

Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Hutan dan Kelapa Sawit Terhadap Penyerapan CO₂ di Kabupaten Pasaman Barat

Roky Afandi¹, Heny Mariati², Novelisa Suryani³

¹Universitas Tamansiswa Padang, Padang, Indonesia. Email: rokyafandi1808@gmail.com

²Universitas Tamansiswa Padang, Padang, Indonesia. Email: heny.mariati@gmail.com

³Universitas Tamansiswa Padang, Padang, Indonesia. Email: novel2813@gmail.com

Artikel Diterima: (10 Oktober 2022)

Artikel Direvisi: (30 Oktober 2022)

Artikel Disetujui: (21 Desember 2022)

ABSTRACT

Changes of land use from forest into plantations is one of the causes of increased CO₂ emissions. The rapid increase in the area of oil palm plantations and the reduction in forest area in West Pasaman Regency will increase greenhouse gas emissions which have a negative impact on the preservation of the earth and its contents. The aims of this study were: to analyze land use changes of forest and oil palm plantations in 1996-2021 and to calculate the total amount of CO₂ absorption and emissions caused by changes in forest land use and oil palm plantations in West Pasaman Regency. The research method used is a remote sensing method with the NDVI (normalized difference vegetation index) algorithm for Landsat satellite images. The results showed that there had been a significant change in land use, forest land had decreased by 47,396.39 ha and oil palm land had increased by 105,115.86 ha. Total emissions from changes in forest and oil palm land use are 1,009,411.6 tonnes/ha/year. It is recommended that the Government of West Pasaman Regency need to make a policy to prevent the conversion of forest land into oil palm plantation land. Changes in the use of forest land into plantations is one of the causes of increased CO₂ emissions.

Keywords: Land Use Change, CO₂ Absorption, Remote Sensing

ABSTRAK

Perubahan penggunaan lahan hutan menjadi perkebunan menjadi salah satu penyebab meningkatnya emisi CO₂. Pesatnya peningkatan luas perkebunan kelapa sawit dan berkurangnya luas hutan di Kabupaten Pasaman Barat akan meningkatkan emisi gas rumah kaca yang berdampak negatif terhadap kelestarian bumi dan isinya. Tujuan penelitian ini adalah : menganalisis perubahan penggunaan lahan hutan dan perkebunan kelapa sawit pada tahun 1996-2021 serta menghitung jumlah total penyerapan dan emisi CO₂ yang disebabkan perubahan penggunaan lahan hutan dan perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Pasaman Barat. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penginderaan jauh dengan algoritma NDVI (*normalized difference vegetation index*) citra satelit Landsat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan penggunaan lahan yang signifikan, lahan hutan mengalami penurunan seluas 47.396,39 ha dan lahan kelapa sawit mengalami peningkatan seluas 105.115,86 ha. Emisi total dari perubahan penggunaan lahan hutan dan kelapa sawit adalah 1.009.411,6 ton/ha/tahun. Direkomendasikan kepada Pemerintah Kabupaten Pasaman Barat perlu membuat kebijakan untuk mencegah alih fungsi lahan hutan menjadi lahan perkebunan kelapa sawit.

Kata Kunci: Perubahan Penggunaan Lahan, Penyerapan CO₂, Penginderaan Jauh

Pendahuluan

Perubahan penggunaan lahan pada dasarnya merupakan hal yang tidak dapat dihindarkan. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat serta bertambahnya tuntutan kebutuhan masyarakat akan lahan menjadi faktor pendorong terjadinya alih fungsi lahan. Selain itu, faktor eksternal berupa kebutuhan industri dan ekspor beberapa komoditas perkebunan seperti minyak kelapa sawit ikut mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan atau alih fungsi lahan. Tuntutan pembangunan infrastruktur juga berperan dalam mendorong munculnya kegiatan-kegiatan pertambangan batuan seperti andesit yang akan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembangunan infrastruktur dalam jumlah yang besar (Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat, 2016)

Perubahan penggunaan lahan dapat ditimbulkan dari suatu aktivitas manusia dengan segala macam bentuk aktivitasnya pada ruang yang menyebabkan perubahan tutupan lahan. Salah satu aktivitas manusia yang dapat mengubah tutupan lahan adalah alih fungsi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit. Menurut (Agus *et al.*, 2013) perluasan perkebunan kelapa sawit menggunakan berbagai jenis lahan dan tipe penggunaan yang masing-masing akan memberikan dampak lingkungan yang berbeda. Perluasan perkebunan kelapa sawit pada lahan hutan akan menurunkan cadangan karbon pada lahan hutan karena hutan menyimpan cadangan karbon (C) di dalam biomasnya dalam jumlah yang jauh lebih tinggi (sekitar 100-300 ton/ha) dibandingkan perkebunan kelapa sawit (rata-rata 30-40 ton/ha). Menurut Long *et al.*, (2014), perubahan tutupan dan penggunaan lahan karena tekanan arus urbanisasi yang cepat berdampak negatif pada sistem ekologi lokal dan lingkungan yang akan berpengaruh terhadap stok karbon.

Karbon sangat mempengaruhi terjadinya pemanasan global. Pemanasan global merupakan suatu kondisi meningkatnya temperatur rata-rata udara di atmosfer, laut, dan daratan bumi. Pemanasan global merupakan penyebab terjadinya perubahan iklim yang diakibatkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) dari kegiatan manusia (IPCC, 2007). Karbondioksida (CO₂) merupakan salah satu gas rumah kaca (GRK) yang berpengaruh besar terhadap peningkatan suhu permukaan bumi. Menurut IPCC (2006), salah satu sektor utama penyumbang emisi GRK adalah perubahan penggunaan lahan. Dalam konteks perubahan iklim, perubahan penggunaan lahan dapat berkontribusi sebagai sumber (*sources*) dan serapan (*sink*) karbon tergantung pada tipe penggunaannya (Setiawan & Syaufina, 2016).

Berdasarkan Laporan Inventarisasi GRK dan MPV Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2018), menyebutkan bahwa emisi dari sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya (termasuk emisi dari kebakaran gambut) berkontribusi sebesar 36,17 %. Hal ini menunjukkan bahwa sektor ini memberikan pengaruh yang besar terhadap GRK di Indonesia. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi GRK dimaksudkan untuk memberikan acuan dalam penyelenggaraan inventarisasi emisi GRK di tingkat nasional, daerah provinsi dan/atau daerah kabupaten/kota.

Secara umum penggunaan lahan di Kabupaten Pasaman Barat didominasi oleh perkebunan kelapa sawit dan hutan. Berdasarkan hasil interpretasi peta citra satelit tahun 2021, luas lahan perkebunan kelapa sawit sebesar 192.745,71 ha, lahan hutan sebesar 115.957,61 ha, sawah 33.009,85 ha, lahan terbangun sebesar 33.173,56 ha, dan lahan terbuka sebesar 339,49 ha. Berdasarkan data diatas, terlihat bahwa penggunaan lahan perkebunan merupakan jenis penggunaan lahan terbesar di Kabupaten Pasaman Barat. Penggunaan lahan untuk kegiatan

perkebunan mengalami peningkatan yang cukup pesat selama tahun 1996 – 2021 dimana terjadi peningkatan sebesar 105.115,8 ha, sedangkan lahan hutan mengalami penurunan sebesar 47.396,39 ha.

Penurunan luas hutan ini seiring dengan peningkatan luas perkebunan sawit. Hal ini menggambarkan bahwa terjadi perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi kebun kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena perkebunan kelapa sawit merupakan komoditas yang berkembang paling pesat semenjak tahun 1995. Peningkatan tajam luas perkebunan kelapa sawit terjadi pada periode 1995-1998 dan periode 2007-2010 terutama di Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera (Rochmayanto *et. al.*, 2010).

