

**PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH UNTUK ESTIMASI
STOK KARBON TUTUPAN LAHAN DIKAWASAN HUTAN LINDUNG
CAGAR ALAM RIMBO PANTI KABUPATEN PASAMAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Diploma III

Pada Universitas Negeri Padang Prodi Teknologi Penginderaan Jauh

Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang



Disusun Oleh :

**Fauziah Putri Ramadhani
18331027**

Pembimbing

**Febriandi, S.Pd, M.Si
19710222002121001**

PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

FAKULTAS ILMU SOSIAL

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2021

**PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**

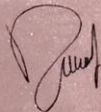
**PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH UNTUK ESTIMASI STOK
KARBON TUTUPAN LAHAN DIKAWASAN HUTAN LINDUNG CAGAR ALAM
RIMBO PANTI KABUPATEN PASAMAN**

Nama : Fauziah Putri Ramadhani
NIM. : 18331027
Jurusan/Prodi : Teknologi Penginderaan Jauh
Fakultas : Ilmu Sosial

Padang, 10 Februari 2022

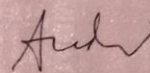
Disetujui oleh

Ketua Prodi Teknologi Penginderaan Jauh



Dian Adhetya Arif, S.Pd., M.Sc
NIP. 199009202018031001

Pembimbing



Febriandi, S.Pd., M.S.i
NIP. 197102222002121001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Dinyatakan lulus setelah dipertahanan di depan Tim Penguji
Jurusan Teknologi Penginderaan Jauh, Fakultas Ilmu Sosial,
Universitas Negeri Padang

Judul : Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Estimasi
Stok Karbon Tutupan Lahan Dikawasan Hutan Lindung
Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman
Nama : Fauziah Putri Ramadhani
NIM. : 18331027
Jurusan/Prodi : Teknologi Penginderaan Jauh
Fakultas : Ilmu Sosial

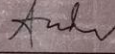
Padang, 10 Februari 2022

Tim Penguji,

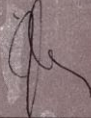
Nama

Tanda
Tangan

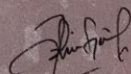
1. Ketua : Febriandi, S.Pd., M.Si

1. 

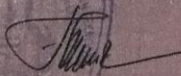
2. Anggota : Dr. Iswandi U, S.Pd, M.Si

2. 

3. Anggota : Azhari Syarief, S.Pd, M.Si

3. 

Mengesahkan
Dekan FIS UNP


Dr. Siti Fatimah, M.Pd., M.Hum
NIP.196102181984032001



**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 : Fauziah Putri Ramadhani
NIM/BP : 18331027/ 2018
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 Dikawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman” 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 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,

Padang, 10 Februari 2022

Ketua Prodi Teknologi Penginderaan Jauh

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

Saya yang menyatakan

Fauziah Putri Ramadhani
NIM/BP : 18331027 /2018

**PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH UNTUK ESTIMASI
STOK KARBON TUTUPAN LAHAN DIKAWASAN HUTAN LINDUNG
CAGAR ALAM RIMBO PANTI KABUPATEN PASAMAN**

Fauziah Putri Ramadhani

18331027

ABSTRAK

Estimasi stok karbon hutan dapat diestimasi menggunakan citra penginderaan jauh. Penelitian ini mengestimasi stok karbon hutan menggunakan citra Sentinel-2. Tujuan dalam penelitian ini adalah (1) Untuk mengetahui simpanan stok karbon pada tutupan lahan di kawasan hutan lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman (2) Untuk mengetahui tingkat akurasi citra penginderaan jauh dalam mengkaji estimasi stok karbon tutupan lahan di Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode supervised maximum likelihood, perhitungan stok karbon pada tutupan lahan Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti. Hasil penelitian menunjukkan masing-masing kelas tutupan lahan yang terdiri dari kelas hutan lahan kering sekunder, belukar, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, sawah, dan permukiman dengan luas keseluruhan area penelitian dengan seluas 3227.22 Ha dengan persentase masing-masing kelas. Hasil perhitungan stok karbon yang dihasilkan pertahun sebesar 1516.8 Ton C/Ha. Dimana stok karbon yang paling banyak dihasilkan yaitu hutan lahan kering sekunder yang dihasilkan sebesar 1098.11 Ton/C. Dan simpanan stok karbon terkecil berada di tutupan lahan permukiman dengan nilai simpanan karbon sebesar 3.33 Ton/C. Dan hasil akurasi citra Sentinel-2 pada tutupan lahan yaitu sebesar 93 %.

