

PENDUGAAN CADANGAN KARBON TEGAKAN HUTAN TANAMAN DI TAMAN HUTAN HUJAN TROPIS (TH2TI) KOTA BANJARBARU

*Estimation of Carbon Reserves of Plantation Forest Stands in the Tropical
Rainforest Park Banjarbaru City*

Aditya Dwi Pangestu, Mufidah, Rina Kanti

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *Climate change has become one of the biggest global challenges facing humanity in the 21st century. The main cause of climate change is the increase in greenhouse gas emissions, such as carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), and nitric oxide (N₂O), which are significantly causing global warming. This research aims to; (1) Determine the form of carbon estimation modeling based on the NDVI value from Landsat Image 9, (2) Estimate carbon reserves in plantation forest stands. This research was conducted in the Banjarbaru Tropical Rainforest Park (TH2TI), South Kalimantan Province. This study is a type of quantitative research that combines two methods, namely greenery index and field measurement, using remote sensing data from landsat 9 imagery and field observation. The sampling technique was carried out by purposive sampling, with reference to the vegetation index classification map to represent the level of vegetation density through NDVI analysis. The results of this study are (1) carbon reserves of Tropical Rainforest Parks based on the NDVI value from the Landsat 9 imagery, obtained a coefficient value of 10533x and a constant value of 2381.2 and a determination coefficient (R²) value of 0.8492 which means that the NDVI value (variable X) affects the carbon value and the error rate of the measurement of carbon sequestration potential with an RMSE accuracy test of 304.20 or 0.33%, (2) the estimated value of carbon stocks in forest stands in TH2TI Banjarbaru with an area of 87.12 ha as a whole of 1008.16 tons. This indicates that the TH2TI Banjarbaru area has the potential to store significant carbon, which has a positive impact on climate change mitigation and environmental conservation efforts.*

Keywords: NDVI; Remote sensing; Landsat 9; Carbon; Biomass

ABSTRAK. Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan global terbesar yang dihadapi manusia pada abad ke-21. Penyebab utama perubahan iklim adalah peningkatan emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrat oksida (N₂O), yang secara signifikan menyebabkan pemanasan global. Penelitian ini bertujuan untuk; (1) Menentukan bentuk permodelan estimasi karbon berdasarkan nilai NDVI dari Citra Landsat 9, (2) Menduga Cadangan karbon pada tegakan hutan tanaman. Penelitian ini dilakukan di Taman Hutan Hujan Tropis (TH2TI) Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif yang menggabungkan dua metode, yaitu indeks kehijauan dan pengukuran lapangan, dengan menggunakan data penginderaan jauh citra landsat 9 dan observasi lapangan. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, dengan mengacu pada peta klasifikasi indeks vegetasi untuk mewakili tingkat kerapatan vegetasi melalui analisis NDVI. Hasil dari penelitian ini adalah (1) cadangan karbon Taman Hutan Hujan Tropis berdasarkan nilai NDVI dari citra Landsat 9, didapatkan nilai koefisien 10533x dan nilai konstanta 2381,2 dan nilai koefisien Determinasi (R²) 0,8492 yang mengartikan bahwa nilai NDVI (variable X) berpengaruh terhadap nilai karbon dan tingkat error dari pengukuran potensi serapan karbon dengan uji akurasi RMSE sebesar 304,20 atau 0,33 %, (2) dugaan nilai cadangan karbon pada tegakan hutan di TH2TI Banjarbaru dengan luas 87,12 ha secara keseluruhan sebesar 1008,16 ton. Hal ini mengindikasikan bahwa kawasan TH2TI Banjarbaru memiliki potensi untuk menyimpan karbon yang signifikan, yang memiliki dampak positif dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian lingkungan.

Kata Kunci: NDVI; Penginderaan jauh; Landsat 9; Karbon; Biomassa

Penulis untuk korespondensi, surel: mufie_ikhsan@yahoo.com

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan global terbesar yang dihadapi manusia pada abad ke-21. Penyebab utama perubahan iklim adalah peningkatan emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrat oksida (N₂O), yang secara signifikan menyebabkan pemanasan global. Emisi gas rumah kaca ini terutama berasal dari aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan. Dampaknya meliputi kenaikan suhu global, perubahan pola cuaca yang ekstrem, dan peningkatan tingkat air laut, yang semuanya dapat mengancam lingkungan alam, mata pencaharian manusia, dan kesejahteraan ekosistem. (IPCC., 2023).