Alih fungsi penggunaan lahan yang terjadi terutama pada lahan hutan akan menyebabkan penurunan jumlah karbon tersimpan. Jumlah karbon tersimpan menggambarkan seberapa banyak emisi CO₂ yang dapat diserap oleh tumbuhan untuk diproses melalui fotosintesis kemudian disebarkan ke seluruh tumbuhan dan akhirnya menjadi biomassa (Wahyuni, 2016). Penghitungan biomassa juga tidak lepas dari kegiatan yang berhubungan dengan mitigasi perubahan iklim. Mitigasi perubahan iklim dapat dilakukan dengan pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan atau lebih dikenal dengan istilah *reducing emission from deforestation and forest degradation* (REDD).

REDD merupakan sebuah mekanisme untuk mengurangi emisi GRK yang ditimbulkan dari kegiatan deforestasi dan aktifitas-aktifitas yang mengakibatkan degradasi hutan. Deforestasi merupakan perubahan penggunaan lahan dari lahan hutan menjadi non hutan yang disebabkan oleh konversi hutan menjadi penggunaan lain, sedangkan degradasi hutan merupakan penurunan kualitas hutan yang disebabkan oleh *illegal logging*, kebakaran hutan, *over cutting* dan perladangan berpindah (Rahmat, 2010).

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan penggunaan lahan hutan dan perkebunan kelapa sawit tahun 1996-2021 serta menghitung jumlah total penyerapan dan emisi CO₂ yang disebabkan perubahan penggunaan lahan hutan dan perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Pasaman Barat.

Metodologi

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode deskriptif. Penelitian ini dilakukan di wilayah Kabupaten Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat, terletak pada 0°33' LU sampai 0°11' LS dan 99°10' BT sampai dengan 100°04' BT. Teknik pengumpulan data dengan metode observasi secara tidak langsung menggunakan citra satelit Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI dan metode dokumentasi sebagai *ground check* uji akurasi data. Penentuan titik sampel menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu dengan tujuan untuk melihat perubahan penggunaan lahan dan penyerapan karbondioksida tahun 1996 dan 2021.

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan hutan dan kelapa sawit tahun 1996-2021 melalui proses interpretasi citra satelit Landsat 5, Landsat 8 dan peta administrasi wilayah Kabupaten Pasaman Barat. Analisis pengukuran kandungan biomassa dilakukan menggunakan penginderaan jauh dengan algoritma NDVI (*normalized difference vegetation index*) pada masing-masing *band* citra satelit Landsat. Pengolahan citra satelit dilakukan dengan menggunakan aplikasi Envi 5.1 dan pengklasifikasian penggunaan lahan hutan dan kelapa sawit dilakukan dengan menggunakan aplikasi ArcGis 10.8.

Analisis jumlah total emisi CO₂ dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu : (1) pendugaan nilai biomassa hutan dan kelapa sawit tahun 1996 dan 2021 di atas permukaan menggunakan algoritma-algoritma pendugaan nilai biomassa dan kerapatan vegetasi (NDVI), (2) perhitungan nilai stok karbon, nilai biomassa yang telah diketahui dapat digunakan untuk menduga stok karbon yang tersimpan dalam vegetasi karena 46 % biomassa tersusun oleh karbon (Rahayu, 2007), (3) tahap akhir dilakukan perhitungan nilai penyerapan dan emisi karbondioksida (CO₂), dengan cara mengurangi jumlah penyerapan CO₂ tahun tertinggi ke tahun terendah.

Hasil dan Pembahasan

1. Perubahan Penggunaan Lahan Hutan dan Perkebunan Kelapa Sawit

Penggunaan lahan dari tahun 1996 ke tahun 2021 mengalami perubahan yang cukup signifikan. Penggunaan lahan yang mengalami peningkatan adalah perkebunan kelapa sawit dan lahan terbangun. Sedangkan penggunaan lahan yang mengalami penurunan adalah hutan, sawah dan lahan terbuka.

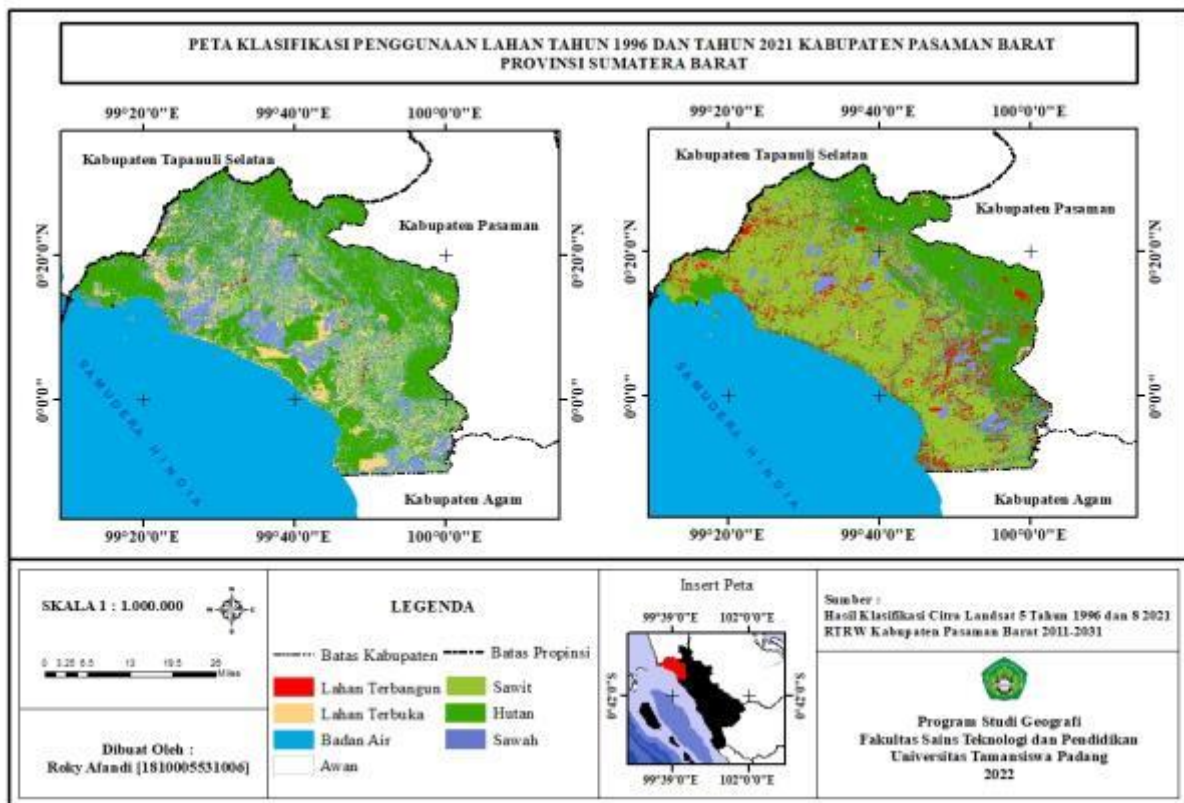
Pada tahun 1996 jumlah luasan hutan berjumlah 163.354,00 ha, di tahun 2021 menjadi 115.957,60 ha. Ini menunjukkan hutan mengalami penurunan seluas 47.396,39 ha. Sedangkan luas perkebunan kelapa sawit mengalami peningkatan sebesar 105.115,86 ha. Pada tahun 1996 luas perkebunan kelapa sawit tercatat seluas 87.629,85 ha meningkat menjadi 192.745,70 ha pada tahun 2021. Sawah mengalami penurunan seluas 47.483,18 ha, dari 80.493,03 ha pada tahun 1996 menjadi 33.009,84 ha pada tahun 2021. Lahan terbuka juga mengalami penurunan seluas 43.194,32, dari 43.533,81 ha pada tahun 1996 menjadi 339,48 pada tahun 2021. Sementara lahan terbangun mengalami peningkatan selama dua puluh lima tahun terakhir. Pada tahun 1996 luas lahan terbangun tercatat seluas 1.035,99 ha, meningkat seluas 32.137,57 ha menjadi 33.009,84 pada tahun 2021. Luas perubahan penggunaan lahan tahun 1996-2021 disajikan pada Tabel 1. dan Gambar 1.