Kata Kunci : Estimasi Stok Karbon, Citra Sentinel-2, Supervised Maximum Likelihood

**UTILIZATION OF REMOTE SENSING IMAGES FOR LAND COVER
CARBON STOCK ESTIMATION IN PROTECTED FOREST AREA OF
RIMBO PANTI REGENCY PASAMAN**

Fauziah Putri Ramadhani

18331027

ABSTRACT

Estimated forest carbon stock can be estimated using remote sensing imagery. This study estimates forest carbon stock using Sentinel-2 imagery. The objectives of this study were (1) to determine the carbon stock stored in land cover in the protected forest area of the Rimbo Panti Nature Reserve, Pasaman Regency (2) to determine the level of accuracy of remote sensing images in assessing the estimated land cover carbon stock in the protected forest area of the Rimbo Nature Reserve. Pasaman District Orphanage. 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 Protected Forest Area of the Rimbo Panti Nature Reserve. The results showed that each land cover class consisted of secondary dryland forest, shrubs, dry land agriculture, mixed dry land agriculture, rice fields, and settlements with a total research area of 3227.22 Ha with the percentage of each class. The results of the calculation of the carbon stock produced per year are 1516.8 Ton C/Ha. Where the carbon stock produced the most is secondary dryland forest which was produced at 1098.11 Ton/C. And the smallest carbon stock storage is in residential land cover with a carbon storage value of 3.33 Ton/C. And the results of the Sentinel-2 image accuracy on land cover is 93%.

Keywords : Carbon Stock Estimation, Sentinel-2 Image, Supervised Maximum Likelihood

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, senantiasa kita ucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Stok Karbon Tutupan Lahan Dikawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman”.

Penyusunan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang. Tak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih kepada bapak Febriandi, S.Pd, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktunya dengan memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berguna dalam penyelesaian tugas akhir ini hingga selesai.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang penulis hormati dan cintai yang membantu secara langsung maupun tidak langsung selama pembuatan tugas akhir ini. 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. Mamaku Maya Sari dan Papaku Syamsul Bahri yang telah menjadi orangtua terhebat dan mendoakan serta memberikan semangat yang luar biasa, nasehat, cinta, perhatian, dan kasih sayang.
2. Untuk Adikku Raifaldi Raihan dan Adikku Rahel Alfairuz yang selalu memberikan doa dan juga semangat. Semoga kelak kalian mendapatkan gelar dan jabatan yang jauh lebih tinggi daripada kakak mu ini.
3. Bapak Dian Adhetya Arif, S.Pd, M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Diploma III.

4. Bapak Dr. Iswandi U, S.Pd, M.Si selaku dosen penguji tugas akhir, yang telah memberikan masukan yang sangat berguna untuk memperbaiki penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Azhari Syarief, S.Pd, M.Si selaku dosen penguji yang selalu memberikan arahan dan nasihat kepada penulis dan masukan yang sangat berguna untuk memperbaiki penyusunan tugas akhir ini.
6. Untuk Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Diploma III terima kasih atas ilmu yang diberikan dan pengalaman yang berharga bagi penulis.
7. Untuk teman-temanku seperjuangan Program Studi Teknologi Penginderaan Jauh Diploma III terima kasih telah memberikanku dukungan dan semangat terhadap penyelesaian tugas akhir ini

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini jauh dari sempurna, semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis berharap atas saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun kita bersama.

Padang, 10 Februari 2022

Fauziah Putri Ramadhani

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Kerangka Teori	6
B. Penelitian Relevan	15
C. Kerangka Konseptual	24
BAB III	26
METODE PENELITIAN	26
A. Bentuk Penelitian	26
B. Waktu dan Lokasi	26
C. Alat dan Bahan	28
D. Teknik Pengumpulan Data	28
E. Tahap Penelitian	29
F. Teknik Analisa Data	32

G. Diagram Alir Penelitian	34
.....	35
BAB IV	36
DESKRIPSI WILAYAH	36
A. Kondisi Fisik	36
BAB V.....	38
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
A. HASIL	38
BAB VI	49
KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daftar 13 Kanal Satelit Sentinel-2A (Satelit, C, 2016).....	13
Tabel 2 Bentuk Penelitian Sebelumnya	24
Tabel 3 Alat Penelitian.....	28
Tabel 4 Bahan Penelitian	28
Tabel 5 Bentuk Matriks Kesalahan (Arison dang, 2015).....	33
Tabel 6 Hasil Identifikasi Tutupan Lahan Metode Maximum Likelihood	38
Tabel 7 Hasil Perhitungan Stok Karbon.....	40
Tabel 8 Uji Akurasi Tutupan Lahan.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Sistem Penginderaan Jauh dalam penyadapan informasi permukaan bumi, pengolahan dan penggunaannya (Susanto,2004;Meurah dkk, 2012),dalam Muhsoni (2015).	7
Gambar 2 Kerangka Konseptual	25
Gambar 3 Peta Lokasi Penelitian	27
Gambar 4 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 5 Peta Stok Karbon Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti	41

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 41 tahun 1999 tentang kehutanan, yang dimaksud dengan hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Hutan merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, baik secara langsung, seperti hasil kayu dan keanekaragaman flora fauna, maupun tidak langsung seperti jasa lingkungan, pengatur tata air, dan sebagai penyimpan karbon. Luas lahan hutan di Indonesia kurang lebih seluas 135 juta hektar. Luas lahan hutan tersebut mengalami penurunan setiap tahunnya karena perubahan penggunaan lahan dan pemanfaatan hutan yang tidak sesuai.

