ESTIMASI CADANGAN KARBON MENGGUNAKAN METODE KLASIFIKASI NDVI DENGAN CITRA SENTINEL-2 DI KAWASAN HUTAN DENGAN TUJUAN KHUSUS UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

Estimation of Carbon Stocks Using NDVI Classification Method with Sentinel-2 Imagery in Forest Areas with Special Objectives Lambung Mangkurat University

Muhammad Arif Hafizh Zen[1], Ahmad Jauhari[1*], dan Rinakanti[1]
[1]Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *Forests in some parts of the Special Purpose Forest Area of Lambung Mangkurat University (KHDTK ULM) are experiencing intentional or unintentional deforestation, including forest fires that cause carbon dioxide emissions and potentially contribute to global warming. To overcome this, this study aims to estimate and analyze the amount of carbon stored in KHDTK ULM using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) value from the Sentinel-2 imagery. A total of 47 sample points were used in this study to build a regression model. The data collected involved trunk diameter, height of stake, pole, and tree growth, as well as dry weight for seedling, undergrowth, and litter. The results showed that carbon stocks in KHDTK ULM amounted to 30,434,777 kg or equivalent to 30,434,777 tons, covering an area of 1576.93 ha with various land cover classes based on NDVI values. The correlation between the value of NDVI and carbon stocks produces a linear equation of 469.08x - 121.18 with a correlation coefficient (R2) value of 0.7. A correction factor of 469.08 and an NDVI coefficient of 121.18 contribute to this equation. The Root Mean Square Error (RMSE) value of this model is 56.369, equivalent to 1.77% of the observed carbon potential. This research emphasizes the importance of monitoring and understanding carbon stocks in forest areas, providing valuable insights for sustainable forest management and global warming mitigation efforts.*

Keywords: *Carbon; Normalize Difference Vegetation Index (NDVI); Education and Training Forest Lambung Mangkurat University.*

ABSTRAK. Hutan di beberapa bagian Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Lambung Mangkurat (KHDTK ULM) mengalami deforestasi yang disengaja atau tidak disengaja, termasuk kebakaran hutan yang menyebabkan emisi karbon dioksida dan berpotensi menyumbang pada pemanasan global. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan dan menganalisis jumlah karbon yang tersimpan di KHDTK ULM dengan menggunakan nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dari citra Sentinel-2. Sebanyak 47 titik sampel digunakan dalam penelitian ini untuk membangun model regresi. Data yang dikumpulkan melibatkan diameter batang, tinggi pertumbuhan pancang, tiang, dan pohon, serta berat kering untuk pertumbuhan semai, tumbuhan bawah, dan seresah. Hasil penelitian menunjukkan cadangan karbon di KHDTK ULM sebesar 30.434.777 kg atau setara dengan 30.434.777 ton, meliputi luas wilayah 1576,93 ha dengan berbagai kelas tutupan lahan berdasarkan nilai NDVI.Korelasi antara nilai NDVI dan cadangan karbon menghasilkan persamaan linier 469,08x - 121,18 dengan nilai koefisien korelasi (R2) sebesar 0,7. Faktor koreksi sebesar 469,08 dan koefisien NDVI sebesar 121,18 merupakan kontribusi terhadap persamaan ini. Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dari model ini adalah 56,369, setara dengan 1,77% dari potensi karbon yang diamati. Penelitian ini menekankan pentingnya pemantauan dan pemahaman cadangan karbon di kawasan hutan, memberikan wawasan berharga untuk pengelolaan hutan berkelanjutan dan upaya mitigasi pemanasan global.

Kata Kunci: Karbon; *Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI); Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) ULM.

Penulis untuk korespondensi, surel: zihrin646@gmail.com

PENDAHULUAN

Emisi gas rumah kaca (GRK) dari sektor kehutanan menjadi perhatian yang signifikan. Deforestasi secara historis menjadi pendorong utama emisi GRK dari sektor ini (Munesh et al, 2017). Namun, berkurangnya luasan hutan akibat perubahan iklim juga dapat berkontribusi pada emisi GRK yang substansif di masa depan (N. H. Ravindranath, 2012). Gangguan yang ada seperti kebakaran hutan, hama, dan peristiwa iklim telah mempengaruhi area hutan yang luas setiap tahun, berdampak pada keseimbangan karbon (George, 2016).

