rekan-rekan seperjuangan yang sama-sama mengikuti proses penulisan tugas akhir ini yang telah memberikan bantuan, kritik dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Terimakasih kepada teman-teman Teknologi Penginderaan Jauh 2017 yang selalu memberikan dukungan terhadap penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis memohon kritik dan saran yang membangun dan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Padang, 09 Februari 2021

Muhammad Ilham Rizal

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kajian Teori	6
1. Penginderaan Jauh.....	6
2. Sistem Informasi Geografis	7
3. Biomassa Karbon	9
4. Karbon	10
5. Tutupan / Penggunaan Lahan	11
6. Sentinel 2A.....	13
7. Klasifikasi Terbimbing (Supervised) Maximum Likelihood	15
8. Metode Uji Akurasi Klasifikasi Menggunakan Matriks Konfusi	16
B. Penelitian Relevan.....	18
C. Kerangka Konseptual	34
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Bentuk Penelitian	32

B. Waktu dan Lokasi Penelitian	32
1. Alat Peralatan.....	34
2. Bahan	35
D. Teknik Pengumpulan Data.....	35
E. Tahap Penelitian.....	35
1. Tahap Persiapan.....	35
2. Tahapan Pengolahan Data.....	36
F. Teknik Analisa Data.....	41
G. Diagram Alir Penelitian	43
BAB IV DESKRIPSI WILAYAH	44
A. Kondisi Fisik	44
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	46
A. Hasil	46
1. Klasifikasi Tutupan Lahan Supervised Maximum Likelihood	46
2. Hasil perhitungan Stok Karbon Tutupan Lahan.....	50
3. Uji Akurasi	54
B. Pembahasan.....	60
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
A. Kesimpulan	64
B. Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi kanal pada satelit Sentinel-2.....	14
Tabel 2. Bentuk <i>Matriks</i> Kesalahan.....	17
Tabel 3. Penelitian Sebelumnya.....	18
Tabel 4. Alat Penelitian.....	34
Tabel 5. Bahan Penelitian.....	35
Tabel 6. Jumlah sampel per masing masing tutupan lahan.....	40
Tabel 7. Identifikasi Tutupan Lahan Metode <i>Maximum Likelihood</i>	47
Tabel 8. Hasil Perhitungan Stok Karbon.....	51
Tabel 9. Uji Akurasi Tutupan Lahan.....	55
Tabel 10. Hasil dokumentasi ground dan cek lapangan.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sistem pengideraan jauh	7
Gambar 2. Sentinel-2 Observasi	14
Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian	33
Gambar 4. Pemotongan Citra (<i>Extract By Mask</i>)	36
Gambar 5. Komposit Band Citra Sentinel-2	37
Gambar 6. Training Sample Manager pada ArcGIS 10.3.1	38
Gambar 7. Peta Tutupan Lahan Kawasan Mandeh.....	49
Gambar 8. Peta Stok Karbon Kawasan Mandeh	53

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di permukaan bumi ini, kurang lebih terdapat 90% biomassa yang terdapat dalam hutan berbentuk pokok kayu, dahan, daun, akar dan sampah hutan (serasah), hewan, dan jasad renik. Biomassa merupakan tempat penyimpanan karbon dan disebut rosot karbon (*carbon sink*). Dalam melihat fungsi hutan sebagai penyerap karbon, informasi mengenai jumlah karbon yang ditambat oleh suatu kawasan hutan (stok karbon) menjadi penting. Oleh karena itu perlu dikembangkan metode-metode untuk estimasi stok karbon serta memantau perubahannya secara periodic (Antono, dkk. 2013).

Perubahan iklim global yang terjadi akhir-akhir ini disebabkan karena terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer. Keseimbangan tersebut dipengaruhi antara lain oleh peningkatan gas-gas asam arang atau karbondioksida (CO₂). Beralihnya sistem penggunaan lahan dari hutan alam menjadi lahan pertanian, perkebunan atau hutan produksi atau hutan tanaman industri mengakibatkan terjadinya perubahan jenis dan komposisi spesies dilahan tersebut.

Isu peningkatan suhu bumi menunjukkan pentingnya fungsi ekologis hutan sebagai penyerap karbon di atmosfer, dan menambah arti penting konservasi hutan selain untuk menyelamatkan keanekaragaman hayati. Dalam melihat fungsi hutan

sebagai penyerap karbon, informasi mengenai karbon tersimpan oleh suatu kawasan hutan (stok karbon) menjadi penting.