Salah satu mekanisme berbasis lahan hutan adalah kebijakan melalui Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD+). Apabila pengelola akan mengikuti mekanisme insentif simpan dan serapan karbon REDD+, maka perhitungan simpanan karbon awal menjadi penting dan diperlukan. Program REDD merupakan salah satu skema yang memungkinkan negara berkembang untuk menjaga hutannya dan mendapatkan insentif dari hasil penyerapan karbon atau berkurangnya emisi akibat kerusakan hutan. Terlepas dari konsep REDD dan permasalahannya, perhitungan seberapa besar suatu hutan dapat menyimpan karbon (carbon stock) sangat diperlukan untuk mengetahui besaran karbon yang dapat ditampung oleh suatu luasan hutan.

Wilayah Kabupaten Pasaman, kawasan yang memberikan perlindungan kawasan bawahannya adalah kawasan hutan lindung (HL). Kawasan ini juga merupakan kawasan konservasi dan rempan air. Kawasan hutan lindung tersebut terdapat sebaran areal pertanian yang telah berkembang. Salah satu hutan lindung yang ada di Kabupaten Pasaman adalah hutan lindung Cagar Alam Rimbo Panti .

Cagar Alam Rimbo Panti merupakan salah satu kawasan konservasi yang ada di Sumatera Barat. Ditetapkan berdasarkan keputusan Gubernur Besluit No. 34 stbl 420 tanggal 18 Juni 1932 dengan luas sekitar 2.550 Ha. Kawasan ini memiliki dua tipe habitat berbeda yaitu habitat perbukitan dan habitat rawa (Sub Balai KSDA, 1999). Cagar Alam Rimbo Panti adalah Cagar Alam tertua di Sumatera, yang memiliki luas sekitar 2.550 ha. Cagar Alam Rimbo Panti memiliki tingkat aktivitas manusia yang tinggi. Menurut Yusuf et al.,(2005), pencurian kayu serta pembukaan hutan untuk aktivitas peladangan di Cagar Alam Rimbo Panti telah menciptakan kerusakan diberbagai tempat. Sedangkan di habitat rawa beberapa tahun terakhir sebagian hutan kering karena pembendungan air untuk keperluan irigasi. Menurut Sunaryo dan Girmansyah(2015), area hutan yang terbuka sangat rentan karena beberapa area konservasi selalu diambil alih oleh tumbuhan invasif dan akan mengganggu keberadaan tumbuhan asli.

Teknologi penginderaan jauh dapat digunakan membantu dalam melakukan estimasi stok karbon hutan secara kuantitatif melalui penyusunan model statistik beberapa transformasi citra yang berkorelasi dengan biomassa hutan. Biomassa hutan dapat digunakan untuk mengestimasi kandungan karbon dalam vegetasi hutan karena 50% biomassa tersusun dari karbon (Brown dan Gaston, 1996). Pengkajian studi kehutanan secara terestrial memiliki kendala pembiayaan yang besar, cakupan wilayah yang luas dan memakan waktu yang lama. Dan dengan adanya teknologi penginderaan jauh dapat memudahkan dalam Pengkajian studi kehutanan secara terestrial. Teknologi penginderaan jauh yang sedang berkembang saat ini dapat digunakan sebagai salah satu metode estimasi stok karbon karena lebih unggul dari segi biaya, waktu pengukuran, dan serta dapat diterapkan untuk area hutan yang luas.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, penulis mengidentifikasi masalah-masalah yang ada pada penelitian sebagai berikut:

1. Pemetaan estimasi stok karbon di kawasan hutan lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman perlu diketahui sebagai acuan dalam memberi informasi kepada masyarakat
2. Cagar Alam Rimbo Panti memiliki tingkat aktivitas manusia yang tinggi seperti pencurian kayu
3. Pembukaan hutan untuk aktivitas perladangan yang telah menciptakan kerusakan diberbagai tempat dikawasan Cagar Alam Rimbo Panti
4. Pada habitat rawa Rimbo Panti beberapa tahun terakhir ini sebagian hutan kering karena pembendungan air untuk keperluan irigasi
5. Masyarakat diharapkan dapat mengurangi resiko pemanasan global dengan cara memperbanyak penanaman pohon hijau