Upaya yang dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengatasi perubahan iklim semakin mengarah pada pentingnya pembangunan ruang terbuka hijau (RTH). RTH meliputi taman, hutan kota, taman bermain, serta area hijau perkotaan lainnya. Ruang terbuka hijau memiliki potensi besar untuk mengurangi emisi karbon melalui berbagai mekanisme, seperti penyerapan karbon dan penyimpanan karbon dalam tanaman dan tanahnya. Selain itu, RTH juga memberikan manfaat penting dalam mitigasi perubahan iklim, seperti mengurangi efek pulau panas perkotaan, meningkatkan kualitas udara, dan memperkaya keanekaragaman hayati kota. Ketersediaan RTH di perkotaan sangat penting untuk menghadapi dampak pemanasan global yang menjadi isu kritis saat ini, terutama dalam mengurangi kadar gas CO₂ hasil pembakaran bahan bakar fosil dari kendaraan bermotor dan asap pabrik (Setiawan dan Hermana, 2013).

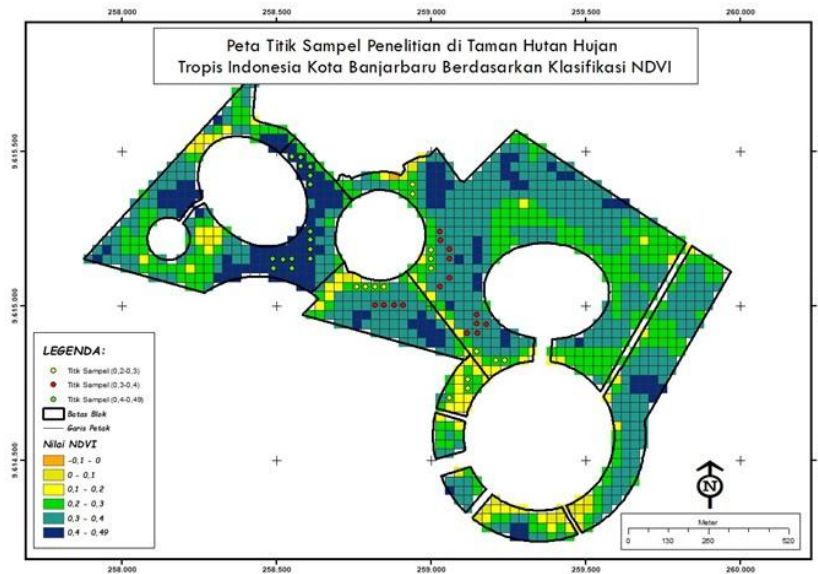
Ruang terbuka hijau (RTH) berfungsi sebagai penyerap emisi gas rumah kaca dengan menyerap karbon dioksida melalui proses fotosintesis tanaman. Tanaman di RTH dapat menyerap CO₂ dari udara dan menyimpannya dalam bentuk biomassa.

Selain itu, tanah dalam RTH juga dapat berperan sebagai penyimpanan karbon, terutama jika dikelola dengan baik. Ketika RTH dimanfaatkan sebagai penyerap emisi dan tempat penyimpanan karbon, mereka dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca di lingkungan perkotaan. Penelitian ini berlokasi di Taman Hutan Hujan Tropis Indonesia (TH2TI) di kawasan seputaran pusat Perkantoran Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan, Kota Banjarbaru (Daud Irundu, 2020)

TH2TI yang terbagi menjadi 4 blok kawasan dengan luas sekitar 90 ha memiliki berbagai jenis spesies tanaman. Kawasan TH2TI didominasi oleh tanaman spesies yang tumbuh cepat, seperti mahoni, trembesi, jabon, dan sengon. Beragam jenis tanaman buah langka juga dibudidayakan, termasuk pohon kayu manis hingga aneka pohon dari berbagai daerah di Nusantara seperti Ulin, Ramin dan Merbau. Kajian tentang potensi karbon telah banyak dilakukan, di antaranya potensi karbon di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan (Fadhli et al., 2021). Selain itu, juga ada Cadangan Karbon pada Taman Hutan Hujan Tropis Indonesia (TH2TI) Kalimantan Selatan (Rezekiah, A. et al., 2024), yang mana pada penelitian ini dengan luas wilayah sekitar 90 Ha menghasilkan total biomassa yang terdapat di TH2TI sebesar 783,658 ton dan total cadangan karbon pada TH2TI sebesar 368,312 ton.

METODE PENELITIAN

Lokasi di Taman Hutan Hujan Tropis (TH2TI) Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan, dimulai dari Desember 2023 - Maret 2024. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian meliputi meteran, pita ukur, hagameter, GPS, avenza maps, patok, tali rafia, alat tulis menulis, tally sheet, laptop, Arcmap 10.8, ms.excel 2021, citra *landsat* 9, data inventarisasi tegakan, sampel biomassa tumbuhan bawah dan seresah.



Gambar 1. Peta Lokasi Titik Sampel

Metode penelitian meliputi pengolahan data pra-lapangan (koreksi citra, pemotongan citra, analisis NDVI), pengumpulan data (observasi lapangan dan citra landsat-9) dan analisis data.