Tabel 1. Luas Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 1996-2021

No.	Penggunaan Lahan	Tahun 1996		Tahun 2021		Perubahan	
		Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%
1	Perkebunan Sawit	87.629,85	23,20	192.745,71	51,01	105.115,86	37,8
2	Hutan	163.354,00	43,23	115.957,61	30,70	-47.396,39	17
3	Sawah	80.493,03	21,30	33.009,85	8,73	-47.483,18	17
4	Lahan Terbangun	1.035,99	0,28	33.173,56	8,79	32.137,57	11,6
5	Lahan Terbuka	43.533,81	11,52	339,49	0,08	-43.194,32	15,4
6	Badan air	1.735,38	0,46	435,70	0,11	-1.299,68	0,4
7	Awan	48,69	0,01	2168,83	0,58	2.120,14	0,8
Jumlah		377.830,75	100	377.830,75	100	278.747,14	100

Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Gambar 1. Peta Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 1996 dan Tahun 2021 Kabupaten Pasaman Barat



Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Berdasarkan hasil analisis perubahan penggunaan lahan pada Tabel 1 dan Gambar 1, penggunaan lahan yang mengalami peningkatan luasan yaitu perkebunan kelapa sawit sebesar 27,8 %. Sedangkan penggunaan lahan yang mengalami penurunan signifikan adalah lahan hutan sebesar 43,2%.

2. Jumlah Total Penyerapan Dan Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

2.1. Perhitungan Nilai Biomassa

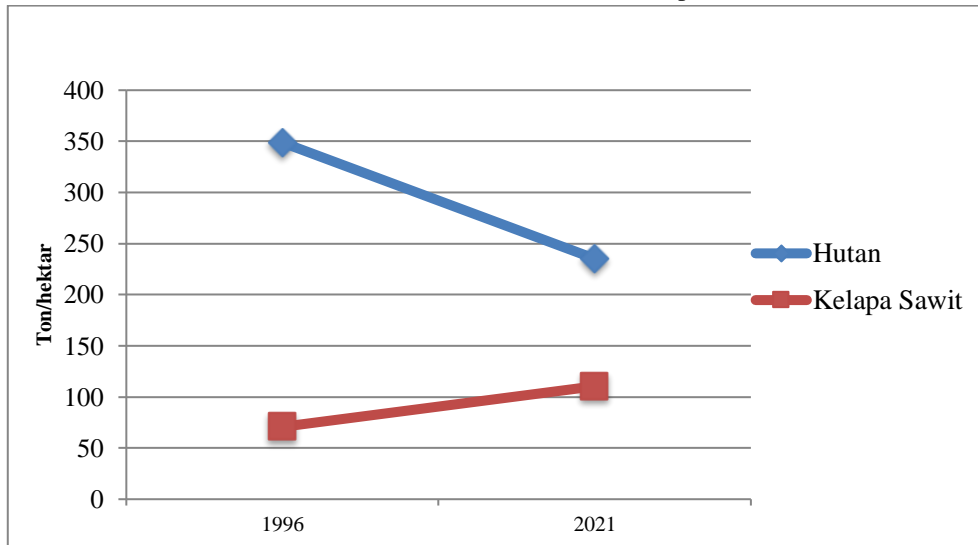
Hasil analisis statistik nilai biomassa di atas permukaan tanah pada penggunaan lahan hutan dan kelapa sawit di Kabupaten Pasaman Barat pada tahun 1996 dan tahun 2021 disajikan pada Tabel 2, Grafik 1, Gambar 2 dan Gambar 3 berikut.

Tabel 2. Nilai Biomassa Hutan dan Kelapa Sawit Tahun 1996 dan Tahun 2021

Penggunaan Lahan	Tahun	Min	Max	Rata-rata (mean)	Ton/ha
Hutan	1996	-6796,44	5550,2	3875,76	348,8
	2021	-2908,67	7148,19	2613,42	235,2
Kelapa Sawit	1996	-1704,05	1177,48	786,68	70,8
	2021	-1350,76	3343,48	1226,79	110,4

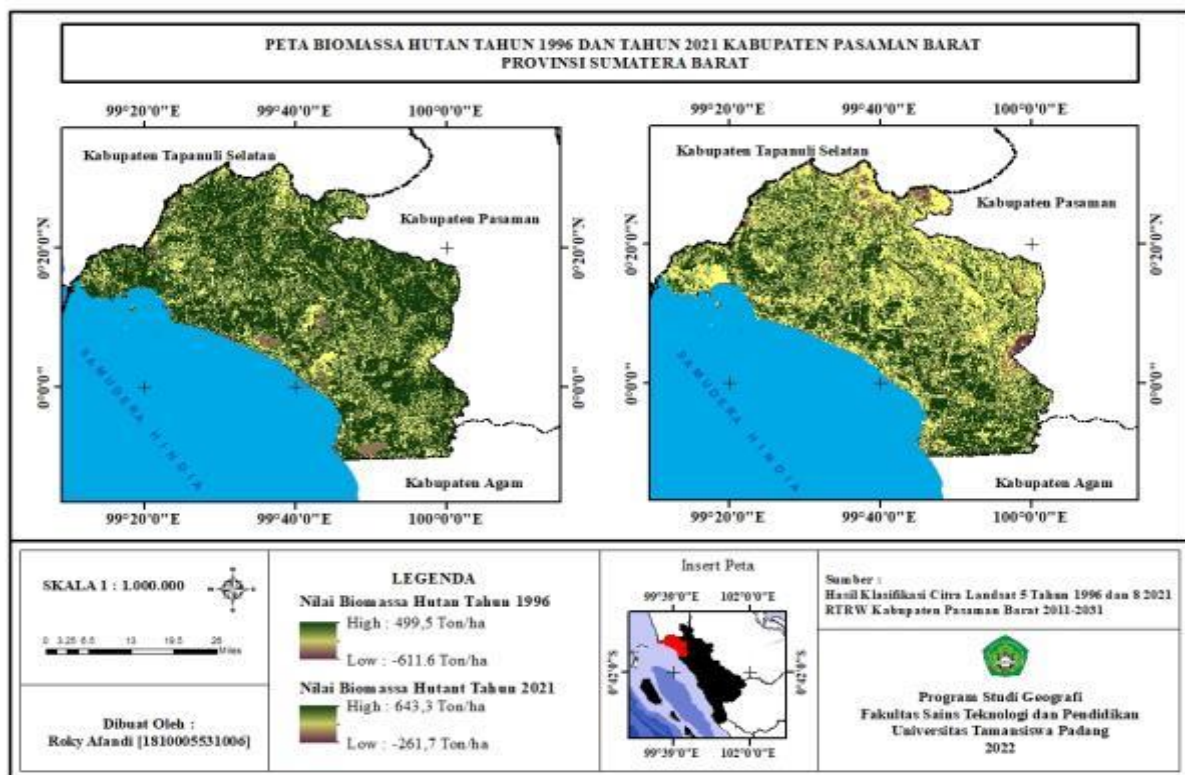
Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Grafik 1. Nilai Biomassa Hutan dan Kelapa Sawit