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Stok Karbon Tutupan Lahan di Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Bagaimana simpanan stok karbon pada tutupan lahan di Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman ?
2. Bagaimana hasil akurasi citra penginderaan jauh pada kajian estimasi stok karbon tutupan lahan di Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui simpanan stok karbon pada tutupan lahan di kawasan hutan lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi citra penginderaan jauh dalam mengkaji estimasi stok karbon tutupan lahan di Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

a. Bagi Penulis

1. Sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Ahli madya pada Program Studi DIII Teknologi Penginderaan Jauh Universitas Negeri Padang.
2. Penelitian ini meningkatkan wawasan penulis mengenai manfaat Penginderaan Jauh dalam mengkaji estimasi stok karbon tutupan lahan di Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman
3. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi seberapa besar karbon yang tersimpan di Kawasan Cagar Alam Rimbo Panti Kabupaten Pasaman , serta dapat dijadikan sebagai acuan guna tetap menjaga kelestarian lingkungan khususnya kawasan hutan konservasi sebagai upaya dalam mengurangi pemanasan global.

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 Kabupaten Pasaman

Diharapkan hasil penelitian dapat memberikan sumbangan informasi bagi pemerintah daerah Pasaman dalam hal cadangan karbon yang ada pada kawasan Cagar Alam Rimbo Panti. Sehingga hasil dari penelitian dapat digunakan pemerintah Kabupaten Pasaman sebagai dasar pengambilan keputusan dalam membuat kebijakan terkait estimasi stok karbon.

b. Bagi Masyarakat Kabupaten Pasaman

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi seberapa besar karbon yang tersimpan di kawasan Cagar Alam rimbo Panti Kabupaten Pasaman , serta dapat dijadikan sebagai acuan guna tetap menjaga kelestarian lingkungan khususnya kawasan hutan konservasi sebagai upaya dalam mengurangi pemanasan global.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

1. Klasifikasi Tutupan Lahan Supervised Maximum Likelihood dan Hasil perhitungan Stok Karbon Tutupan Lahan

a. Klasifikasi Tutupan Lahan Supervised Maximum Likelihood

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode klasifikasi Maximum Likelihood yang merupakan salah satu metode klasifikasi (Supervised Classification). Klasifikasi supervised ini melibatkan interaksi analisis secara intensif, dimana analisis menuntun proses klasifikasi dengan identifikasi objek pada citra (training area). Hasil klasifikasi menggunakan metode klasifikasi Maximum Likelihood pada citra Sentinel-2 yang bersumber dari USGS didapatkan 6 kelas tutupan lahan di Kawasan Hutan Lindun Cagar Alam Rimbo Panti yang terdiri dari kelas hutan lahan kering sekunder, belukar, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, sawah, dan permukiman. 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.

No.	Kelas	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	2336.40	72.39
2	Belukar	455.26	14.11
3	Pertanian Lahan Kering	264.23	8,19
4	Pertanian Lahan Kering Campur	97.75	3.03
5	Sawah	66.50	2.06
6	Permukiman	7.08	0,22
		3227.22	100

Tabel 6 Hasil Identifikasi Tutupan Lahan Metode Maximum Likelihood

Hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode supervised maximum likelihood menunjukkan luas keseluruhan area penelitian dengan seluas 3227.22 Ha dengan persentase masing-masing kelas. Hasil klasifikasi

ini juga memberikan jumlah luasan masing-masing kelas tutupan lahan. Tipe penutupan lahan yang memiliki wilayah terluas adalah hutan lahan kering sekunder yaitu seluas 2336.40 Ha dengan persentase sebesar 72.39% dari luas wilayah Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti, sedangkan luasan terkecil dimiliki oleh kelas tutupan permukiman yaitu seluas 7.08 Ha dengan persentase 0,22 %. Tutupan lahan belukar dengan luas 455.26 Ha dengan persentase 14.11 %, pertanian lahan kering luas 264.23 dengan persentase 8,19%, kemudian pertanian lahan kering campur seluas 97.75 dengan persentase 3.03 % dan terakhir Sawah dengan luas 66.50 persentase 2.06% dari keseluruhan luas Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti.