Pengolahan analisis NDVI digunakan dengan rumus sebagai berikut Pengolahan analisis NDVI digunakan dengan rumus:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Keterangan:

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index*

NIR : *Near Infrared/ Inframerah dekat (band 8)*

RED : *Sinar Merah (band 4)*

Kelas tipe penutupan lahan yang digunakan berdasarkan peta *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menggunakan citra landsat-9, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelas Tutupan Lahan Berdasarkan Nilai NDVI

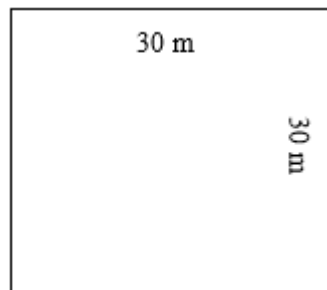
Nilai NDVI	Kelas NDVI	Tingkat Kehijuan
-0,9 – 0,00	1	Awan, Air
0,00 – 0,10	2	Area Terbuka, Tambang
0,10 – 0,20	3	Padang Rumput
0,20 – 0,30	4	Semak Belukar
0,30 – 0,40	5	Semak, Perkebunan Muda
0,40 – 0,50	6	Perkebunan Tua, Hutan Sekunder Muda
0,50 – 0,60	7	Hutan Sekunder Sedang
0,60 – 0,70	8	Hutan Sekunder Tua

Sumber: Jauhari *et.al.* (2015)

Pengambilan data lapangan menggunakan metode *purposive sampling*, lalu penentuan lokasi titik sampel penelitian dilakukan secara spesifik pada setiap kelas NDVI tutupan lahan dan mempertimbangkan kemudahan lokasi untuk di akses dan lahan yang relatif datar untuk memudahkan pembuatan plot.

Penentuan untuk pengambilan sampel dilakukan dengan membuat titik lokasi pada

peta sebagai dasar acuan pada saat ke lokasi penelitian. Pembuatan plot dilakukan dengan bentuk persegi yang memiliki plot utama berukuran 30 m x 30 m. Luas area penelitian dalam hal ini merupakan luasan per kelas yang telah terklasifikasi berdasarkan nilai algoritma NDVI.



Gambar 2. Bentuk Plot

Data potensi tegakan yang diambil meliputi diameter (DBH) dan selanjutnya berdasarkan nilai keliling tersebut akan diperoleh diameternya:

$$D = \frac{K}{\pi}$$

Keterangan:

D : Diameter (m)

K : Keliling (m)

π : Konstanta (3,14)

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan setelah diameter tegakan didapatkan, kemudian untuk nilai pendugaan biomassa didapat dengan memasukkan diameter pada persamaan alometrik biomassa. Apabila ada jenis pohon yang tidak mempunyai nilai kerapatan kayu bisa menggunakan nilai kerapatan kayu secara umum untuk hutan yaitu 0,68 gr/cm³ untuk hutan (Rahayu *et al.*, 2007).

Tabel 2. Allometrik Perhitungan Biomassa Pohon

No.	Jenis Vegetasi	Model Alometrik	Referensi
1.	Sengon laut (<i>Paraserianthes falcataria</i>)	$W = 0.148 D^{2,299}$	Haruni <i>et al.</i> (2012)
2.	Jabon (<i>Anthocephalus chinensis</i>)	$W = 0.014 D^{2,958}$	Haruni <i>et al.</i> (2012)
3.	Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i>)	$W = 0.048 D^{2,68}$	Haruni <i>et al.</i> (2012)
4.	Pohon bercabang lainnya	$Y = 0,11 p D^{2,62}$	Ketterings <i>et al.</i> (2001)

Keterangan:

W = Y = V = Biomassa (Kg)

D = Diameter (Cm)

p = Berat Jenis

Perhitungan stok karbon menggunakan rumus:

$$Cb = B \times \% C \text{ Organik}$$

Keterangan:

Cb : Kandungan karbon dari biomassa (kg)

B : Total Biomassa (kg)

C Organik : Nilai persentase kandungan karbon sebesar 0,47

Perhitungan cadangan karbon per hektar dihitung menggunakan persamaan sesuai Standar Nasional Indonesia (2011).

$$Cn = \frac{Cx}{1000} \times \frac{1000}{1 \text{ plot}}$$

Keterangan:

Cn : Kandungan karbon per hektar pada masing masing plot (ton/ha)

Cx : Kandungan karbon pada masing masing plot (kg) Lplot : Luas p

Analisis statistik yang digunakan adalah analisis korelasi (r) dan regresi (R²), yang dapat dicari dengan rumus:

$$r = \frac{(n \sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{r}}$$

Keterangan:

r : Koefisien Korelasi

n : Jumlah Plot Sampel

x : Nilai NDVI

y : Nilai Karbon

Menurut Ruslianto dkk. (2019), hubungan nilai NDVI dengan cadangan karbon dilakukan persamaan regresi linear, dengan