Setiap karbon yang tersimpan pada lahan berbeda, tergantung keragaman dan kepadatan tumbuhan yang ada, jenis tanahnya serta pengelolaannya. Penyimpanan karbon suatu lahan menjadi lebih besar bila kondisi kesuburan tanahnya baik, atau dengan kata lain jumlah karbon tersimpan diatas tanah (biomassa tanaman) ditentukan oleh besarnya jumlah karbon tersimpan di dalam tanah (bahan organik tanah) untuk itu pengukuran banyaknya karbon yang di timbun dalam setiap lahan perlu dilakukan,

Untuk mengestimasi stok karbon pada suatu kawasan yang lebih luas diperlukan suatu cara salah satu metode yang sangat potensial untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (inderaja). Penginderaan jauh memiliki potensi yang besar untuk pengembangan metode pengukuran stok karbon dalam hal efektivitas biaya, waktu dan pengukuran yang lebih mudah. Penggunaan penginderaan jauh untuk estimasi stok karbon telah banyak digunakan seiring dengan peningkatan resolusi spasial dan dinilai cukup efektif untuk pengukuran stok karbon.

Teknologi penginderaan jauh sangat bermanfaat untuk mengembangkan penelitian yang bermanfaat bagi masyarakat luas karena mudahnya akses untuk memperoleh data penginderaan jauh itu sendiri. Indeks vegetasi merupakan suatu bentuk transformasi spektral yang diterapkan terhadap citra multisaluran untuk menonjolkan aspek kepadatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kepadatan, misalnya biomassa, dan sebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi adalah

suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus untuk menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan aspek – aspek yang berkaitan dengan vegetasi (Danoedoro, 2012).

Peranan hutan sangat penting untuk mengurangi konsentrasi gas karbondioksida (CO₂) dari atmosfer. Stok karbon yang tersimpan dalam biomassa perlu diukur dan dipantau karena perubahan stok karbon akan berpengaruh terhadap konsentrasi karbondioksida (CO₂) di atmosfer. Untuk mengetahui besarnya pengaruh perubahan penggunaan lahan, diperlukan sistem untuk mendokumentasikan dan memverifikasi perubahan cadangan karbon secara konsisten, dan dapat dibandingkan, lengkap dan akurat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis merasa tertarik untuk mengambil judul dalam tugas akhir ini yakni **“Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Stok Karbon Tutupan Lahan Di Kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan maka masalah yang didefinisikan adalah sebagai berikut :

1. Meningkatnya suhu di permukaan bumi akibat emisi karbon ke atmosfer lebih banyak daripada pengikatan karbon oleh tumbuhan sehingga konsentrasi karbon di atmosfer meningkat sehingga menyebabkan efek rumah kaca.

2. Hutan alami merupakan penyimpanan C tertinggi banyaknya konversi hutan alami menjadi hutan sekunder menyebabkan kehilangan C, dimana kehilangan terbesar terjadi di atas permukaan tanah karena banyak pohon yang dibakar.
3. Pembangunan industri saat ini mengalami perkembangan yang cukup pesat. Asap dari hasil industri dapat mengakibatkan pencemaran udara yang berasal dari pembakaran. Dengan semakin banyaknya gas karbondioksida yang ada di bumi maka pemanasan global pun akan semakin meningkat.
4. Emisi Karbon akibat deforestasi bervariasi dan sangat tergantung jumlah kayu yang ditebang untuk keperluan industri perkebunan, diubah menjadi stok pangan bioenergi atau akibat kebakaran.
5. Masyarakat diharapkan dapat mengurangi resiko pemanasan global dengan cara memperbanyak penanaman pohon hijau.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Stok Karbon Tutupan Lahan Di Kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Bagaimana tutupan lahan di kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan?
2. Bagaimana simpanan stok karbon pada tutupan lahan di kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan?

3. Bagaimana akurasi citra Sentinel-2 untuk mengkaji tutupan lahan di kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui tutupan lahan di kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan?
2. Untuk mengetahui besarnya stok karbon pada tutupan lahan di kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan.
3. Untuk mengetahui akurasi citra Sentinel-2 untuk mengkaji tutupan lahan di kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

a. Bagi Penulis

Penelitian ini akan membantu peneliti dalam meningkatkan wawasan penulis mengenai manfaat Penginderaan Jauh dalam mengkaji estimasi stok karbon di Kawasan Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan.

b. Bagi Bidang Pendidikan

Hasil penelitian dapat dimanfaatkan dibidang pendidikan sebagai referensi untuk gambaran langsung pemanfaatan Penginderaan Jauh dalam dunia pendidikan.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Pemerintah Pesisir Selatan

Diharapkan hasil penelitian dapat memberikan sumbangan informasi bagi pemerintah daerah Pesisir Selatan dalam hal cadangan karbon yang ada pada kawasan mandeh. Sehingga hasil dari dari penelitian dapat digunakan pemerintah Pesisir Selatan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam membuat kebijakan terkait estimasi stok karbon.

b. Bagi Masyarakat Pesisir Selatan

Penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat Pesisir Selatan khusus nya di Kawasan Mandeh untuk mengetahui bagaimana estimasi stok karbon yang dihasilkan di kawasan Mandeh di Kabupaten Pesisir Selatan.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Klasifikasi Tutupan Lahan Supervised Maximum Likelihood