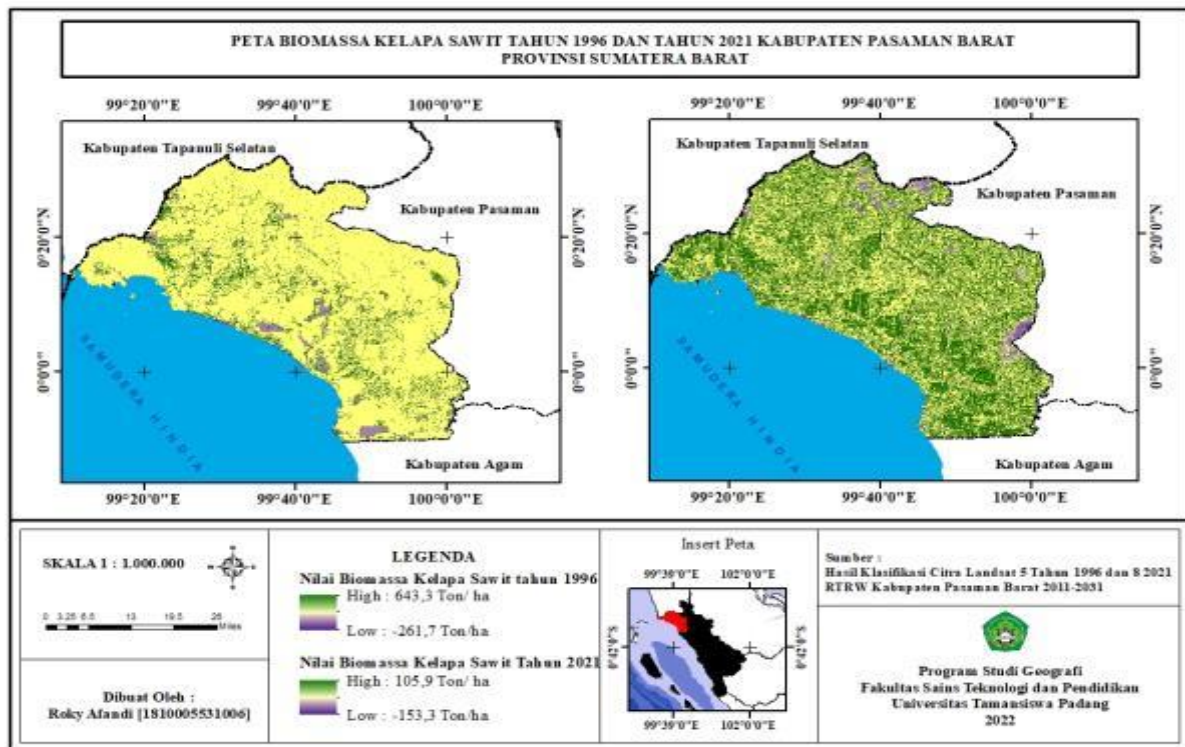
Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Gambar 2. Peta Klasifikasi Penggunaan Lahan Hutan Tahun 1996 dan Tahun 2021 Kabupaten Pasaman Barat



Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Gambar 3. Peta Klasifikasi Penggunaan Lahan Kelapa Sawit Tahun 1996 dan Tahun 2021 Kabupaten Pasaman



Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Berdasarkan hasil analisis nilai biomassa di atas, nilai biomassa yang tersimpan pada lahan hutan tahun 1996 berjumlah 348,81 ton/ha dan pada tahun 2021 berjumlah 235,20 ton/ha. Nilai biomassa yang tersimpan pada lahan hutan ini mengalami penurunan sebesar 113,61 ton/ha. Hasil ini menunjukkan terjadinya penurunan luas hutan dari tahun 1996 sampai 2021 yang juga menyebabkan penurunan biomassa yang tersimpan di dalam hutan. Nilai biomassa hutan ini sejalan dengan penelitian Hanung *et al.*, (2016) terkait nilai biomassa hutan terhadap nilai NDVI, dimana hasil pengolahan menunjukkan nilai biomassa hutan berkisar antara 466,061 ton/ha – 244,122 ton/ha.

Jumlah biomassa pada kelapa sawit tahun 1996 yaitu 70,80 ton/ha dan pada tahun 2021 berjumlah 110,41 ton/ha. Jumlah biomassa yang tersimpan pada lahan kelapa sawit mengalami kenaikan sebesar 39.61 ton/ha. Hasil ini menunjukkan bahwa pada tahun 1996 luas kebun kelapa sawit masih sedikit dan tidak seluas pada lahan kelapa sawit tahun 2021 dan dilihat dari umur kelapa sawit masih berumur 0-5 tahun pada tahun 1996 sedangkan pada tahun 2021 umur kelapa sawit yang paling tua sudah 25 tahun. Nilai biomassa kelapa sawit sejalan dengan penelitian Mariati, (2014) penggunaan *remote sensing* terhadap pendugaan biomassa berdasarkan umur kelapa sawit didapat rata-rata nilai biomassa kelapa sawit sebesar 99,086 ton/ha. Berdasarkan penelitian Mariati (2014), terjadi peningkatan biomassa kelapa sawit setiap peningkatan umurnya, namun pada usia produktif tidak terjadi peningkatan penyerapan secara signifikan bahkan terlihat hampir sama.

2.2. Perhitungan Nilai Stok Karbon

Berdasarkan penelitian Rahayu (2007), perhitungan nilai stok karbon adalah merubah nilai biomassa menjadi nilai karbon dengan menggunakan rumus:

Karbon = 0,47 x Biomassa

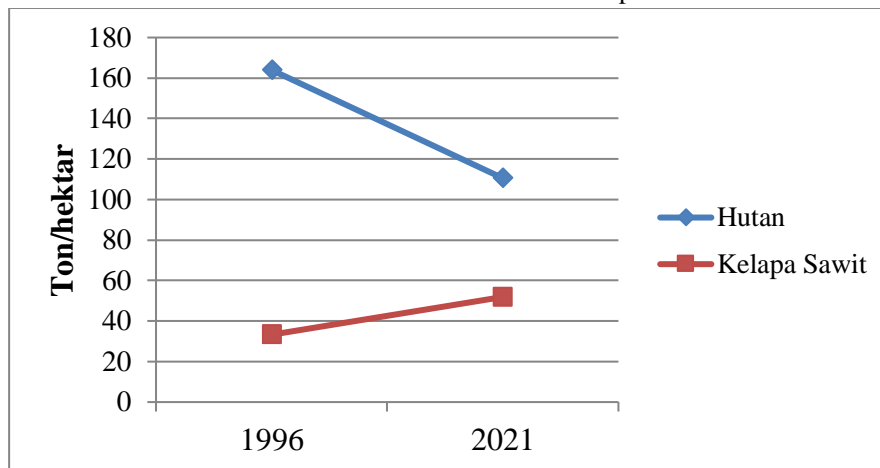
Hasil perhitungan nilai stok karbon disajikan pada Tabel 3, Grafik 2 Gambar 4 dan Gambar 5 berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai Stok Karbon

Penggunaan lahan	Tahun	Nilai biomassa	Perhitungan	Nilai karbon (Ton/ha)
Hutan	1996	348,81	0,47 * 348,81	163,94
	2021	235,20	0,47 * 235,20	110,54
Kelapa Sawit	1996	70,80	0,47 * 70,80	33,27
	2021	110,41	0,47 * 110,41	51,89