Protokol Kyoto diimplementasikan untuk mengatasi masalah emisi gas rumah kaca. Protokol ini diciptakan agar negara-negara maju mengurangi polusi dengan aturan yang menyebutkan berapa banyak polusi yang diperbolehkan atau berapa banyak yang harus dikurangi. Dampak dari komitmen ini berbeda-beda tergantung pada jenis gas rumah kaca. Emisi CO2 dan CH4 berkurang berkat aturan ini (Hiroki, 2014). Dampak protokol pada pengurangan emisi begitu beragam di beberapa negara yang menerapkan sistem perdagangan atau pajak karbon. Namun, langkah-langkah ini belum terlalu berhasil dalam mengurangi emisi (Lisa, 2012).

Masalah perubahan iklim sangat penting, dan Perjanjian Paris menyediakan kerangka kerjasama di antara negara-negara yang berpartisipasi untuk memperlambat laju perubahan iklim (Craig, 2021). Perjanjian Paris bertujuan untuk mengatasi emisi gas rumah kaca dan mengurangi pemanasan global. Perjanjian ini menetapkan target suhu 2° C dan akhirnya 1,5° C di atas tingkat pra-industri (Tanaka, 2021). Perjanjian ini menetapkan pengaturan kelembagaan untuk memantau kemajuan negara-negara menuju target tersebut (Craig, 2021).

Penyumbang emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari sektor Perubahan Penggunaan Lahan dan Penutupan Lahan (FOLU) di Indonesia, yang dipicu oleh perubahan tutupan lahan, diharapkan dapat berperan dalam upaya penurunan emisi GRK. Guna mencapai target FOLU Net Sink pada tahun 2030, pemerintah sedang melakukan evaluasi terhadap berbagai isu yang dihadapi oleh sektor kehutanan. Ini mencakup aspek kebakaran hutan dan lahan, upaya rehabilitasi hutan dan lahan yang ditingkatkan, serta penegakan hukum terkait penebangan hutan (Pramita, 2023). Kerusakan hutan akibat penggundulan dan kebakaran memiliki dampak pada peningkatan konsentrasi Karbon (C) di atmosfer dan sebaliknya, mengakibatkan penurunan jumlah C yang tersimpan di dalam ekosistem hutan (Mardiana et al. 2018).

Universitas Lambung Mangkurat memiliki Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) yang difungsikan sebagai hutan pendidikan dan pelatihan. Sejumlah area di KHDTK ULM mengalami deforestasi, baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Kehadiran kebakaran hutan turut menyebabkan emisi karbon dioksida, yang berpotensi memperburuk dampak pemanasan global. Upaya mitigasi terhadap pemanasan global dapat dilakukan dengan mengestimasi jumlah karbon di suatu wilayah untuk mengatur konsentrasi karbon secara efektif (Paradika et al. 2021).

Perhitungan cadangan karbon diperlukan sebagai langkah untuk mengevaluasi nilai, waktu, dan biaya yang terlibat dalam mengestimasi cadangan karbon di wilayah yang luas. Pendekatan yang memanfaatkan teknologi penginderaan jauh, seperti analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), menjadi alternatif untuk menyederhanakan proses tersebut (Karmila et al. 2020). Kemajuan teknologi terkini memungkinkan penelitian yang efisien dan efektif melalui teknik penginderaan jauh. Citra Sentinel-2 memiliki resolusi spasial yang cukup tinggi yaitu sebesar 10 m dapat digunakan untuk menentukan nilai indeks vegetasi dengan menggunakan pendekatan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Lambung Mangkurat, Desa Mandiangin, Kecamatan Karang Intan, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini diperkirakan kurang lebih selama 3 bulan dari bulan Maret 2023 hingga bulan Mei 2023. Tahapan kegiatan meliputi kegiatan persiapan, pengolahan data citra, pengambilan data di lapangan, analisis data, dan pembuatan laporan hasil penelitian.