Klasifikasi tutupan lahan dilakukan secara terbimbing (*Supervised Classification*) menggunakan metode *Maximum Likelihood Classification* yang terdapat pada aplikasi ArcGIS 10.3.1. Klasifikasi *supervised* ini melibatkan interaksi analisis secara intensif, dimana analisis menuntun proses klasifikasi dengan identifikasi objek pada citra (*training area*). Pengambilan sampel perlu dilakukan dengan mempertimbangkan pola spektral pada setiap panjang gelombang tertentu, sehingga diperoleh daerah acuan yang baik untuk mewakili suatu objek tertentu. Proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih *training area* untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi merupakan klasifikasi terbimbing. Dengan menggunakan citra Sentinel-2 yang bersumber dari USGS *Earth Explorer*, terdapat 7 kelas tutupan lahan di Kawasan Mandeh yaitu Hutan Lahan Kering Primer, Hutan Lahan Kering Sekunder, Hutan Mangrove Primer, Lahan Terbuka, Permukiman / Lahan Terbangun, Sawah, tubuh air. Pengelompokan jenis kelas tutupan / penggunaan lahan merujuk pada KLHK

(Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan). Identifikasi luas tutupan lahan menggunakan metode *supervised maximum likelihood* dapat dilihat pada tabel.

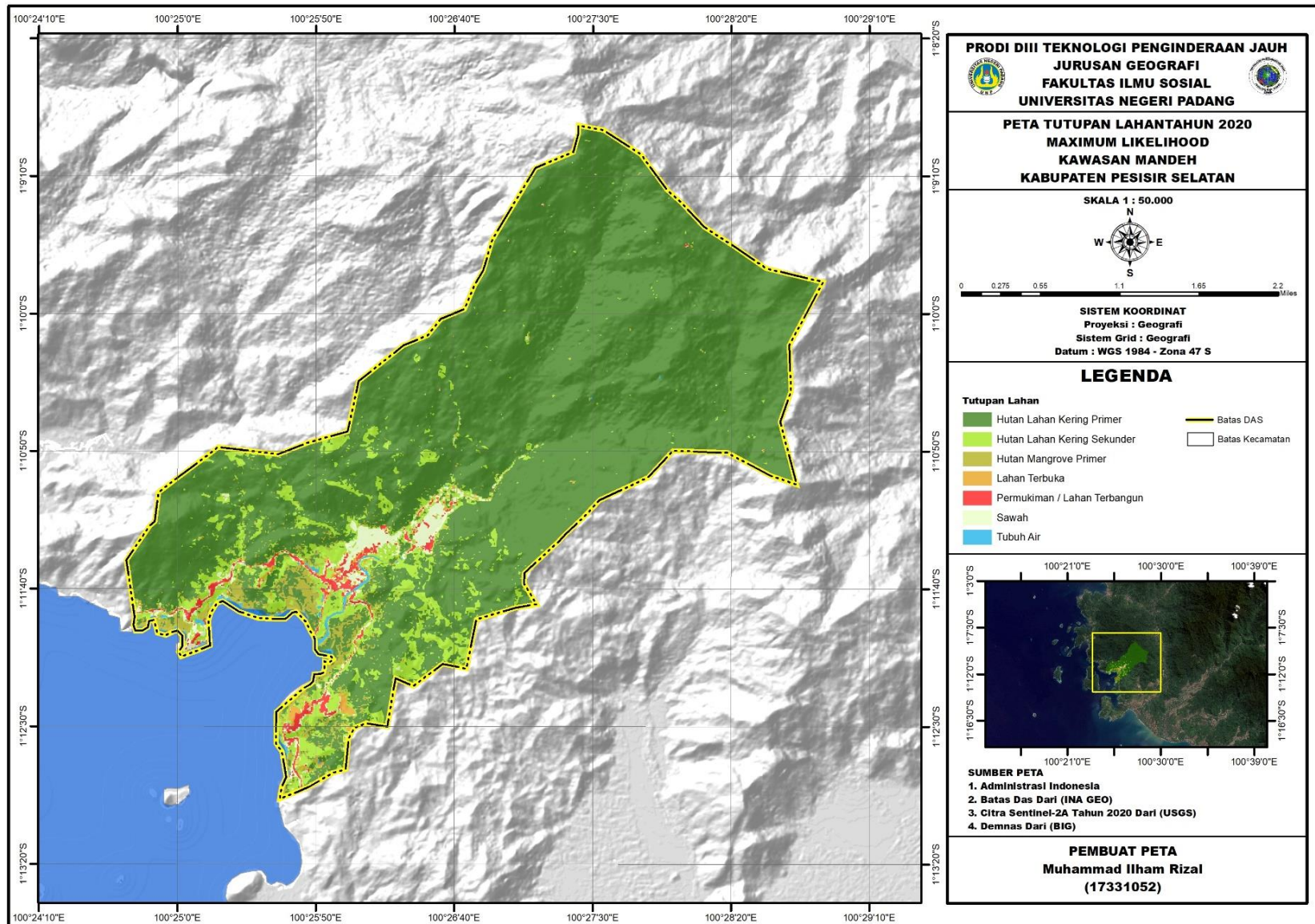
Tabel 7. Identifikasi Tutupan Lahan Metode *Maximum Likelihood*