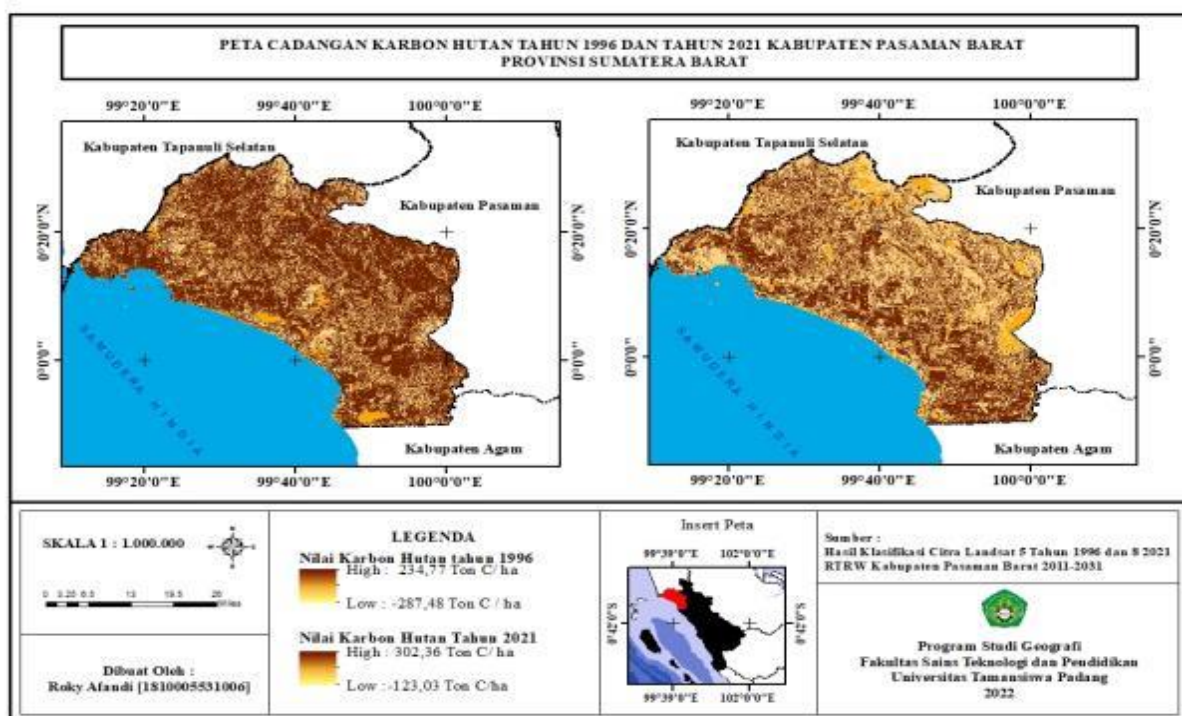
Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Grafik 2. Nilai Karbon Hutan dan Kelapa Sawit



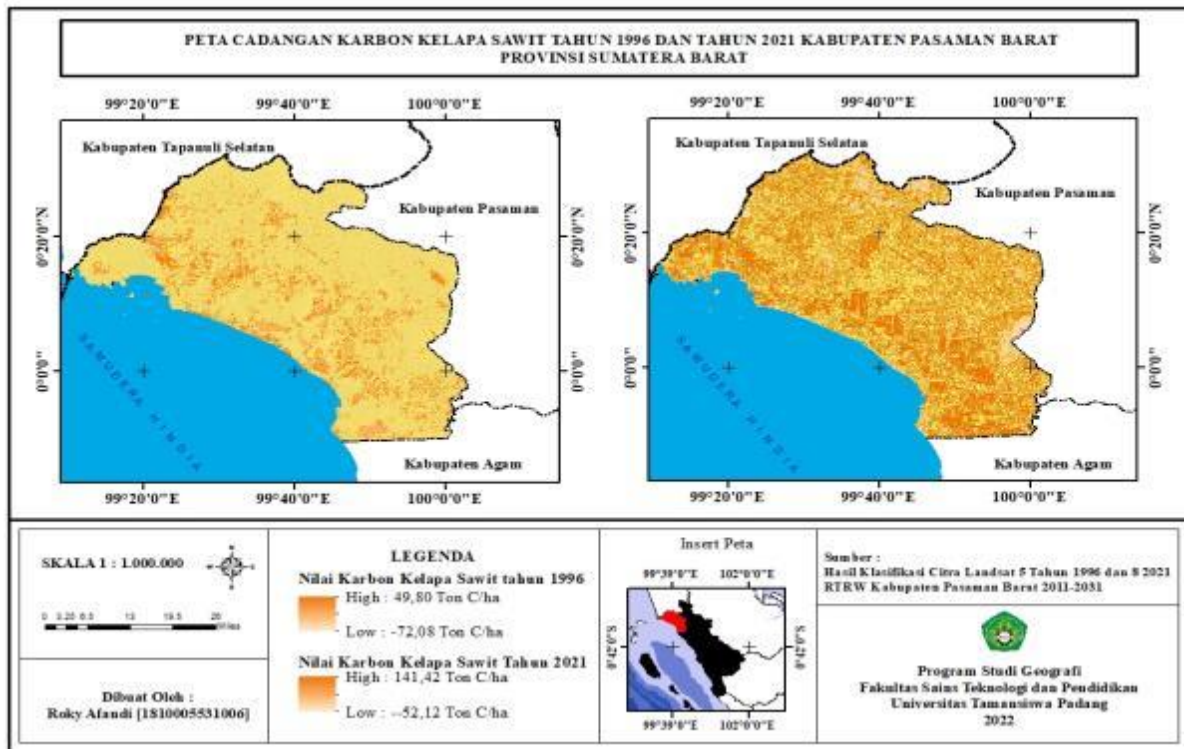
Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Gambar 4. Peta Karbon Hutan Tahun 1996 dan Tahun 2021



Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Gambar 5. Peta Karbon Sawit tahun 1996 dan Tahun 2021



Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat diketahui jumlah karbon hutan tahun 1996 berjumlah 163,94 ton/ha dan ditahun 2021 berjumlah 110,54 ton/ha. Sedangkan jumlah karbon kelapa sawit pada tahun 1996 adalah sebesar 33,27 ton/ha dan pada tahun 2021 sebesar 51,89 ton/ha. Berdasarkan hasil analisis nilai karbon terjadi penurunan cadangan karbon hutan sebesar 53,4 ton/ha dan peningkatan nilai karbon pada lahan kelapa sawit sebesar 18,62 ton/ha. Nilai karbon merupakan 0,47 dari nilai biomassa.

Penurunan nilai karbon pada hutan mengindikasikan adanya penurunan luas area hutan akibat terjadinya alih fungsi lahan hutan yang menyebabkan cadangan karbon tersimpan pada lahan hutan menurun. Sebaliknya, terjadi peningkatan cadangan karbon pada lahan kelapa sawit yang disebabkan karena luas lahan dan umur kelapa sawit yang bertambah dan menyebabkan cadangan karbon yang tersimpan pada lahan kelapa sawit mengalami peningkatan.

Sejalan dengan penelitian Misrah (2014), pendugaan simpanan karbon hutan menggunakan citra landsat 8 dengan metode NDVI, nilai simpanan karbon hutan rapat 178,74 ton/ha hutan sedang 103,97 ton/ha, dan hutan jarang 29,21 ton/ha. Sedangkan nilai stok karbon pada kelapa sawit sejalan dengan penelitian Rachdian & Yudi Setiawan (2018), pendugaan cadangan karbon pada citra Landsat 8 menggunakan NDVI berdasarkan umur kelapa sawit diperoleh nilai cadangan karbon kelapa sawit dengan rata-rata 31.795 ton/ha.