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain: Pita ukur untuk mengukur

keliling pohon, GPS, Kompas, Parang, Meteran, Tali, Kamera (*handphone*), *Hagameter, Tallysheet* , alat tulis, Laptop, Timbangan analitik, Oven dan Amplop kertas. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Citra Sentinel-2, vegetasi dan sampel biomassa yang terdapat pada tutupan lahan berupa hutan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Lambung Mangkurat (KHDTK ULM).

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian ini meliputi persiapan, pengumpulan data yang dibutuhkan, dan analisis data yang mencakup:

1. Analisis NDVI

Rumus *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) sebagai berikut:

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

Keterangan :
NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*
NIR = Saluran *Near-Infrared*
R = *Red* atau Saluran Merah

Hasil NDVI kemudian diklasifikasikan menjadi tutupan lahan berdasarkan nilai NDVI, kelas tutupan lahan mengacu pada Jauhari et. al. (2015) yaitu menjadi delapan kelas penutupan lahan.

Tabel 1. Kelas Tutupan Lahan Berdasarkan Nilai NDVI

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

Sumber : Jauhari *et al*., 2015

2. Pengambilan Data Lapangan

Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan metode purposive sampling dimana penentuan lokasi plot disesuaikan dengan aksesibilitas yang ada untuk memudahkan pembuatan plot dan pengukuran. Bentuk plot yang akan digunakan yaitu persegi dengan plot utama untuk tingkat pohon berukuran sebesar 20x20 m, 10 x 10m (tiang), 5 x 5 m (pancang) sub plot berukuran 0,5x0,5 m untuk pengukuran tingkat semai, serta untuk pengambilan sampel dari nekromassa, serasah dan tumbuhan bawah.

a. Biomassa Tegakan

Perhitungan biomassa menggunakan persamaan allometrik (Chave, 2005). Untuk perhitungan biomassa di hutan alam, rataan berat jenis kayu yang digunakan ialah 0,68 gr/cm³ (Rahayu, 2006). Persamaan allometriknya yaitu:

$$Y = 0{,}509 \times \rho \times DBH^2 \times T$$

Keterangan:
Y = Total biomassa (kg)
P = Berat jenis kayu 0,68 gr/cm^3
DBH = Diameter setinggi dada (m)
T = Tinggi (m)

Persamaan allometrik berdasarkan studi kepustakaan terdahulu memiliki nilai masing-masing sesuai jenis pohon,yang akan digunakan adalah pohon lain-lain (nilai berat jenis sesuai jenis pohon yang ditemui).

b. Biomassa Tumbuhan Bawah dan Seresah

Biomassa tumbuhan bawah diperoleh menggunakan metode perhitungan total

berat kering tumbuhan bawah yang dibagi dengan plot, rumus yang digunakan adalah (Hairiah, 2007):

$$\textbf{Total Bk (g)} = \frac{\textbf{Bk sub contoh (g)}}{\textbf{BB sub contoh (g)}} \textbf{ X } \textit{Total BB (g)}$$

Keterangan:
BK = Berat Kering
BB = Berat Basah

Total biomassa pohon yang dibagi dengan lahan (kg/luasan lahan) dihitung menggunakan rumus menurut Badan Standarisasi Nasional (2011) adalah:

$$\textbf{Total Biomassa Pohon (kg)} = \textbf{Bk}_1 + \textbf{Bk}_2 + \textbf{...} + \textbf{Bk}_n$$

Keterangan:
Bk = Berat kering
Bkn = Berat kering seterusnya

4. Cadangan Karbon

Perhitungan estimasi cadangan karbon dihitung setelah data biomassa didapatkan, perhitungan cadangan karbon dihitung dengan melakukan perkalian hasil biomassa dengan nilai 0,47. Rumus perhitungan karbon dari biomassa pohon adalah:

$$\textbf{Cb} = \textbf{B x \% C organik}$$

Keterangan:
Cb = Kandungan karbon dari biomassa (kg)
B (Y) = Total Biomassa (kg)
% C organik = Nilai persentase kandungan karbon sebesar 0,47