Kode	Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
2001	Hutan Lahan Kering Primer	1921.25	83.18
2002	Hutan Lahan Kering Sekunder	204.51	8.85
2004	Hutan Mangrove Primer	63.23	2.73
2014	Lahan Terbuka	18.83	0.81
2012	Permukiman / Lahan Terbangun	28.1	1.21
20093	Sawah	51.21	2.21
5001	Tubuh Air	22.4	0.96
Total		2309.53	100

Sumber : Pengolahan Data, 2020

Hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode supervised maximum likelihood menunjukkan luas keseluruhan area penelitian dengan seluas 2309.53 Ha dengan persentase masing-masing kelas yaitu luasan terbesar terdapat pada tutupan lahan hutan lahan kering primer dengan persentase 83.18 % seluas 1921.25 Ha. Jenis tutupan lahan terluas kedua yaitu tutupan lahan hutan lahan kering sekunder dengan persentase 8.85 % seluas 204.51 Ha. Urutan ketiga yaitu tutupan lahan hutan mangrove primer dengan persentase 2.73 % seluas 63.23 Ha. Urutan selanjutnya tutupan lahan sawah dengan persentase 2.21 % seluas 51.21 Ha. Kemudian tutupan lahan

Permukiman / Lahan Terbangun dengan persentase 1.21 % seluas 2.81 Ha. Tutupan lahan tubuh air dengan persentase 0.96 % seluas 22.4 Ha. Dan luasan terkecil terdapat pada tutupan lahan lahan terbuka dengan persentase 0.81 % seluas 18.83 Ha.



Gambar 7. Peta Tutupan Lahan Kawasan Mandeh Metode *Maximum Likelihood*

2. Hasil perhitungan Stok Karbon Tutupan Lahan

Stok karbon adalah jumlah kantong karbon (*carbon pool*), yang merupakan reservoir atau sistem yang memiliki kapasitas untuk mengakumulasi atau melepas karbon terkait dengan kemampuan tanaman dalam menyerap atau menahan kandungan karbon di udara. Biomassa sangat berperan dalam proses siklus karbon. Untuk mengestimasi stok karbon pada suatu kawasan yang lebih luas diperlukan suatu cara salah satu metode yang sangat potensial untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (inderaja). Penginderaan jauh memiliki potensi yang besar untuk pengembangan metode pengukuran stok karbon dalam hal efektivitas biaya, waktu dan pengukuran yang lebih mudah. Penggunaan penginderaan jauh untuk estimasi stok karbon telah banyak digunakan seiring dengan peningkatan resolusi spasial dan dinilai cukup efektif untuk pengukuran stok karbon. Jumlah cadangan karbon yang tersimpan dalam sekumpulan vegetasi dapat diketahui dengan menghitung jumlah biomasanya, sesuai dengan ketentuan SNI 7724:2011 bahwa 47% dari biomassa adalah karbon.

Hasil dari perhitungan stok karbon pada tutupan lahan di kawasan mandeh tahun dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Stok Karbon