2.3. Perhitungan Nilai Penyerapan dan Emisi Karbondioksida (CO₂)

Berdasarkan penelitian Manuri dalam Munir (2017), perhitungan nilai penyerapan karbondioksida adalah merubah nilai karbon menjadi nilai karbondioksida dengan menggunakan rumus:

Karbon dioksida = $44/12 \times \text{Karbon}$

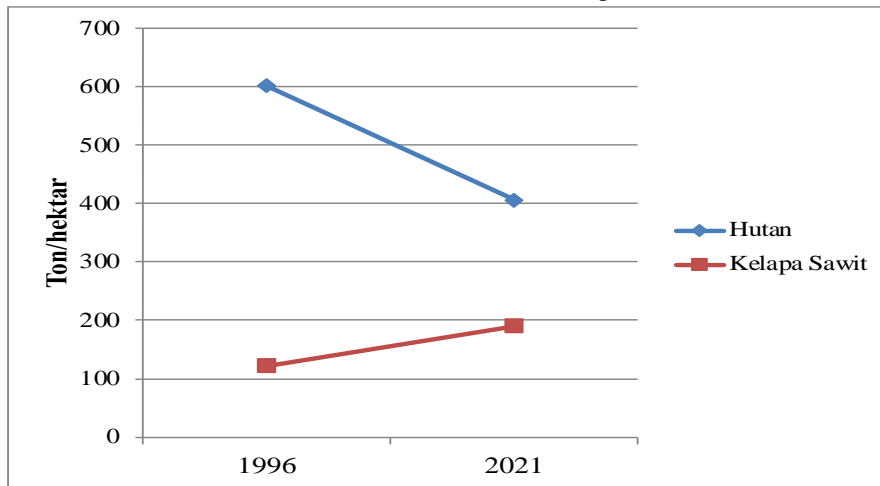
Hasil perhitungan nilai stok karbon yang disajikan pada Tabel 4, Grafik 3, Gambar 6 dan Gambar 7 berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai Karbon dioksida

Penggunaan lahan	Tahun	Nilai Karbon	Perhitungan	Nilai CO ₂ (Ton/ha)
Hutan	1996	163,94	$3,67 \times 163,94$	601,65
	2021	110,54	$3,67 \times 110,54$	405,68
Kelapa Sawit	1996	33,27	$3,67 \times 33,27$	122,10
	2021	51,89	$3,67 \times 51,89$	190,43

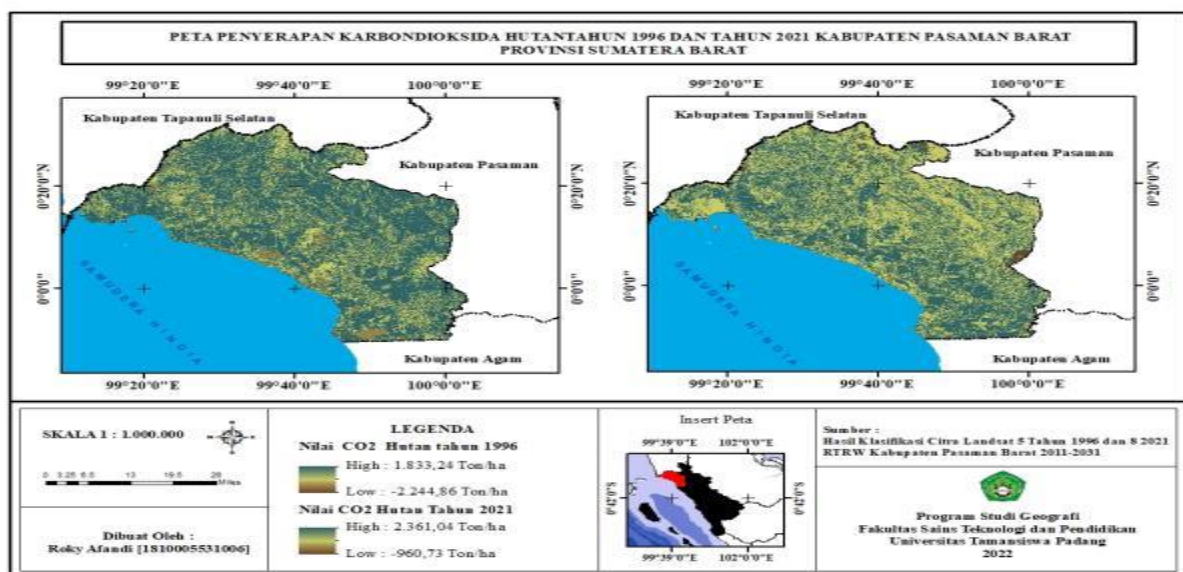
Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Grafik 3. Nilai CO₂ Hutan dan Kelapa Sawit



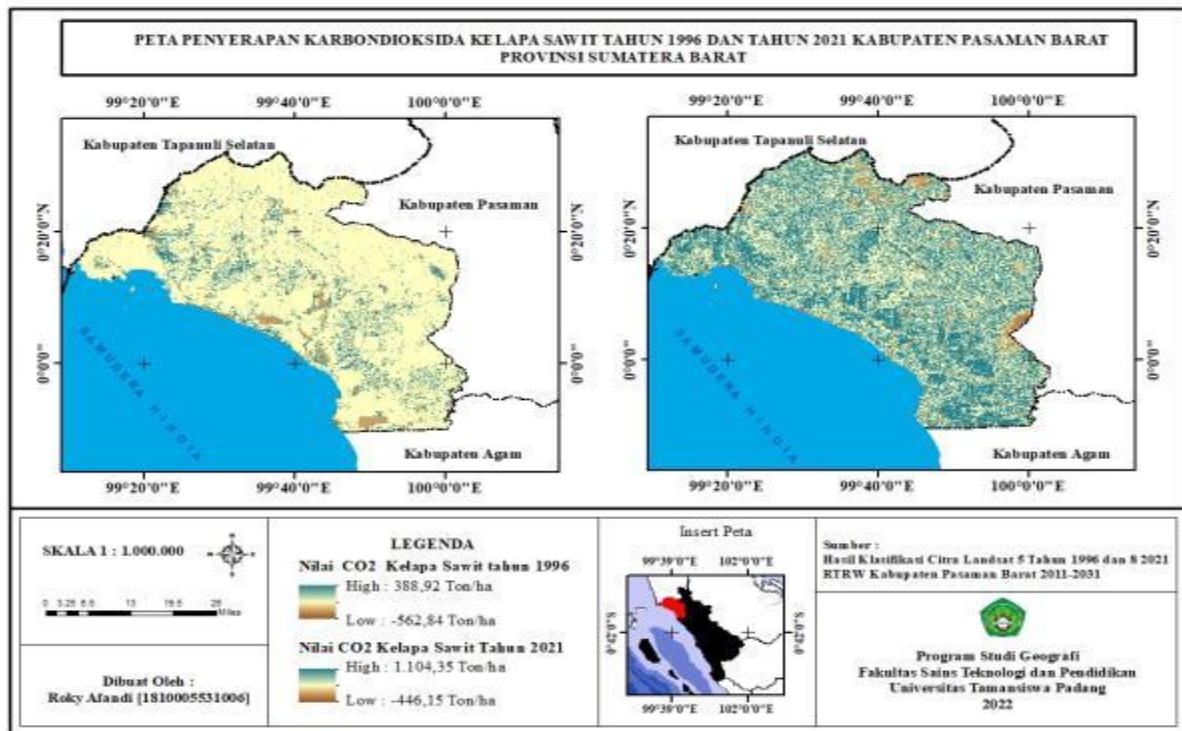
Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Gambar 6. Peta Penyerapan CO₂ Hutan tahun 1996 dan Tahun 2021



Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Gambar 7. Peta Penyerapan CO₂ Kelapa Sawit Tahun 1996 dan Tahun 2021



Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat diketahui jumlah nilai karbondioksida hutan tahun 1996 berjumlah 601,65 ton/ha dan nilai karbondioksida tahun 2021 berjumlah 405,68 ton/ha. Sedangkan jumlah karbon kelapa sawit pada tahun 1996 adalah 122.10 ton/ha dan pada tahun 2021 berjumlah 190.43 ton/ha.