5. Analisis Korelasi dan Regresi

Koefisien korelasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\boldsymbol{r} = \frac{(\boldsymbol{n\Sigma x.\, lny}) - (\boldsymbol{\Sigma x})(\boldsymbol{\Sigma y})}{\sqrt{\boldsymbol{r}}}$$

Keterangan:
r = Koefisien korelasi
n = Jumlah plot sampel
x = Nilai NDVI
y = Nilai potensi karbon

Hubungan atau korelasi nilai NDVI dengan serapan karbon dengan membuat persamaan Regresi linier, sebagai berikut.

$$\boldsymbol{Y = a + bX}$$

Keterangan:
Y = Variabel terikat
X = Variabel bebas
a = Konstanta
b = Koefisien regresi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi biomassa dapat dinilai dengan merujuk pada kelas NDVI yang diperoleh melalui analisis citra dari satelit Sentinel-2. Rentang nilai NDVI yang diamati di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat (ULM) memberikan informasi NDVI tertinggi yang tercatat mencapai 0.850072, sementara nilai terendah adalah -0.034884. Nilai NDVI ini menggambarkan tingkat kehijauan dan kerapatan vegetasi. Semakin mendekati nilai 1, mengindikasikan bahwa kawasan tersebut memiliki vegetasi yang sangat hijau dan padat. Dengan kata lain, semakin tinggi NDVI, semakin rapat kerapatan tumbuhan di wilayah tersebut. Data ini bermanfaat untuk mengetahui potensi biomassa di KHDTK ULM dan mungkin dapat digunakan dalam perencanaan dan pengelolaan lingkungan serta sumber daya alam.

Data biomassa yang telah dihitung menggunakan rumus allometrik kemudian diubah menjadi estimasi potensi karbon. Hal ini dilakukan sesuai dengan pedoman yang diatur dalam SNI 7724:2011 yang menyebutkan bahwa sekitar 47% dari biomassa vegetasi merupakan kandungan karbon. Data ini diperoleh melalui pengambilan sampel pada 8 kelas NDVI yang berbeda dengan membuat plot berukuran 20 meter x 20 meter.

Tabel 2. Titik Lokasi Pengamatan Berdasarkan Nilai NDVI

No. Plot	Koordinat		Nilai NDVI	Kandungan Karbon (Kg)	Karbon/Piksel (Kg)
	X	Y			
1	271565	9610925	0,083	0,864	0,216
2	271935	9611245	0,19	0,602	0,151
3	271935	9611225	0,194	27,907	6,977
4	271915	9611235	0,129	11,357	2,839
5	272465	9611996	0,28	20,193	5,048
6	272515	9612066	0,231	29,415	7,354
7	271905	9611255	0,236	65,722	16,431
8	272574	9612055	0,252	25,274	6,318
9	271985	9611355	0,397	38,122	9,530
10	271915	9611305	0,354	107,562	26,891
11	271915	9611135	0,327	69,610	17,403
12	272165	9611445	0,347	52,195	13,049
13	271105	9611155	0,336	188,509	47,127
14	272085	9611415	0,474	173,871	43,468
15	271905	9611535	0,406	304,267	76,067
16	272015	9610875	0,479	269,527	67,382
17	271856	9611655	0,425	308,328	77,082
18	272345	9611765	0,447	364,212	91,053
19	272325	9611795	0,457	295,318	73,829
20	271586	9611615	0,571	354,629	88,657
21	271655	9611545	0,506	480,800	120,200
22	271735	9611575	0,528	383,673	95,918
23	271715	9611534	0,567	426,307	106,577
24	271855	9611505	0,572	330,212	82,553
25	271645	9611374	0,578	270,369	67,592
26	271865	9611365	0,527	377,123	94,281
27	271365	9611445	0,551	447,328	111,832
28	271325	9611735	0,67	598,084	149,521
29	271335	9611775	0,642	540,979	135,245
30	271415	9611645	0,654	458,348	114,587
31	271566	9611555	0,699	447,973	111,993
32	271615	9611484	0,617	550,383	137,596
33	271983	9611216	0,694	502,290	125,572
34	272085	9611224	0,65	801,170	200,292
35	272035	9611236	0,687	582,188	145,547
36	271825	9611195	0,652	535,622	133,906
37	271516	9611304	0,64	398,761	99,690
38	271355	9611855	0,779	1545,391	386,348
39	271395	9611715	0,784	1196,951	299,238
40	271426	9611865	0,785	1010,235	252,559
41	271645	9611625	0,77	1490,330	372,583
42	271736	9611624	0,769	1551,613	387,903
43	271985	9611495	0,708	968,437	242,109
44	271685	9611324	0,73	832,609	208,152
45	272135	9611385	0,774	1452,229	363,057
46	272076	9611285	0,739	960,006	240,001
47	271785	9611644	0,761	1339,246	334,811