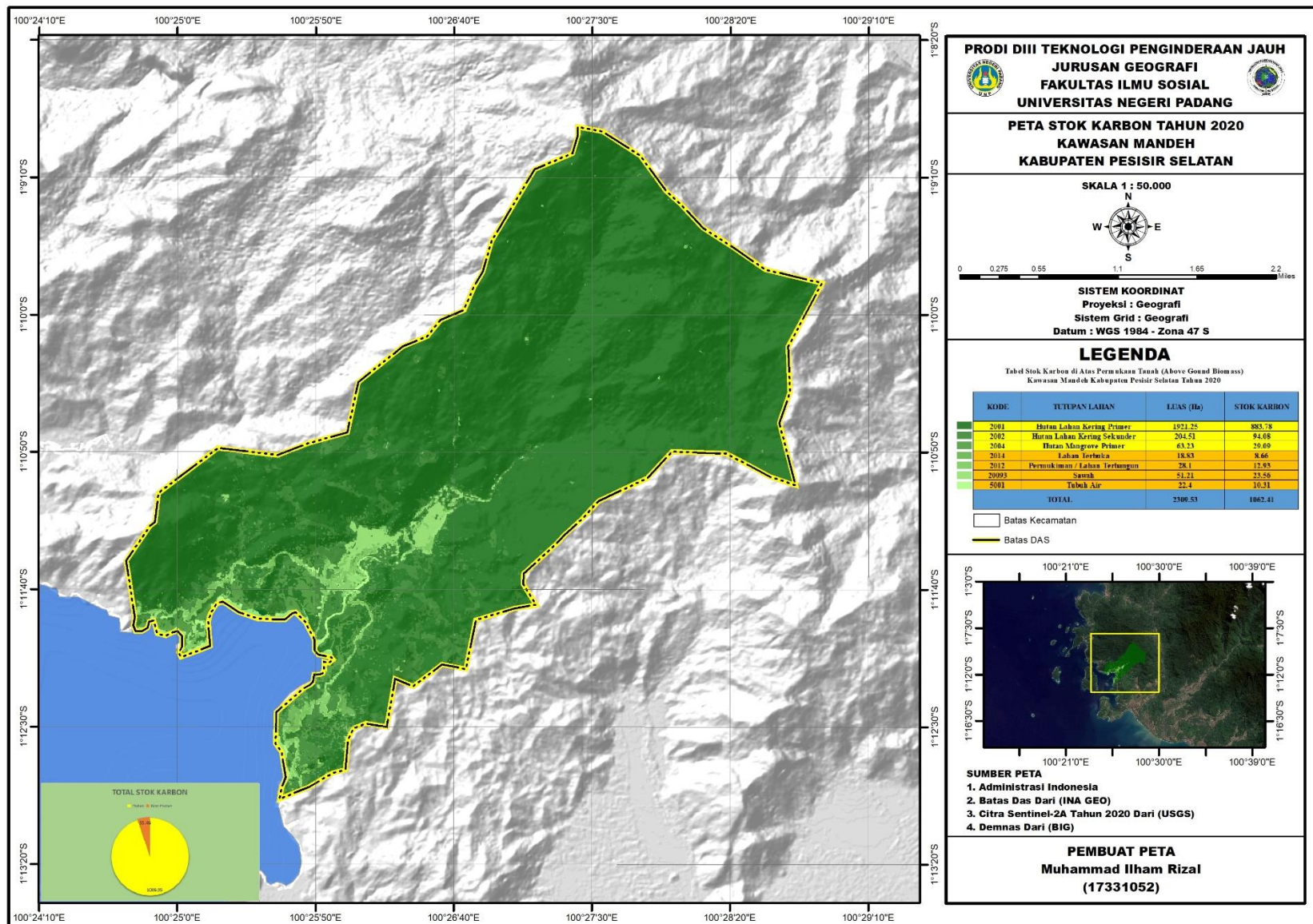
Kode	Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Stok Karbon
2001	Hutan Lahan Kering Primer	1921.25	883.78
2002	Hutan Lahan Kering Sekunder	204.51	94.08
2004	Hutan Mangrove Primer	63.23	29.09
2014	Lahan Terbuka	18.83	8.66
2012	Permukiman / Lahan Terbangun	28.1	12.93
20093	Sawah	51.21	23.56
5001	Tubuh Air	22.4	10.31
Total		2309.53	1062.41

Sumber : Pengolahan Data, 2020

Hasil perhitungan stok karbon tutupan lahan dimana cadangan karbon yang dihasilkan pertahun sebesar 1062.41 Ton C/Ha dengan masing-masing kelas yaitu stok karbon yang paling banyak dihasilkan pada hutan lahan kering primer dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 883.78 Ton C/Ha. Urutan kedua yaitu hutan lahan kering sekunder dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 94.08 Ton C/Ha. Selanjutnya hutan mangrove primer dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 29.09 Ton C/Ha. Sawah dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 23.56 Ton C/Ha. Permukiman / lahan terbangun dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 12.93 Ton C/Ha. Tubuh air dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 10.31 Ton C/Ha. Dan

paling sedikit dihasilkan pada lahan terbangun dengan stok karbon yang dihasilkan

8.66 Ton C/Ha.



Gambar 8. Peta Stok Karbon Kawasan Mandeh

3. Uji Akurasi

Hasil klasifikasi data spasial citra Sentinel-2 divalidasi menggunakan sebuah matrik kontingensi atau yang biasa disebut dengan matrik kesalahan (*confusion matrix*). Hal ini dilakukan untuk melihat akurasi ketelitian / uji akurasi, yaitu dengan membandingkan hasil klasifikasi data citra satelit terhadap kelas tutupan / penggunaan lahan pada lokasi sebenarnya.

Evaluasi akurasi digunakan untuk melihat kesalahan yang terjadi pada klasifikasi area contoh sehingga dapat ditentukan besarnya persentase ketelitian pemetaan. Evaluasi ini menguji tingkat keakuratan secara visual dari klasifikasi terbimbing. Akurasi ketelitian pemetaan dilakukan dengan membuat matrik kesalahan (*Confusion Matrix*). Matriks ini sering disebut *error matrix* atau *confusion matrix*. Dalam matriks ini dapat menghitung besarnya akurasi pembuat (*producers accuracy*), akurasi pengguna (*users accuracy*), akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), akurasi kappa (*kappa accuracy*) (Arisondang, 2015).