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

x : Variabel Bebas

y : Variabel Terikat

a : Konstanta

b : Koefisien Regresi

Uji akurasi juga dilakukan dengan menggunakan metode *Root Mean Square Error (RMSE)*:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - y_i)^2}{n}}$$

Keterangan:

x_i : Biomassa tegakan faktual pada plot yang ke-i

y_i : Biomassa tegakan pada plot yang ke-i hasil estimasi dari model yang dikembangkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Estimasi Potensi Karbon

Tabel 3. Titik Lokasi Pengamatan Berdasarkan Nilai NDVI

No.	Nomor Plot	Koordinat		NDVI	Total Karbon/Pixel (Ton)
		X	Y		
1	1	258941	9615391	0,29	0,199
2	2	258940	9615361	0,29	0,180
3	3	258849	9615061	0,29	0,250
4	4	258790	9615061	0,26	0,292
5	5	258820	9615060	0,29	0,303
6	6	258849	9615060	0,21	0,305
7	7	259148	9614851	0,21	0,313
8	8	259059	9614700	0,22	0,358
9	9	259120	9614730	0,21	0,410
10	10	259119	9614760	0,22	0,327
11	11	259240	9614821	0,27	0,206
12	12	259000	9615180	0,29	0,296
13	13	259000	9615151	0,27	0,309
14	14	259209	9614821	0,29	0,202
15	15	259000	9615119	0,28	0,324
16	16	259059	9615182	0,38	0,939
17	17	259118	9614911	0,39	1,198
18	18	259029	9615211	0,37	1,156
19	19	259060	9615151	0,37	1,227
20	20	259030	9615240	0,36	1,259
21	21	258819	9615002	0,37	1,440
22	22	258848	9615002	0,38	1,521
23	23	259150	9614911	0,39	1,630
24	24	258880	9615000	0,39	1,557
25	25	258911	9615001	0,39	1,611
26	26	259149	9614971	0,36	1,455
27	27	259178	9614940	0,33	1,043
28	28	259149	9614941	0,38	1,366
29	29	259028	9615061	0,34	1,192
30	30	259060	9615088	0,34	1,142
31	31	258580	9615480	0,43	1,851
32	32	258549	9615482	0,48	2,492
33	33	258580	9615451	0,46	2,280
34	34	258610	9615450	0,46	2,946
35	35	258610	9615421	0,49	3,321
36	36	258609	9615391	0,46	3,190
37	37	258609	9615240	0,43	2,639
38	38	258610	9615212	0,42	2,254

No.	Nomor Plot	Koordinat		NDVI	Total Karbon/Pixel (Ton)
		X	Y		
39	39	258610	9615181	0,42	2,604
40	40	258609	9615151	0,42	2,677
41	41	258549	9615120	0,41	1,715
42	42	258549	9615150	0,43	2,068
43	43	258520	9615150	0,44	2,116
44	44	258489	9615150	0,44	2,240
45	45	258489	9615120	0,43	1,924

Wilayah dengan NDVI yang lebih tinggi memiliki potensi biomassa karbon yang lebih besar. Data tersebut menunjukkan adanya hubungan positif antara nilai NDVI dan cadangan karbon. Nilai NDVI meningkat yang menandakan vegetasi yang padat dan cadangan karbon juga cenderung meningkat.

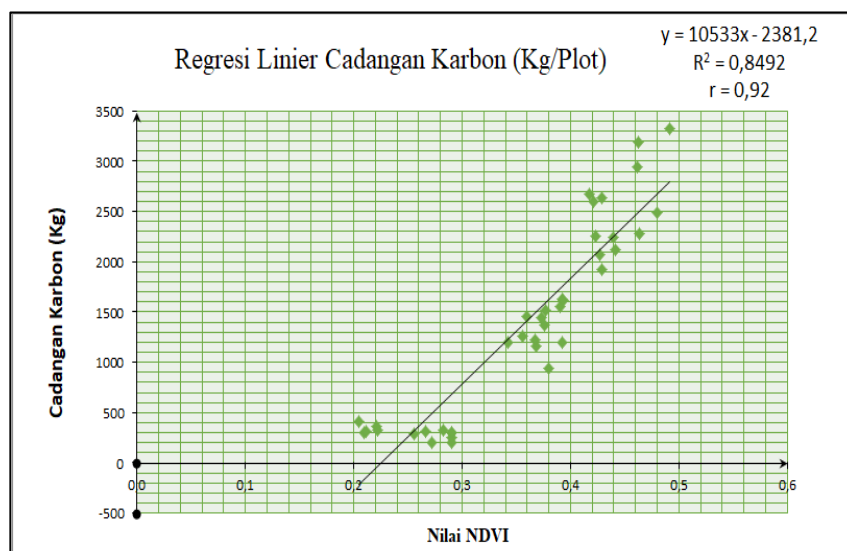
Sebaliknya, nilai NDVI menurun, cadangan karbon cenderung juga lebih rendah. Nilai biomassa tidak hanya tergantung pada kerapatan pohon, tetapi juga dipengaruhi oleh diameter pohon karena semakin besar diameter pohon, semakin besar pula nilai biomasanya (Sribianti *et al.*, 2022).