b. Hasil perhitungan Stok Karbon Tutupan Lahan

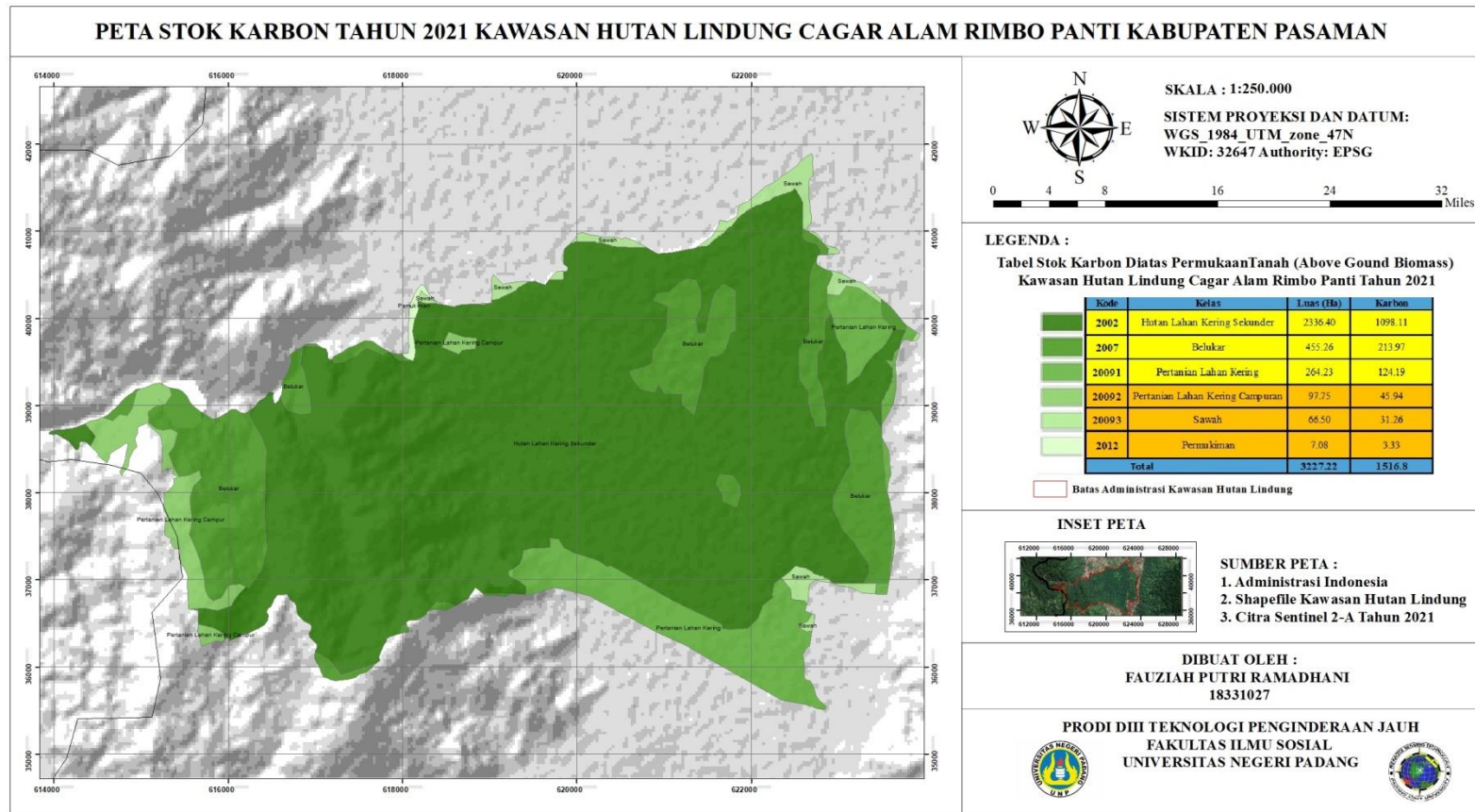
Hutan berfungsi sebagai penyerap karbon dan pengemisi karbon melalui tanaman atau pohon yang ada di dalam hutan (Manuri et al., 2012). Menurut Murdiyarso et al. (2005) proses penyimpanan karbon di dalam tanaman yang sedang tumbuh disebut sebagai sekuestrasi karbon (carbon sequestration), dan jumlah karbon yang ditimbun dalam tanaman sangat bergantung pada jenis dan sifat tanaman itu sendiri. Informasi stok karbon diturunkan dari informasi biomassa yang dimiliki dari setiap sampelnya dengan mengacu pada SNI 7724:2011 bahwa 47% dari biomassa merupakan karbon. Pendugaan potensi karbon Potensi karbon dapat diduga melalui biomasaa tumbuhan dengan mengkonversi 0.47 dari biomassa maupun nekromassanya (BSN, 2011).