Perhitungan nilai penyerapan karbondioksida dari perubahan penggunaan lahan adalah menghitung nilai CO₂ yang dikalikan dengan luas lahan seperti persamaan berikut.

$$CO_{2-eq} = \text{nilai } CO_2 \times \text{luas lahan}$$

Hasil nilai kemampuan serapan CO₂ pada lahan hutan dan lahan kelapa sawit disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Nilai Penyerapan Karbondioksida Hutan dan Kelapa Sawit

Penggunaan lahan	Tahun	Nilai CO ₂ (Ton/ha)	Luas lahan (ha)	Nilai CO ₂ -eq (Ton/ha)	%
Hutan	1996	601,6	163.354	98.281.934,1	51%
	2021	405,6	115.957,6	47.041.683,2	24%
Kelapa Sawit	1996	122,1	87.629,8	10.699.604,7	6%
	2021	190,4	192.745,7	36.704.565,6	19%

Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai karbondioksida yang dapat diserap oleh hutan pada tahun 1996 berjumlah 98.281.934,1 ton/ha atau sebesar 51%. Karbondioksida yang dapat diserap oleh hutan pada tahun 2021 berjumlah 47.041.683,2 ton/ha atau sebesar 24 %. Sementara nilai

karbondioksida yang dapat diserap oleh kelapa sawit pada tahun 1996 berjumlah 10.699.604,4 ton/ha (6%) dan pada tahun 2021 berjumlah 36.704.565.6 ton/ha (19%).

Perhitungan nilai Rosotan Karbondioksida adalah dengan menghitung nilai emisi karbondioksida dari luas perubahan penggunaan lahan hutan dan perkebunan kelapa sawit yang terjadi pada tahun 1996 sampai dengan tahun 2021. Persamaan yang digunakan menurut Tosiani (2015) sebagai berikut.

$$\text{Rosotan CO}_2 = \frac{\Delta\text{CO}_2\text{-eq (CO}_2\text{ 2021 - CO}_2\text{ 1996)}}{\Delta T \text{ (Tahun 2021 - Tahun 1996)}}$$

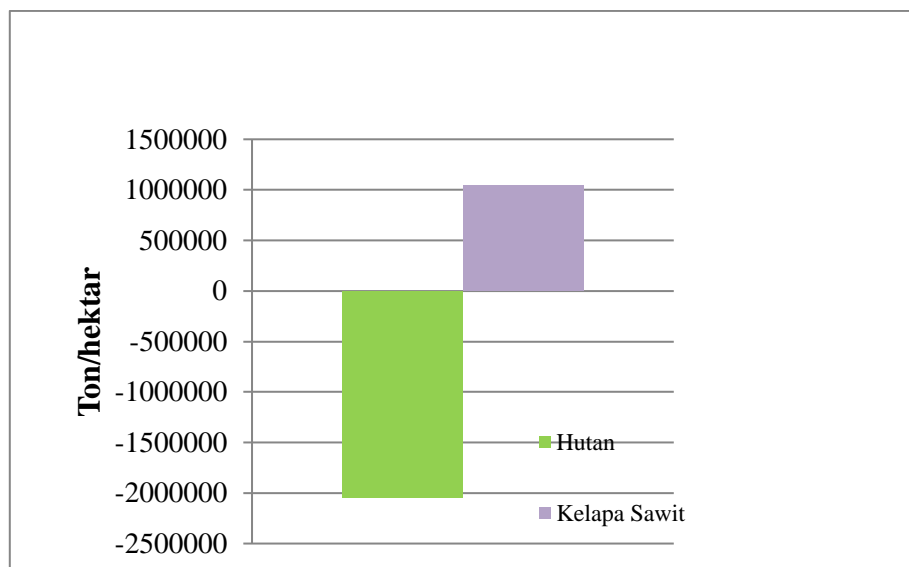
Hasil nilai emisi karbondioksida pada lahan hutan dan kelapa sawit disajikan pada Tabel 6 dan Grafik 4 berikut.

Tabel 6. Nilai Emisi Karbondioksida Hutan dan Kelapa Sawit

Penggunaan lahan	Tahun	Nilai CO ₂ -eq (ton/ha)	Jumlah rosotan (ton/ha/tahun)
Hutan	1996	98.281.934,1	-2.049.610.04
	2021	47.041.683,2	
Kelapa Sawit	1996	10.699.604,7	1.040.198.44
	2021	36.704.565.6	
Emisi Total			-1.009.411,6

Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Grafik 4. Nilai Emisi Karbondioksida



Sumber: Analisis Data Peneliti, 2022

Berdasarkan data diatas diketahui bahwa pada penggunaan lahan hutan mengalami emisi karbondiokasida, sedangkan pada penggunaan lahan kelapa sawit mengalami *sekuestrasi*. Jumlah emisi karbondioksida dari perubahan penggunaan lahan hutan sebesar 2.049.610.04 ton/ha/tahun, dan jumlah *sekuestrasi* karbondioksida dari perubahan penggunaan lahan kelapa sawit sebesar 1.040.198.44 ton/ha/tahun. Terjadinya *sekuestrasi* karbondioksida pada lahan kelapa sawit disebabkan karena adanya penambahan luas lahan kelapa sawit dan dan besarnya nilai serapan CO₂. Emisi total dari perubahan penggunaan lahan hutan dan kelapa sawit di

Kabupaten Pasaman Barat berjumlah 1.009.411,6 ton/ha/tahun. Hal ini sejalan dengan penelitian Mariati (2018) yang menganalisis rosotan penyerapan CO₂ kawasan hutan, menyatakan emisi karbon yang dihasilkan senilai 2.031.263 ton/ha/tahun.

Hasil penelitian Rahayu (2007) juga menemukan bahwa hutan alami merupakan penyerap karbondioksida (CO₂) dan penyimpan cadangan karbon (C) tertinggi jika dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya. Penelitian Munir (2017) menunjukkan bahwa nilai akhir sekuestrasi (penyerapan) karbon dipengaruhi oleh cadangan karbon daratan. Nilai cadangan karbon akan berbanding lurus dengan nilai biomassa. Sedangkan biomassa berbanding oleh besar-kecilnya diameter tanaman yang ada pada sebuah habitat. Semakin besar diameter tanaman, maka semakin besar pula nilai biomassa, stok karbon, dan sekuestrasi karbonnya, serta berlaku sebaliknya.

Secara alami melalui proses fotosintesis, tumbuhan diberi kemampuan untuk memfiksasi CO₂ di atmosfer dan merubahnya menjadi bentuk energi, yang bermanfaat bagi kehidupan. Sebagian besar dari energi ini disimpan dalam tumbuhan atau tanaman dalam bentuk biomassa. Semakin besar CO₂ yang dapat diserap maka semakin besar pula biomassa dalam tumbuhan tersebut (Junaedi, 2008; Munir, 2017).