Tabel 4. Hasil Korelasi Antara Nilai NDVI dengan Cadangan Karbon

Variabel	Model	Persamaan	Koefisien Determinasi (R^2)
Regresi Linier Kelas NDVI dan Potensi Karbon	Linier	$y = 10533x - 2381,2$	0,8492

Nilai faktor koreksi 10533 dengan nilai koefisien NDVI 2381,2 dan nilai koefisien korelasi (R^2) 0,8492. Nilai yang didapat

kemudian diimplementasikan menjadi suatu bentuk permodelan menggunakan grafik regresi linier.



Gambar 3. Grafik Linear Korelasi NDVI Dengan Cadangan Karbon

Hubungan antara indeks vegetasi NDVI dengan Potensi Karbon di ilustrasikan pada

Gambar 6, dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8492 semakin besar nilai R^2

menunjukkan bahwa korelasi antara indeks vegetasi dengan cadangan karbon semakin baik. Hal ini diperkuat menurut pernyataan Yaya *et al.* (2005), menyatakan bahwa nilai korelasi ($r < 0.70$) artinya hubungannya lemah. Sedangkan nilai korelasi ($r > 0.70$) dinyatakan dengan hubungan yang lebih baik, berarti hal ini menunjukkan hubungan yang kuat antara indeks vegetasi NDVI dan cadangan karbon di lapangan.

Hasil dari interval koefisien korelasi dan tingkat hubungan dari data yang disajikan menunjukkan bahwa korelasi antara lapangan dan NDVI sangat baik, menunjukkan tingkat akurasi yang memadai dalam hasil korelasinya. Regresi linier sangat bermanfaat ketika variabel hasil yang diinginkan bersifat kontinu dan terdistribusi secara normal (Brian *et al.* 2016)

Tabel 5. Hasil Pengukuran Nilai RMSE

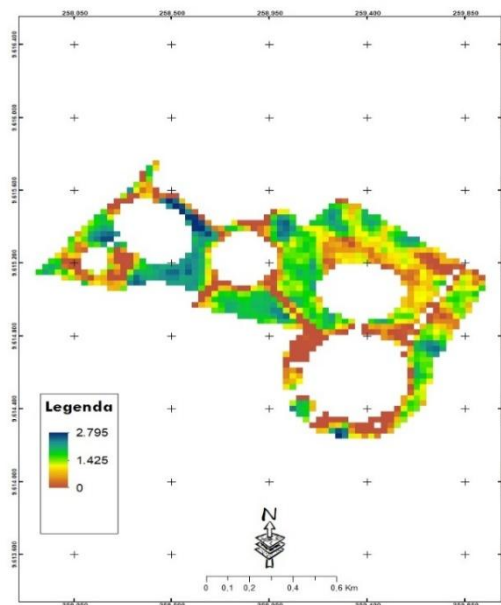
No.	No Plot	NDVI	Nilai Cadangan Karbon (Kg)	Estimasi Cadangan karbon	Selisih Kuadrat
1.	2	0,29	179,65	636,58	208779,86
2.	14	0,29	202,28	673,37	221922,69
3.	27	0,33	1042,70	1142,52	9963,14
4.	30	0,34	1141,64	1241,57	9986,34
5.	31	0,43	1850,87	2095,47	59830,23
6.	41	0,41	1714,62	1926,18	44757,59
				Rara-Rata	92539,97
				RMSE	304,20

Uji akurasi dilakukan menggunakan Root Mean Square Error (RMSE) untuk mengevaluasi ketepatan model regresi yang digunakan dalam estimasi cadangan karbon. Nilai RMSE yang dihasilkan adalah 304,20 atau setara dengan 0,33%, yang mengindikasikan perbedaan antara nilai estimasi cadangan karbon dan nilai aktual cadangan karbon yang diukur di lapangan. Nilai estimasi cadangan.

Pengaruh nilai selisih kuadrat terhadap RMSE sangat signifikan, karena RMSE adalah hasil dari perhitungan selisih kuadrat ini. Ketika selisih kuadrat meningkat, nilai RMSE juga akan meningkat, yang menunjukkan penurunan akurasi model. Sebaliknya, semakin kecil selisih kuadrat, semakin kecil

nilai RMSE, yang mengindikasikan model yang lebih akurat. Menurut (Ismanto *et al.* 2019), nilai RMSE di bawah 25% dianggap dapat diterima, sehingga model yang dihasilkan dianggap cukup akurat. Oleh karena itu, nilai RMSE sebesar 0,33% yang dihasilkan menunjukkan bahwa selisih kuadrat relatif kecil, dan model ini dapat diandalkan dalam mengestimasi potensi karbon di kawasan TH2TI Banjarbaru. Syarat RMSE yang baik adalah bernilai kurang dari 1% sehingga semakin kecil nilai RMSE maka semakin bagus dan akurat pengolahan dan perhitungan yang dilakukan (Ma'ruf *et al.*, 2023).