Berdasarkan hasil pengambilan data di lapangan, daerah yang menunjukkan potensi cadangan karbon tertinggi adalah daerah dengan tingkat NDVI yang tinggi. Sebaliknya, daerah yang memiliki potensi cadangan karbon terendah terletak di daerah dengan nilai NDVI yang rendah. Di dalam kawasan KHDTK ULM, terdapat daerah dengan nilai NDVI yang rendah, yang pada pengamatan lapangan menunjukkan vegetasi yang sangat terbatas. Kawasan ini sebagian besar terbuka dan hanya memiliki beberapa jenis vegetasi, seperti jambu mete, akasia, dan lebih banyak didominasi oleh rumput dan semak belukar.

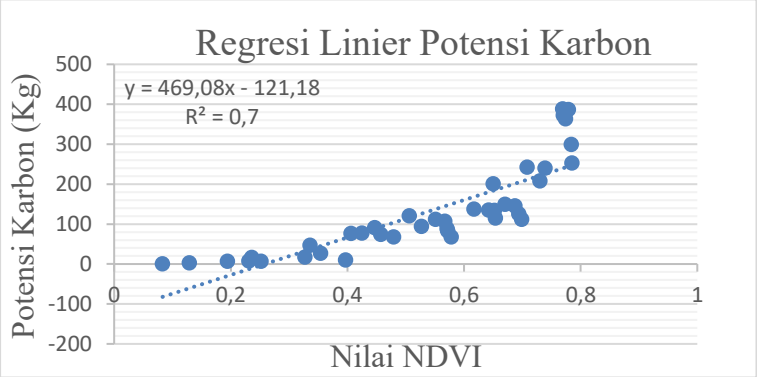
Hasil pengukuran estimasi cadangan karbon berdasarkan tingkat vegetasi yang diambil dari sampel penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Cadangan Karbon Tingkat Vegetasi

No	Tingkat Vegetasi	Kandungan Karbon (Kg)
1	Seresah	3,272
2	Semai/T. Bawah	2,481
3	Pancang	270,038
4	Tiang	6588,190
5	Pohon	16322,160
Jumlah		**23186,141**

Uji akurasi adalah sebuah metode yang digunakan untuk menilai sejauh mana tingkat akurasi suatu alat atau instrumen dalam mengukur suatu informasi. Dalam konteks ini, uji akurasi menggambarkan tingkat keakuratan dengan menggunakan metrik seperti R^2 dan RMSE. R^2 adalah sebuah nilai yang digunakan untuk mengukur sejauh mana variabel independen atau variabel bebas mempengaruhi variabel dependen atau variabel terikat. Nilai R^2 ini biasanya berkisar antara 0 hingga 1, dan membantu dalam memahami sejauh mana variabel bebas mampu menjelaskan variasi dalam variabel keterikatan.