Berdasarkan pengamatan random sample yang dilakukan dari 36 titik yang disebar pada klasifikasi, terdapat titik yang sama dengan hasil pengamatan real menggunakan Google Earth dan ada juga titik yang berbeda dengan hasil pengamatan. Kesalahan ini terjadi dikarenakan pada jenis tutupan lahan yang diklasifikasi memiliki warna dan rona yang mirip dengan kelas lainnya. Benar dan salah dari sebaran random sample kemudian dimasukkan ke dalam tabel error matrix yang berguna untuk memudahkan proses perhitungan nilai akurasi dari suatu proses klasifikasi.

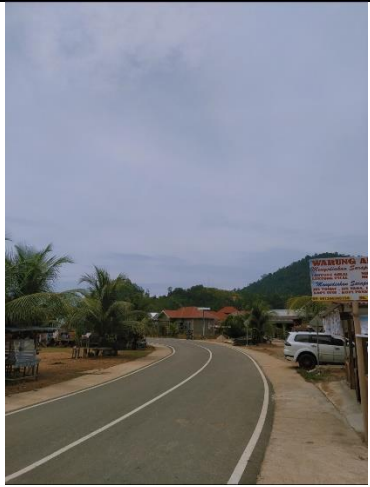

Tabel 9. Uji Akurasi tutupan lahan



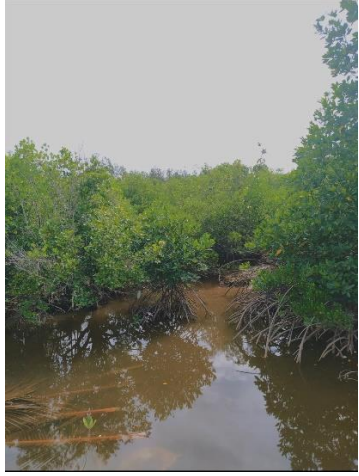
Kelas Referensi	Data Sampel							Total	Omisi	MA (%)
	Hutan Lahan Kering Primer	Hutan Lahan Kering Sekunder	Hutan Mangrove Primer	Lahan Terbuka	Permukiman / Lahan Terbangun	Sawah	Tubuh Air			
Hutan Lahan Kering Primer	27	0	0	0	0	0	0	27	3	90
Hutan Lahan Kering Sekunder	3	1	0	0	0	0	0	4	0	85
Hutan Mangrove Primer	0	0	1	0	0	0	0	1	0	100
Lahan Terbuka	0	0	0	1	0	0	0	1	0	100
Permukiman / Lahan Terbangun	0	0	0	0	1	0	0	1	0	100
Sawah	0	0	0	0	0	1	0	1	0	100
Tubuh Air	0	0	0	0	0	0	1	1	0	100
Total Sampel	30	1	1	1	1	1	1	33		100
Komisi	0	3	0	0	0	0	0			
Overall Accuracy	91.66 %									
Kappa	77.35 %									

Sumber : Pengolahan Data, 2020

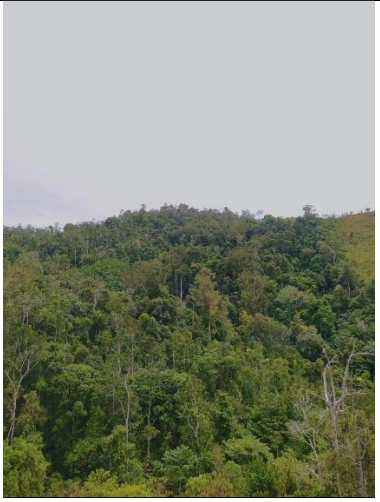
Akurasi keseluruhan dari hasil klasifikasi metode maximum likelihood adalah 91,66 % % sedangkan akurasi kappa diperoleh dengan sebesar 77,35 %. Nilai tersebut sudah lebih dari batas minimal yang telah ditetapkan sebagai syarat akurasi. Hasil uji akurasi data citra Sentinel-2 dengan *Mapping Accuracy* (MA) tertinggi yaitu 100% pada kelas hutan lahan kering sekunder, hutan mangrove primer, lahan terbuka, permukiman / lahan terbangun, sawah, tubuh air, Selanjutnya hutan lahan kering primer 95%, sedangkan terendah yaitu 85% pada kelas tutupan lahan hutan lahan kering sekunder. Tingkat ketelitian hasil klasifikasi tutupan lahan yang ditetapkan oleh Badan Survei Geologi Amerika Serikat (USGS) yaitu dalam melakukan klasifikasi / interpretasi data spasial menggunakan penginderaan jauh harus tidak kurang dari 85%. Dengan demikian, hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra Sentinel-2 pada penelitian ini masih memberikan ketelitian yang cukup tinggi dan memenuhi standar yang ditetapkan USGS.