Hasil dari perhitungan stok karbon pada tutupan lahan di Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti tahun 2021 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Kode	Kelas	Luas (Ha)	Karbon
2002	Hutan Lahan Kering Sekunder	2336.40	1098.11
2007	Belukar	455.26	213.97
20091	Pertanian Lahan Kering	264.23	124.19
20092	Pertanian Lahan Kering Campur	97.75	45.94
20093	Sawah	66.50	31.26
2012	Permukiman	7.08	3.33
Total		3227.22	1516.8

Tabel 7 Hasil Perhitungan Stok Karbon

Estimasi cadangan karbon yang dihasilkan melalui citra sentinel 2 diperoleh hasil perhitungan stok karbon tutupan lahan dimana cadangan karbon yang dihasilkan pertahun sebesar 1516.8 Ton C/Ha dengan masing-masing kelas tutupan lahannya. Berdasarkan data pada Tabel 6 diatas, simpanan karbon terbesar berada di tutupan lahan yaitu hutan lahan kering sekunder dengan dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 1098.11 Ton/C. Simpanan karbon terbesar kedua berada di tutupan lahan belukar dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 213.97 Ton/C. Selanjutnya pertanian lahan kering dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 124.19 Ton C/Ha. Pertanian lahan kering campur dengan stok karbon sebesar 45.94 Ton/C. Sawah dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 31.26 Ton/C. Dan yang terakhir simpanan stok karbon terkecil berada di tutupan lahan permukiman dengan nilai simpanan karbon sebesar 3.33 Ton.



Gambar 5 Peta Stok Karbon Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti

2. Uji Akurasi

Uji akurasi merupakan tahap proses akhir dalam klasifikasi, Uji akurasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji akurasi Kappa dengan bantuan matriks kesalahan (confusion matrix). Akurasi yang bisa dihitung terdiri dari akurasi pembuat (producer's accuracy), akurasi pengguna (user's accuracy), dan akurasi keseluruhan (overall accuracy). Proses ini sangat penting dilakukan dalam pengolahan data penginderaan jauh.

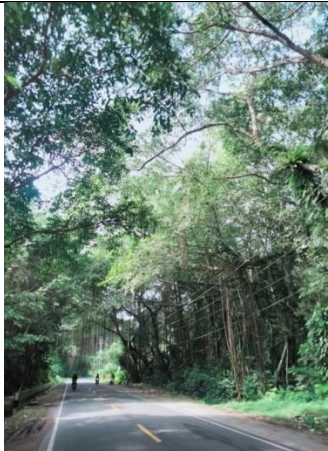
Uji akurasi ini juga tahapan penting dalam proses klasifikasi pengolahan data penginderaan jauh. Uji akurasi berguna untuk menentukan kelayakan hasil klasifikasi yang diperoleh dari penelitian. Metode yang digunakan dalam tahap uji akurasi adalah metode random point. Sebaran dari titik-titik random yang dilakukan 36 titik yang memiliki acuan data yang real. Acuan data real dari 36 titik tersebut didasarkan dari citra sentinel 2 dan google earth. Pada pemberian titik ada juga titik yang berbeda dengan hasil pengamatan. Kesalahan yang terjadi pada hasil klasifikasi disebabkan karena kelas tersebut memiliki warna dan rona yang mendekati sama dengan warna dan rona kelas lainnya.

Kelas Referensi	Data Sampel						Total Sampel	Omisi	MA (%)
	Hutan Lahan Kering Sekunder	Belukar	Pertanian Lahan Kering	Pertanian Lahan Kering Campur	Sawah	Permukiman			
Hutan Lahan Kering Sekunder	29	2	0	0	0	0	31	2	93
Belukar	0	1	0	0	0	0	1	0	100
Pertanian Lahan Kering	0	0	1	0	0	0	1	0	100
Pertanian Lahan Kering Campur	0	0	0	1	0	0	1	0	100
Sawah	0	0	0	0	1	0	1	0	100
Permukiman	0	0	0	0	0	1	1	0	100
Total Sampel	29	3	1	1	1	1	36		100
Komisi	1	1	0	0	0	0			
Overall Accuracy	93 %								
Kappa	81,86%								

Tabel 8 Uji Akurasi Tutupan Lahan

Nilai overall accuracy atau akurasi secara keseluruhan dari hasil klasifikasi maximum likelihood yang digunakan didapat nilainya sebesar 93 %. Sedangkan nilai kappa accuracy yang didapatkan adalah sebesar 81,86 % . Dan nilai tersebut sudah lebih dari batas minimal yang telah ditetapkan sebagai syarat akurasi. Pada uji akurasi dengan Mapping Accuracy (MA) didapat nilai tertinggi 100% pada kelas tutupan lahan seperti belukar, pertanian lahan kering, kemudian pertanian lahan kering campur ,sawah, dan yang terakhir pada tutupan lahan permukiman. Sedangkan nilai yang Mapping

Accuracy yang terendah dengan nilai 96 % pada kelas tutupan lahan hutan lahan kering sekunder. Proses confusion matrix tersebut menghasilkan data overall accuracy yang dikatakan lulus uji akurasi yaitu $> 80\%$ (Short, 1982 dalam Rendi, 2015). Dengan demikian, hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra Sentinel-2 pada penelitian ini masih memberikan ketelitian yang cukup tinggi dan memenuhi standar yang telah ditetapkan.