Pendugaan Potensi dan Serapan Karbon



Gambar 4. Cadangan Karbon THHTI Citra Landsat-9 2024

Hasil pemodelan estimasi cadangan karbon yang dihitung menggunakan persamaan regresi linier ($10533x - 2381,2$), dengan faktor pengali (x) yaitu NDVI di kawasan TH2TI Banjarbaru dari citra Landsat 9 pada Gambar 7 diatas menunjukkan bahwa nilai maksimum cadangan karbon yang sesuai dengan nilai NDVI yaitu sebesar 2,795 ton/piksel. Hasil

minimum cadangan karbon pada NDVI terendah menunjukkan potensi karbon sebesar 0 ton/piksel NDVI, hal ini menunjukkan pada kawasan yang memiliki potensi karbon 0 ton/piksel merupakan kawasan yang minim vegetasi dan bahkan hanya lahan terbuka atau bangunan sesuai dengan observasi yang dilakukan.

Tabel 6. Pendugaan Cadangan Karbon TH2TI Banjarbaru Citra Landsat 9

No.	NDVI	Luas (ha)	Estimasi Cadangan Karbon (ton/ha)	Estimasi Cadangan Karbon (ton)
1.	0,0-0,1	1,62	0	0
2.	0,1-0,2	6,03	0	0
3.	0,2-0,3	24,84	4,08	101,450
4.	0,3-0,4	41,85	14,59	610,780
5.	0,4-0,49	12,78	23,16	295,934
Jumlah		87,12	11,57	1008,16

Total luas TH2TI berdasarkan Citra Landsat 9 adalah 87,12 ha dengan klasifikasi nilai NDVI terbagi menjadi 5. Rentang NDVI 0,2-0,3 mencakup dengan estimasi cadangan karbon 101,450 ton. Pada rentang NDVI 0,3-0,4 memiliki cadangan karbon 610,780 ton dan pada rentang NDVI 0,4-0,49 menunjukkan cadangan karbon 295,934 ton. Luas area nilai NDVI 0,3-0,4 memiliki nilai estimasi cadangan karbon paling tinggi dibandingkan dengan nilai NDVI rentang 0,2-0,3 dan 0,4-0,49. Hal ini bisa dipengaruhi oleh diameter pohon dan kerapatan pohon atau banyaknya jenis pohon

pada lahan tersebut. Meskipun NDVI tinggi menunjukkan vegetasi yang sehat dan rapat, jika pohon-pohon dalam daerah tersebut memiliki diameter yang lebih kecil, biomassa karbon yang dihasilkan mungkin tidak terlalu tinggi.

Secara keseluruhan total luas area 87,12 hektar menunjukkan jumlah estimasi cadangan karbon pada tegakan hutan tanaman di TH2TI Banjarbaru sebesar 1008,16 ton. Model regresi tidak dapat mengestimasi nilai NDVI pada nilai kisaran 0,0-0,1 dan 0,1-

0,2 sehingga estimasi cadangan karbon menjadi 0. Menurut (Dahlan et al. 2005) total kandungan karbon sangat dipengaruhi oleh diameter pohon dan kerapatan akan tetapi faktor kerapatan tidak memberikan total kandungan karbon yang besar apabila diameter pohonnya kecil. Dengan kata lain, jika ada plot pengamatan yang memiliki sedikit pohon tetapi pohon-pohon tersebut memiliki ukuran yang besar, maka biomassa di plot tersebut juga akan besar.

Menurut IPCC (2006), standar cadangan karbon di hutan tergantung pada banyak faktor, termasuk jenis hutan dan metode pengukuran yang digunakan. Meskipun ada acuan umum untuk klasifikasi cadangan karbon, dengan lebih dari 100 ton/ha dianggap tinggi, 50-100 ton/ha sebagai sedang, dan di bawah 50 ton/ha sebagai rendah, acuan ini tidak bersifat mutlak. Hal ini dikarenakan variabilitas ekosistem hutan di berbagai daerah dan pendekatan yang berbeda dalam mengukur biomassa dan cadangan karbon.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian ini berdasarkan model regresi linier yang menunjukkan cadangan karbon Taman Hutan Hujan Tropis berdasarkan nilai NDVI dari citra Landsat 9, didapatkan nilai koefisien 10533x dan nilai konstanta 2381,2 dan nilai koefisien Determinasi (R^2) 0,8492 yang mengartikan bahwa nilai NDVI (variable X) berpengaruh terhadap nilai karbon dan tingkat error dari pengukuran potensi serapan karbon dengan uji akurasi RMSE sebesar 304,20 atau 0,33 %.