Tabel 10. Hasil dokumentasi ground dan cek lapangan

No	Kelas Tutupan Lahan	Koordinat X	Koordinat Y	Foto Dokumentasi
1.	Permukiman / Lahan Terbangun	100° 25' 55.452" E	1° 11' 37.814" S	
2.	Tubuh Air	100° 26' 2.880" E	1° 11' 41.031" S	

3.	Sawah	100° 26' 1.338" E	1° 11' 31.574" S	
4.	Lahan Terbuka	100° 25' 41.879" E	1° 12' 26.740" S	
5.	Hutan Mangrove Primer	100° 25' 46.652" E	1° 11' 34.386" S	

6.	Hutan Lahan Kering Sekunder	100° 25' 10.813" E	1° 11' 44.268" S	
7.	Hutan Lahan Kering Sekunder	100° 25' 14.451" E	1° 11' 39.582" S	
8.	Hutan Lahan Kering Primer	100° 26' 8.056" E	1° 12' 7.363" S	

9.	Hutan Lahan Kering Primer	100° 26' 30.534" E	1° 10' 57.902" S	
----	---------------------------	--------------------	------------------	---

B. Pembahasan

Klasifikasi Penutup Lahan, penutup lahan didefinisikan sebagai tutupan biofisik pada permukaan Bumi yang dapat diamati yang merupakan suatu hasil pengaturan, aktifitas, dan perlakuan manusia terhadap jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut. Kelas penutup lahan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah bervegetasi dan daerah tak bervegetasi. Klasifikasi tutupan lahan dilakukan secara terbimbing (*Supervised Classification*) menggunakan metode *Maximum Likelihood Classification* yang terdapat pada aplikasi ArcGIS 10.3.1 dengan menggunakan citra Sentinel-2. Pada penelitian ini klasifikasi tutupan / penggunaan lahan dikelompokkan menjadi 7 kelas, yaitu: Hutan Lahan Kering Primer, Hutan Lahan Kering Sekunder, Hutan Mangrove Primer, Lahan Terbuka, Permukiman / Lahan Terbangun, Sawah,

tubuh air. Pengelompokan jenis kelas tutupan / penggunaan lahan merujuk pada KLHK (Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan).

Hasil klasifikasi tutupan lahan menunjukkan luas keseluruhan area penelitian dengan seluas 2309.53 Ha dengan persentase masing-masing kelas yaitu luasan terbesar terdapat pada tutupan lahan hutan lahan kering primer dengan persentase 83.18 % seluas 1921.25 Ha. Jenis tutupan lahan terluas kedua yaitu tutupan lahan hutan lahan kering sekunder dengan persentase 8.85 % seluas 204.51 Ha. Urutan ketiga yaitu tutupan lahan hutan mangrove primer dengan persentase 2.73 % seluas 63.23 Ha. Urutan selanjutnya tutupan lahan sawah dengan persentase 2.21 % seluas 51.21 Ha. Kemudian tutupan lahan Permukiman / Lahan Terbangun dengan persentase 1.21 % seluas 2.81 Ha. Tutupan lahan tubuh air dengan persentase 0.96 % seluas 22.4 Ha. Dan luasan terkecil terdapat pada tutupan lahan lahan terbuka dengan persentase 0.81 % seluas 18.83 Ha.

Biomassa merupakan tempat penyimpanan karbon dan disebut rosot karbon (*carbon sink*). Dalam melihat fungsi hutan sebagai penyerap karbon, informasi mengenai jumlah karbon yang ditambat oleh suatu kawasan hutan (stok karbon) menjadi penting. Beberapa cara yang dilakukan untuk menghitung kandungan stok karbon dengan pendugaan melalui penginderaan jauh. Dengan menggunakan Citra Sentinel 2-A lebih mudah dan efisien untuk menghitung biomassa dan cadangan karbon dengan cakupan wilayah yang sangat luas.

Nilai stok karbon diperoleh dari hasil perkalian luasan tutupan lahan dengan jumlah cadangan karbon yang tersimpan dalam sekumpulan vegetasi dapat diketahui dengan menghitung jumlah biomasnya, sesuai dengan ketentuan SNI 7724:2011 bahwa 47% dari biomassa adalah karbon (Indonesia, S. N, 2011). Dimana hasil stok karbon yang diperoleh pertahun sebesar 1062.41 Ton C/Ha. Dimana stok karbon yang paling banyak dihasilkan pada hutan lahan kering primer dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 883.78 Ton C/Ha. Urutan kedua yaitu hutan lahan kering sekunder dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 94.08 Ton C/Ha. Selanjutnya hutan mangrove primer dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 29.09 Ton C/Ha. Sawah dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 23.56 Ton C/Ha. Permukiman / lahan terbangun dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 12.93 Ton C/Ha. Tubuh air dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 10.31 Ton C/Ha. Dan paling sedikit dihasilkan pada lahan terbangun dengan stok karbon yang dihasilkan 8.66 Ton C/Ha.