No	Tutupan Lahan	Koordinat X	Koordinat Y	Foto Dokumentasi
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	0°21'7.51"N	100° 3'46.61"E	
2	Belukar	0°21'30.14"N	100° 5'22.45"E	

3	Pertanian Lahan Kering	0°21'42.44"N	100° 6'28.47"E	
4	Pertanian Lahan Kering Campur	0°19'43.35"N	100° 2'25.49"E	
5	Sawah	0°19'47.71"N	100° 6'8.28"E	

6	Permukiman/ Lahan Terbangun	0°21'31.98"N	100° 3'40.87"E	
---	-----------------------------------	--------------	-------------------	--

B. Pembahasan

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. Hasil klasifikasi menggunakan metode klasifikasi Maximum Likelihood didapatkan kelas tutupan lahan yang terdapat pada citra teridentifikasi sebanyak 6 kelas yang terdiri dari kelas hutan lahan kering sekunder, belukar, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur, sawah, dan permukiman. Pengelompokan jenis kelas tutupan / penggunaan lahan merujuk pada KLHK (Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan).

Hasil klasifikasi ini juga memberikan jumlah luasan masing-masing kelas tutupan lahan dan menunjukkan luas keseluruhan area penelitian dengan seluas 3227.22 Ha dengan persentase masing-masing kelas. Tipe penutupan lahan yang memiliki wilayah terluas adalah hutan lahan kering sekunder yaitu seluas 2336.40 Ha dengan persentase sebesar 72.39% dari luas wilayah Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti, sedangkan luasan terkecil dimiliki oleh kelas tutupan permukiman yaitu seluas 7.08 Ha dengan persentase 0,22 %. Tutupan lahan belukar dengan luas 455.26 Ha dengan persentase 14.11 %, pertanian lahan kering luas 264.23 dengan persentase 8,19%, kemudian pertanian lahan kering campur seluas 97.75 dengan

persentase 3.03 % dan terakhir Sawah dengan luas 66.50 persentase 2.06% dari keseluruhan luas Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti.

Karbon merupakan suatu unsur yang diserap dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan disimpan dalam bentuk biomassa. Informasi yang akurat mengenai karbon hutan yang tersimpan dalam biomassa sangat diperlukan untuk menggambarkan kondisi ekosistem hutan dalam rangka pengelolaan sumberdaya hutan yang lestari sehingga menguntungkan secara ekonomi dan ekologi. Dalam melihat fungsi hutan sebagai penyerap karbon, informasi mengenai jumlah karbon yang ditambat oleh suatu kawasan hutan (stok karbon) menjadi penting. Ada beberapa cara yang dilakukan untuk menghitung kandungan stok karbon dengan pendugaan melalui penginderaan jauh. Yaitu dengan menggunakan Citra Sentinel 2-A lebih mudah dan efisien untuk menghitung biomassa dan cadangan karbon dengan cakupan wilayah yang sangat luas.

Pada penelitian ini nilai stok karbon yang 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). Estimasi cadangan karbon yang dihasilkan melalui citra sentinel 2 diperoleh hasil perhitungan stok karbon tutupan lahan dimana cadangan karbon yang dihasilkan pertahun sebesar 1516.8 Ton C/Ha dengan masing-masing kelas tutupan lahannya. Berdasarkan data pada Tabel 6 diatas, simpanan karbon terbesar berada di tutupan lahan yaitu hutan lahan kering sekunder dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 1098.11 Ton/C. Simpanan karbon terbesar kedua berada di tutupan lahan belukar dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 213.97 Ton/C. Selanjutnya pertanian lahan kering dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 124.19 Ton C/Ha. Pertanian lahan kering campur dengan stok karbon sebesar 45.94 Ton/C. Sawah dengan stok karbon yang dihasilkan

sebesar 31.26 Ton/C. Dan yang terakhir simpanan stok karbon terkecil berada di tutupan lahan permukiman dengan nilai simpanan karbon sebesar 3.33 Ton/C.

Hasil klasifikasi tutupan lahan data spasial citra Sentinel-2 divalidasi menggunakan sebuah matrik kontingensi atau yang biasa disebut dengan matrik kesalahan (confusion matrix). Nilai overall accuracy atau akurasi secara keseluruhan dari hasil klasifikasi maximum likelihood yang digunakan didapat nilainya sebesar 93 %. Sedangkan nilai kappa accuracy yang didapatkan adalah sebesar 81,86 % . Dan nilai tersebut sudah lebih dari batas minimal yang telah ditetapkan sebagai syarat akurasi. Pada uji akurasi dengan Mapping Accuracy (MA) didapat nilai tertinggi 100% pada kelas tutupan lahan seperti belukar, pertanian lahan kering, kemudian pertanian lahan kering campur ,sawah, dan yang terakhir pada tutupan lahan permukiman. Sedangkan nilai yang Mapping Accuracy yang terendah dengan nilai 96 % pada kelas tutupan lahan hutan lahan kering sekunder. Proses confusion matrix tersebut menghasilkan data overall accuracy yang dikatakan lulus uji akurasi yaitu > 80% (Short,1982 dalam Rendi, 2015). Dengan demikian, hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra Sentinel-2 pada penelitian ini masih memberikan ketelitian yang cukup tinggi dan memenuhi standar yang telah ditetapkan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat tarik kesimpulan yaitu :