Kebutuhan luas optimum hutan yang mampu menyerap emisi CO₂ di Kabupaten Pasaman Barat berdasarkan Undang-Undang No. 26 Tahun 2007, tentang Penataan Ruang, luas ruang terbuka hijau adalah 30% dari luas wilayah administrasi kabupaten/kotanya. Secara administrasi luas wilayah Kabupaten Pasaman Barat 3.887.77 km² atau 388.777 ha, maka luas hutan kota yang dibutuhkan adalah 116.633,1 ha. Berdasarkan penelitian Mulyadin & Gusti (2013), untuk mengetahui kebutuhan luas optimum hutan berdasarkan penyerapan emisi CO₂ dapat dihitung pada tabel dibawah di bawah ini.

Tabel 7. Kebutuhan Luas Optimu, Hutan

Total emisi lahan hutan (Ton/ha/tahun)	Kemampuan lahan dalam menyerap CO ₂ (Ton/ha)	Kebutuhan luas lahan berdasarkan emisi CO ₂ (ha)	Luas hutan tahun 2021 (ha)	Selisih (ha)	Standar luas RTH (ha)
2.049.610,04	405,6	5.052,2	115.957,6	110.905,3	116.633,1

Sumber: Mulyadin, 2013

Berdasarkan Tabel 7 di atas luas hutan yang ada pada tahun 2021 dikurangi kebutuhan luas lahan untuk menyerap emisi CO₂ adalah 110.905,33 ha. Sedangkan, berdasarkan standar ruang terbuka hijau (RTH), kebutuhan RTH di Kabupaten Pasaman Barat adalah 116.633,1 ha. Hal ini menunjukkan bahwa luas hutan di Kabupaten Pasaman Barat masih di kategorikan ideal dan masih mampu dalam menyerap CO₂ dan masih tersisa lahan untuk dapat menyerap emisi CO₂ 5.727,77 ha. Berdasarkan jumlah ini belum diperlukan penambahan ruang terbuka hijau, namun di perlukan perhatian agar jumlahnya tidak berkurang disebabkan lahan yang masih tersisa sudah sedikit.

Kasimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil bahwa terjadi perubahan penggunaan lahan hutan dan kelapa sawit yang signifikan. Luas hutan terjadi penurunan sebesar 12,54%, sedangkan luas perkebunan kelapa sawit mengalami peningkatan sebesar 27,8%. Berdasarkan analisa penyerapan serta emisi karbondioksida menggunakan algoritma kerapatan vegetasi NDVI

(*Normalized Difference Vegetation Index*) pada tahun 1996 sampai tahun 2021, emisi total dari perubahan penggunaan lahan hutan dan kelapa sawit sebesar 1.009.411,6 ton/ha/tahun.

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka direkomendasikan kepada Pemerintah Kabupaten Pasaman Barat dan stakeholders terkait untuk hal-hal sebagai berikut:

1. Membuat kebijakan untuk mencegah alih fungsi lahan hutan menjadi lahan perkebunan kelapa sawit.
2. Melakukan sosialisasi peningkatan pengetahuan dan wawasan masyarakat tentang pentingnya kawasan hutan bagi keberlangsungan kehidupan sehingga diharapkan dapat mengurangi degradasi dan deforestasi wilayah hutan agar tidak menimbulkan bencana klimatologis.
3. Memperhatikan perubahan penggunaan lahan yang terjadi di Kabupaten Pasaman Barat, melakukan pengelolaan kawasan hutan sebagai penyimpan cadangan karbon dan penyerapan emisi CO₂ terbesar, serta memberhentikan alih fungsi lahan bervegetasi menjadi perkebunan kelapa sawit.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan dalam penelitian dan penulisan artikel ini.

Referensi

- Agus, F., Henson, I. E., Sahardjo, B. H., Harris, N., Noordwijk, V., & Killeen, T. J. (2013). Review Of Emission Factors For Assessment Of Co 2 Emission From Land Use Change To Oil Palm In Southeast Asia. *Roundtable on Sustainable Palm Oil*, 7–28.
- Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat. (2016). *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2016 Pemerintah Provinsi Sumatera Barat*.
- Hanung, N. S., Prasetyo, Y., & Suprayogi, A. (2016). Estimasi Nilai Dan Korelasi Biomassa Terhadap Nilai Ndzi Berbasis Metode Polarimetrik Sar Pada Citra Quad-Pol Alos Palsar Tahun 2007. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 364–373.
- IPCC. (2006). Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories. In *IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Japan: IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- IPCC. (2007). Impact, Adaptation And Vulnerability, Contribution Of Working Grup II To The Fourth Assesment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change. In *Cambridge University Press*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). *Laporan Inventarisasi GRK Dan Monitoring Pelaporan Verifikasi*.
- Long, H., Liu, Y., Hou, X., Li, T., & Li, Y. (2014). Effects of land use transitions due to rapid urbanization on ecosystem services: Implications for urban planning in the new developing area of China. *Habitat International*, 44, 536–544. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.10.011>
- Mariati, H. (2014). Integrasi Remote Sensing Dan Pemodelan Fisisologi Untuk Pendugaan Npp (Net Primary Production) Pada Pertanaman Kelapa Sawit. *Thesis*.
- Mariati, H. (2018). Analisis Rosotan Penyerapan CO₂ Kawasan Hutan Di Kabupaten Lima

- Puluh Kota. *Jurnal Azimut*, 1(I), 46–51.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.73/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2017 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. 1–250.
- Misrah, S. (2014). Penggunaan Citra Landsat 8 Untuk Pendugaan Volume Dan Simpanan Karbon Hutan : Studi Kasus KPHP Dampelas Tinombo Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Penelitian. Universitas Gadjah Mada*.
- Mulyadin, R. M., & Gusti, R. E. P. (2013). Analisis Kebutuhan Luasan Area Hijau Berdasarkan Daya Serap Codi Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 10(4), 264–273.
- Munir, M. (2017a). *Estimasi Biomassa, Stok Karbon, dan Sekuestrasi Karbon dari Berbagai Tipe Habitat Terrestrial di Gresik, Jawa Timur Secara Non-Destructive dengan Persamaan Allometrik*.
- Munir, M. (2017b). Sekuestrasi Karbon Dari Berbagai Tipe Habitat Terrestrial Di Gresik , Jawa Timur Secara Non-Destructive. *Tugas Akhir*, hal. 29.
- Rachdian, A., & Yudi Setiawan, D. (2018). Estimasi Cadangan Karbon Kelapa Sawit di Lanskap Sembilang Dangku, Sumatera Selatan. *Media Konservasi*, 23(2), 153–161.
- Rahayu, S. (2007). Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. *Bogor: World Agroforestry Centre*.
- Rahmat, M. (2010). Alokasi Pendapatan Dari Jasa Pengurangan Emisi Melalui Pencegahan Deforestasi: Sebuah Tinjauan Alokasi Benefit Dan Kerangka Hukum Fiskal (Allocation of Benefit From Emission Reduction Service Through Deforestation Avoided: an Overview of Benefit). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 17(2), 98–102.
- Rochmayanto, Y., Darusman, D., & Rusolono, T. (2010). Perubahan kandungan karbon dan nilai ekonominya pada konversi hutan rawa gambut menjadi hutan tanaman industri pulp. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(2), 93–106.
- Setiawan, G., & Syaufina, L. (2016). Pendugaan Hilangnya Cadangan Karbon dari Perubahan Penggunaan Lahan di Kabupaten Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 7(2), 79–85.
- Wahyuni, S. (2016). Estimasi Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah di Hutan Bukit Tangah Pulau Area Produksi PT.Kencana Sawit Indonesia (KSI) Solok Selatan. *Jurnal Pendidikan Biologi Bio- Lectura.*, 3(1), 48–62.