Analisis korelasi antara indeks vegetasi dan potensi cadangan karbon yang digunakan untuk menentukan seberapa berpengaruhnya nilai indeks vegetasi NDVI dalam pemodelan spasial untuk mengukur potensi karbon di seluruh wilayah KHDTK ULM yang diteliti menggunakan korelasi regresi linier. Dari total 47 sampel data penelitian, sekitar 40 sampel digunakan sebagai bahan dalam pembuatan model ini. Hasil analisis korelasi regresi linier antara NDVI dan potensi karbon dapat ditemukan dalam Gambar 5.



Gambar 1. Grafik Linear Korelasi NDVI Dengan Potensi Karbon

Pada Gambar 1, terlihat korelasi antara nilai indeks vegetasi NDVI dengan Potensi Karbon. Faktor koreksi memiliki nilai sebesar 469,08, koefisien NDVI sebesar 121,18, dan koefisien

korelasi (R^2) sebesar 0,7. Koefisien korelasi yang dapat berkisar antara -1 hingga 1 digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara kedua variabel. Grafik tersebut menunjukkan bahwa ada hubungan positif yang signifikan antara NDVI dan potensi karbon, yang berarti jika NDVI meningkat, potensi karbon juga meningkat. Hal ini sejalan dengan interpretasi terhadap kuatnya hubungan korelasi yang berpedoman pada pendapat oleh Sugiyono (2008) dimana nilai R2 sebesar 0,7 tersebut termasuk ke dalam rentang interval 0,6-0,79 dengan tingkat hubungan yang kuat. Hasil analisis regresi korelasi tunggal antara NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan hasil data penelitian cadangan karbon dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Korelasi Antara Nilai NDVI Dengan Cadangan Karbon

Variabel	Model	Persamaan	Koefisien Korelasi (R^2)
Regresi Linier Kelas NDVI dan Potensi Karbon	Linier	469,08x - 121,18	0,7

Hasil dari rentang koefisien korelasi dan tingkat hubungan dari data yang ada pada Tabel 4 menunjukkan bahwa hubungan antara data lapangan dan NDVI cukup akurat, menunjukkan tingkat akurasi yang baik. Dengan memfokuskan pada 40 sampel sebagai objek koreksi, dan menggunakan 7 sampel untuk Uji RMSE (*Root Mean Square Error*), dapat menghasilkan koefisien korelasi yang akurat. Dengan model ini, kita dapat mengestimasi potensi cadangan karbon secara detail untuk seluruh Kawasan KHDTK ULM. Hasil potensi ini dievaluasi dengan mengukur RMSE untuk mendapatkan nilai kesalahan. Analisis model dan nilai RMSE yang dihasilkan dapat ditemukan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Nilai RMSE

No.	No. Plot	NDVI	Karbon/Piksel	Estimasi Karbon	Selisih Kuadrat
1	2	0,19	0,151	-32,055	1037,182
2	5	0,28	5,048	10,162	26,154
3	12	0,347	13,049	41,591	814,639
4	14	0,474	43,468	101,164	3328,857
5	22	0,528	95,918	126,494	934,896
6	37	0,64	99,690	179,031	6294,984
7	47	0,761	334,811	235,790	9805,261
				Rata-rata	**3177,425**
				RMSE	**56,369**

Tabel 5 menggambarkan hasil model korelasi linier antara indeks vegetasi NDVI dengan potensi karbon. Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dari model ini tercatat sebesar 56,369 atau setara dengan 1,77% dari potensi karbon yang diamati. Menurut Ismanto *et al*.(2019), nilai RMSE yang berada di bawah 25% dianggap dapat diterima secara umum dalam konteks ini. Dalam analisis ini, nilai RMSE menjadi indikator penting karena digunakan untuk mengukur seberapa baik model linier ini dalam memprediksi potensi karbon di seluruh area penelitian. Data terkait perhitungan jumlah cadangan karbon di KHDTK ULM dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Potensi Cadangan Karbon KDHTK ULM Dari Citra Sentinel-2