1. Citra Sentinel-2 dapat digunakan untuk estimasi stok karbon di Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti. Hal ini ditunjukkan dari hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode maximum likelihood dengan menggunakan citra sentinel-2 menunjukkan luas keseluruhan area penelitian dengan seluas 3227.22 Ha dengan persentase masing-masing kelas. Wilayah terluas adalah hutan lahan kering sekunder yaitu seluas 2336.40 Ha dengan persentase sebesar 72.39% dari luas wilayah Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti, sedangkan luasan terkecil dimiliki oleh kelas tutupan permukiman yaitu seluas 7.08 Ha dengan persentase 0,22 %. Dan berdasarkan penggunaan lahan, cadangan karbon terbesar berasal dari tutupan lahan yaitu hutan lahan kering sekunder dengan stok karbon yang dihasilkan sebesar 1098.11 Ton/C. Dan simpanan stok karbon terkecil berada di tutupan lahan permukiman dengan nilai simpanan karbon sebesar 3.33 Ton/C. Dan hasil perhitungan stok karbon tutupan lahan cadangan karbon yang dihasilkan pertahun sebesar 1516.8 Ton C/Ha.
2. Dari klasifikasi metode tutupan lahan menggunakan metode maximum likelihood diperoleh nilai kappa akurasi 81,86% dan akurasi keseluruhan lebih unggul yakni 93 % untuk akurasi keseluruhan. Ketelitian citra Sentinel-2 pada penelitian ini masih memberikan ketelitian yang cukup tinggi dan memenuhi standar yang telah ditetapkan.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran agar penelitian berikutnya bisa lebih baik, yaitu:

1. Hasil klasifikasi tutupan lahan pada Kawasan Hutan Lindung Cagar Alam Rimbo Panti perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode baru yang lebih baik.
2. Penggunaan citra dengan resolusi spasial yang lebih detail agar identifikasi jenis hutan dapat semakin detail.
3. Apabila penentuan kelas menggunakan interpretasi citra oleh peneliti, disarankan untuk menginterpretasi citra dengan teliti sehingga mengurangi kesalahan dalam pengkelasan.
4. Penelitian ini dapat dikembangkan untuk bahan masukan untuk instansi terkait terutama untuk perhutanan agar dapat mengetahui kandungan biomassa yang terdapat pada hutan sehingga dapat mengetahui seberapa besar potensi produksi hutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arison dang, V., dkk. 2015. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Segmentasi Berbasis Algoritma Muultiresolusi (Studi Kasus Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat). Jurnal Teknik UNDIP. Semarang.
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. “SNI 7645-1:2014 Klasifikasi Penutup Lahan - Bagian 1 : Skala Kecil Dan Menengah.” Badan Standardisasi Nasional: 1–51.
- Hairiah K, dan Rahayu S. 2007. Pengukuran ‘karbon tersimpan’ di berbagai macam penggunaan lahan. Bogor. World Agroforestry Centre – ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77 p.
- Howard, John A. 1996. Remote Sensing of Forest Resources: Theory and Application. (Diterjemahkan oleh Hartono, Dulbahri, Suharyadi, Danoedoro, dan Jatmiko). Chapman & Hall: London.
- Lillesand. T.M., W. Kiefer., Chipman, J.W. 2004. Remote Sensing and Image Interpretation (Fifth Edition). John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Lillesand.T.M. and R.W.Kiefer, 1979., Remote Sensing and Image Interpretation, John Willey and Sons, New York.
- Purwadhi HSF 2001. Interpretasi Citra Digital. Gramedia Widiarsana. Jakarta.
- Satelit, C. 2016. Sentinel 2-A. https://citrasatelit.wordpress.com/2016/09/21/sentinel-2a-10-meter/diakses_pada_24_Juli_2017.
- Sub Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Barat. 1999. Buku Informasi Kawasan Konservasi Propinsi Sumatera Barat. Kegiatan Pembinaan dan Peningkatan Usaha Konservasi di Dalam dan Di luar Kawasan Hutan TA 1998/1999.
- Sunaryo, & Girmansyah, D. 2015. Identifikasi tumbuhan asing invasif di Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon. 1(5): 1034-1039.
- Sutaryo D., 2009. Perhitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetlands Internasional Indonesia Programme, Bogor.