Hasil dari permodelan regresi linier yang didapatkan, dugaan nilai cadangan karbon pada tegakan hutan di TH2TI Banjarbaru dengan luas 87,12 ha secara keseluruhan sebesar 1008,16 ton. Hal ini mengindikasikan bahwa kawasan TH2TI Banjarbaru memiliki potensi untuk menyimpan karbon yang signifikan, yang memiliki dampak positif dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian lingkungan

Saran

Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai pendugaan cadangan karbon dengan menggunakan metode serta model

korelasi lainnya sehingga memperoleh model terbaik sesuai analisis korelasi yang dilakukan, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat agar mengetahui besaran nilai cadangan karbon di TH2TI Banjarbaru lebih akurat sehingga bermanfaat dikemudian hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti ucapkan kepada dosen dan seluruh pihak yang terlibat dalam struktur pengurus TH2TI yang telah memberikan izin peneliti dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, M., Syam'ani., Satriadi, T. 2021. Pemetaan Biomassa Tegakan Hutan Hujan Tropis Di Bukit Mandiingin Menggunakan Citra Sentinel-2 Msi. *Jurnal Hutan Tropis*. **9**(3): 299-309. Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat.
- Asy'ari, M., Syam'ani., Satriadi, T. 2022. Estimasi Biomassa Tegakan Hutan Hujan Tropis Di Bukit Mandiingin Menggunakan Metode Interpolasi Spasial. *Jurnal Hutan Tropis*. **10**(3): 315-328. Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat.
- Enping Y., H. Lin, G. Wang, and H. Sun. 2015. *Improvement of Forest Carbon Estimation by Integration of Regression Modeling and Spectral Unmixing of Landsat Data*. *ieee geoscience and remote sensing letters*, vol. 12, NO. 9.
- Fithria, A., Syam'ani. 2013. Estimasi cadangan karbon dan emisi karbon di sub-sub das amandit. *Jurnal Hutan Tropis*. **1**(3): 221-230.
- Hairiah, Kurnia, A. Ekadinata, R, R, Sari, dan R. Subekti. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon Dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan : Petunjuk Praktis. Edisi kedua. Bogor. *World Agroforestry Centre, ICRAF*.
- Hakim, R., Suyanto., M. Asyari. 2021. Estimasi cadangan karbon atas permukaan tanah di kawasan hutan lindung liang anggang kota banjarbaru kalimantan selatan. *Jurnal Sylva Scientiae*. **04**(5): 739-802
- IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). 2006. *Good Practice Guidance*

- for Land Use, Land Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategy. Hayama (Japan).
- Irundu, D., M.A. Beddu., Najmawati. 2020. Potensi Biomassa dan Karbon Tersimpan Tegakan di Ruang Terbuka Hijau Kota Polewali, Sulawesi Barat. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. **12**(1): 49-57.
- Ismanto, A., Ismunarti, D.H., Sugianto, D.N., Maisyarah, S., Subardjo, P., Suryoputro, A.A.D. and Siagian, H., 2019. *The Potential of Ocean Current as Electrical Power Sources Alternatives in Karimunjawa Islands Indonesia. Advances in Science, Technology, and Engineering Systems*, **4**(6):126–133.
- Jauhari A., Soemarno., Bisri M., Abidin Z. 2015. *Model of Sustainable Forest Planning based-Watershed in KPHP Model Tanah Laut South Kalimantan*
- Karmila, D., Jauhari, A., & Kanti, R. (2020). Estimasi Nilai Cadangan Karbon Menggunakan Analisis NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Sylva Scienteeae*. **3**(3): 451-459
- Krisnawati, H., W.C. Adinugroho dan R. Imanuddin. 2012. Monograf: Model-Model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor, Indonesia.
- Karnieli, A., & Gitelson, A. A. 2016. Influence of soil properties on spectrally based remote sensing methods. *Remote Sensing of Environment*, **186**, 125-139. doi:10.1016/j.rse.2016.08.018
- Lilesand T.M dan Keifer. 2004 *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta Gadjah Mada University Press
- Malik A. D., A. Nasrudin., Parikesit., S Withaningsih. 2022. *Vegetation Stands Biomass and Carbon Stock Estimation using NDVI - Landsat 8 Imagery in Mixed Garden of Rancakalong, Sumedang, Indonesia*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.
- Merbabu, G., Tengah, J., Sitorus, W. M., Sukmono, A., Bashit, N. 2019. *Identifikasi Perubahan Kerapatan Hutan Dengan Metode Forest Canopy Density Menggunakan Citra Landsat 8 Tahun 2013, 2015 Dan 2018 (Studi Kasus: Taman Nasional Gunung Merbabu, Jawa Tengah)*. *Jurnal Geodesi Undip*, **8**(1), 338-347.
- McPherson, E. G., Xiao, Q., & Aguaron, E. 2013. *A new approach to quantify and map carbon stored, sequestered and emissions avoided by urban forests. Landscape and Urban Planning*, **120**, 70-84. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.08.005>.
- Munir, M. 2017. Estimasi Biomassa, Stok Karbon, dan Sekuestrasi Karbon dari Berbagai Tipe Habitat Terestrial di Gresik, Jawa Timur Secara Non-Destructive dengan Persamaan Allometrik. Departemen Fakultas MIPA ITS 2017.
- Nugroho, S. A., Wijaya, A. P., & Sukmono, A. 2016. *Jurnal Geodesi Undip Januari 2015 Jurnal Geodesi Undip Januari 2015. I Wayan Eka Swastikayana*, **4**(1), 42.
- Rahayu, S., B. Lusiana, dan M. Van Noordwijk. 2007. Penggunaan Cadangan Karbon di Atas Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. Laporan Tim Proyek Pengelolaan Sumberdaya Alam untuk Penyimpanan Karbon (FORMACS). *World Agroforestry Centre (ICRAF)*
- Raihan, F., A. R. M. Akbar., E.R. Indrayatie., Kissingger. 2023. Peran Taman Hutan Hujan Tropis Indonesia Terhadap Iklim Mikro. *EnviroScientae Vol. 19*(1) : 165-171.
- Rakhmawati, M. 2012. Pemanfaatan Citra Landsat untuk Estimasi Biomassa Atas Permukaan dari Berbagai Penutupan Lahan dengan Pendekatan Indeks Vegetasi. IPB. Bogor
- Rezekiah, A.A., A. Fithria., Syam'ani, Yasinta, N. S., Najla, S. 2024. Cadangan karbon di berbagai tipe tutupan lahan di Kalimantan Selatan. Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat.
- Mosa, S. A., Istomo., A. P. P. Hartouo. 2024. *Estimation of vegetation density using NDVI and carbon stock in the Utilization Zone of Gunung Halimun Salak National Park*. Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. **1315** 012041.
- Samson, S, B. Irawan, M. Zuhdi. 2023. Analisis Model Pendugaan Cadangan Karbon Berbasis Normalized Difference Vegetation