No	NDVI	Area (ha)	Total Karbon (Kg)	Estimasi Karbon (Kg/Ha)
1	0,0-0,1	0,4	0,000	0,000
2	0,1-0,2	11,23	0,000	0,000
3	0,2-0,3	15,01	6506,539	433,480
4	0,3-0,4	22,39	104322,410	4659,330
5	0,4-0,5	84,57	804501,739	9512,850
6	0,5-0,6	170,61	2368724,575	13883,855
7	0,6-0,7	479,13	9007800,192	18800,326
8	>0,7	793,59	18142921,906	22861,833
Jumlah		1576,93	30434777,361	70151,675
Ton/ Ha			30434,777	70,152

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Besarnya nilai cadangan karbon yang tersimpan pada KHDTK ULM sebesar 30.434.777,361 Kg atau 30.434,777 Ton dari luasan 1.576,93 ha yang terdiri dari berbagai macam kelas tutupan lahan berdasarkan nilai NDVI. Didapatkan estimasi cadangan karbon per hektare sebesar 70.151,675 Kg/Ha atau sebesar 70,152 Ton/Ha. Korelasi antara nilai NDVI dengan cadangan karbon menghasilkan persamaan linier 469,08x - 121,18 dan nilai koefisien korelasi (R2) 0,7. Nilai 469,08 sebagai nilai faktor koreksi dan 121,18 adalah nilai koefisien NDVI. Nilai Root Mean Square Error (RMSE) dari model ini sebesar 56,369 atau setara dengan 1,77% dari potensi karbon yang diamati.

Saran

Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai estimasi cadangan karbon menggunakan metode serta model korelasi lainnya sehingga memperoleh model terbaik sesuai analisis korelasi yang dilakukan, agar hasil yang diperoleh lebih akurat sehingga mengetahui besaran nilai cadangan karbon di KHDTK ULM dan dapat bermanfaat dikemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

Hairiah. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre – ICRAF Southeast Asia. Hal 30

Hiroki, Iwata, Keisuke, Okada. 2014. Greenhouse Gas Emissions and the Role of The Kyoto Protocol. Environmental Economics and Policy Studies, doi: 10.1007/S10018-012-0047-1.

Paradika. G. Y. et al. 2021. Pendugaan Cadangan Karbon Vegetasi Di Sempadan Sungai Pada Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat. Jurnal Sylva Scienteae 4 (1): 98-106

Rahayu. 2006. Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan. Laporan Tim Proyek Pengelolaan Sumberdaya Alam umtuk Penyimpanan Karbon.

Jauhari, A., Soemarno., Bisri, M., Abidin, Z. 2015. Model of Sustainable Forest Planning based-Watershed in KPHP Model Tanah Laut South Kalimantan.

Pramita, Kadek Desy & Yuliartini, Ni Putu Rai. 2023. Implementasi Ratifikasi Paris Agreement Oleh Indonesia Dan Pengaruhnya Terhadap Kebijakan Perekonomian Indonesia. Jurnal Komunikasi Hukum: 469-706

George, Mitri., J., Karam. 2016. Mapping Greenhouse Gas Emissions and Removals from the Land Use, Land Use Change, and Forestry Sector at the Local Level. Doi: 10.3990/2.460

Lisa, Bossley. 2012. Dealing with Reality. The Journal of World Energy Law & Business, doi: 10.1093/JWELB/JWS022

Craig, A., Johnson. 2021. Creating A Commons For Global Climate Governance: Possibilities And Perils In The Paris Climate Agreement. Doi: 10.4324/9780429028632-15.

Chave. 2005. Tree Allometry and Improved Estimation of Carbon Stocks and Balance Intropical Forests: 87 99. Doi Oecologia, 145 (1)-10.1007/s00442-005-0100-x. Chave. 2005. Tree Allometry and Improved Estimation of Carbon Stocks and Balance Intropical Forests: 87 99. Doi Oecologia, 145 (1)-10.1007/s00442-005-0100-x.

Riduwan. 2011. Dasar-dasar Statistika. Bandung: Alfabeta.