Hasil klasifikasi tutupan lahan data spasial citra Sentinel-2 divalidasi menggunakan sebuah matrik kontingensi atau yang biasa disebut dengan matrik kesalahan (*confusion matrix*). Akurasi keseluruhan dari hasil klasifikasi metode maximum likelihood adalah 91,66 % sedangkan akurasi kappa diperoleh dengan sebesar 77,35 %. Nilai tersebut sudah lebih dari batas minimal yang telah ditetapkan sebagai syarat akurasi. Hasil uji akurasi data citra Sentinel-2 dengan *Mapping Accuracy* (MA) tertinggi yaitu 100% pada kelas hutan lahan kering sekunder, hutan mangrove primer, lahan terbuka, permukiman / lahan terbangun, sawah, tubuh air,

Selanjutnya hutan lahan kering primer 95%, sedangkan terendah yaitu 85% pada kelas tutupan lahan hutan lahan kering sekunder. Tingkat ketelitian hasil klasifikasi tutupan lahan yang ditetapkan oleh Badan Survei Geologi Amerika Serikat (USGS) yaitu dalam melakukan klasifikasi / interpretasi data spasial menggunakan penginderaan jauh harus tidak kurang dari 85%. Dengan demikian, hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra Sentinel-2 pada penelitian ini masih memberikan ketelitian yang cukup tinggi dan memenuhi standar yang ditetapkan USGS.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian yaitu :

1. Hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode maximum likelihood dengan menggunakan citra sentinel-2 menunjukkan luas keseluruhan area penelitian dengan seluas 2309.53 Ha dengan persentase masing-masing kelas yaitu tutupan lahan hutan lahan kering primer dengan persentase 83.18 %. Hutan lahan kering sekunder dengan persentase 8.85 %. Hutan mangrove primer dengan persentase 2.73 %. Sawah dengan persentase 2.21 %. Permukiman / lahan terbangun dengan persentase 1.21 %. Tubuh air dengan persentase 0.96 %. Dan lahan terbuka dengan persentase 0.81 %.
2. Hasil perhitungan stok karbon tutupan lahan dimana cadangan karbon yang dihasilkan pertahun sebesar 1062.41 Ton C/Ha dengan masing-masing kelas yaitu stok karbon yang paling banyak dihasilkan pada hutan lahan kering primer dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 883.78 Ton C/Ha. Dan terkecil lahan terbangun dengan stok karbon yang dihasilkan 18.83 Ton C/Ha.

3. Ketelitian citra Sentinel-2 hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode maximum likelihood adalah 91,66 %. Pada penelitian ini masih memberikan ketelitian yang cukup tinggi dan memenuhi standar yang ditetapkan USGS.

B. Saran

Saran yang diharapkan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Hasil klasifikasi tutupan lahan perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode baru yang lebih baik.
2. Penelitian estimasi Karbon menggunakan citra dengan resolusi yang lebih tinggi di daerah penelitian, mengingat citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra dengan resolusi spasial menengah.
3. Masyarakat diharapkan dapat mengurangi resiko pemanasan global dengan cara memperbanyak penanaman pohon hijau.
4. Pemerintah lewat dinas kehutanan ataupun dinas terkait lainnya agar mendukung dan memfasilitasi kegiatan rehabilitas lahan sebagai mitigasi terhadap perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Adini, S.W., Prasetyo, Y., dan Sukmono, A. 2018. Analisis Sebaran Vegetasi Dengan Citra Satelit Sentinel Menggunakan Metode Ndvi Dan Segmentasi (Studi Kasus: Kabupaten Demak). Universitas Diponegoro. Vol. 7. Hal. 1.
- Arison dang, V., dkk. 2015. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Segmentasi Berbasis Algoritma Muultiresolusi (Studi Kasus Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat). Jurnal Teknik UNDIP. Semarang.
- Aronoff, 1989. Geographic Information Sistem : A Management Perpective, Ottawa, Canada :WDL Publication.
- Brown, S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer (Vol. 134). Food & Agriculture Org.
- Danoedoro, P. 1996. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Danoedoro, P., 2012. Penginderaan Jauh Digital. Yogyakarta: Andi.
- Ekadinata, A.; Dewi, S.; Hadi, D.; Nugroho, D. dan Johana, F. 2008. Sistem Informasi Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. Buku 1 Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Menggunakan ILWIS Open Source. World Agroforestry Centre. Bogor.
- Fariz, H.; Atmawidjaja, R. dan Kresnawati, D. 2014. Identifikasi Penutup Lahan Menggunakan Citra Satelit SPOT 4. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Frananda, H., Hartono., dan Jatmiko, R. H. 2015. Komparasi Indeks Vegetasi Untuk Estimasi Stok Karbon Hutan Mangrove Kawasan Segoro Anak Pada Kawasan