- Index (NDVI) Pada Hutan Hujan Dataran Rendah. Volume 6 Issue 1 (2023) : 47 – 53. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Jambi.
- Setiawan, D. 2019. *Persepsi Dan Aspirasi Masyarakat Terhadap Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Hutan Pendidikan Dan Pelatihan Universitas Lambung Mangkurat Di Desa Mandiangin Timur*. Banjarbaru: Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat.
- Setiawan, W., & Pratama, D. 2016. *Sifat Fisik dan Mekanis Kayu Pulai (Alstonia scholaris) dari Hutan Alam*. Jurnal Penelitian Kehutanan, 14(2), 125-135.
- Sirmarmata, Elyza, Vatiady., Kurniawan. 2022. Pemanfaatan Citra Sentinel-2A Untuk Estimasi Cadangan Karbon Pada Hutan Mangrove Di Kawasan Mamminasata Sulawesi selatan.
- Situmorang, J. P. et al. 2016. *Estimation of Carbon Stock Stands using EVI and NDVI vegetation index in production forest of lembah Seulawah sub-district, Aceh Indonesia*. Aceh Int. J. Sci. Technol., 5(3), 126-139. Aceh International Journal of Science and Technology.
- [SNI]. 2011. Standar Nasional Indonesia. Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon- Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*). Badan Standarisasi Nasional.
- Sribianti, I., Daud, M., Aziz Abdullah, A., & Sardiawan, A. 2022. *Estimasi Biomassa, Cadangan Karbon, Produksi O₂ dan Nilai Jasa Lingkungan Serapan CO₂ Tegakan Hutan di Taman Hutan Raya Abdul Latief*. Jurnal Hutan Dan Masyarakat, 14(1), 12–26. Universitas Hasanuddin.
- Syam'ani, A. Agustina., Y. Nugroho. 2012. Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Penutupan Lahan di Sub-Sub DAS Amandit. *Jurnal Hutan Tropis*. 13(2): 148-158.
- Usmadi, D., S. Hidayat., Yuzammi., D. Asikin. 2015. Potensi Biomassa dan Cadangan Karbon Kebun Raya Balikpapan, Kalimantan Timur. Buletin Kebun Raya. 18(1): 1-14.
- Ulianata, D. H. P., Fithria, A., Budi, S. 2021. estimasi biomassa dan cadangan karbon pada hutan rawa galam (*Melaleuca leucadendron Linn*). *Jurnal Sylva Scientiae*. 04(4).
- USGS (2019) 'EarthExplorer - Home', U.S. Geological Survey.
- Wang, F., W. Qin., L. Ni., dan Z. Li. 2017. *Comparative analysis of multi-temporal MODIS NDVI products for crop growth monitoring*. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 10(2), 424-437. doi:10.1109/JSTARS.2016.2585184