PENDUGAAN EMISI KARBON TEGAKAN PASCA KEBAKARAN HUTAN MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DI KAWASAN HUTAN DENGAN TUJUAN KHUSUS (KHDTK) UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

Estimated Standing Carbon Emission in Post-Forest Fire Using Sentinel-2 Imagery in A Special Purpose Forest Area (KHDTK) Lambung Mangkurat University

Silvia Hana Awang Kinanti, Mufidah Asy'ari*, Syam'ani
Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *Forest and land fires in 2023 that occurred in the KHDTK ULM, especially Mount Babaris, were very serious natural events, causing a burned area of 199.57 ha that occurred in the dry season so it is necessary to study the amount of carbon monoxide emissions resulting from forest fires. This research aims to build a model of forest stand biomass and estimate stand carbon emissions using NDVI classification and sentinel-2 image approach. The model developed is based on vegetation index and carbon value. Determination of sample plot locations using stratified sampling with proportional allocation, namely the number of sample plots adjusts to the area of each NDVI class. The plot size is 10x10m with a total of 32 plots, 25 plots for model building and 7 plots for accuracy testing. Samples were taken in the form of species names, circumference and height of sapling, pole and tree stand levels. Modeling of vegetation index values with carbon values obtained the equation y = 2783.3x - 798.66 from linear regression, where x is the NDVI value. This model has a coefficient of determination (R2) of 0.7007 and a correlation coefficient of 0.837. An accuracy test with RMSE (Root Mean Square Error) was conducted to determine the accuracy of the equation in explaining the data. The RMSE value obtained was 182.89 or equivalent to 37%. The results show that there is a reduction in carbon value of 176.82 tons for the entire Mount Babaris area and carbon monoxide (CO) emissions of 0.886 tons/ha.*

Keywords: *Biomass; Emission; NDVI*

ABSTRAK. Peristiwa kebakaran hutan dan lahan pada tahun 2023 yang terjadi di KHDTK ULM khususnya Gunung Babaris merupakan peristiwa alam yang sangat serius, menyebabkan luas yang terbakar sebesar 199,57 ha yang terjadi pada musim kemarau sehingga perlu dikaji mengenai besaran emisi karbonmonoksida yang dihasilkan dari kebakaran hutan. Penelitian ini bertujuan membangun permodelan biomassa tegakan hutan dan mengestimasi emisi karbon tegakan menggunakan klasifikasi NDVI dan pendekatan citra sentinel-2. Model yang dikembangkan yaitu berdasarkan indeks vegetasi dan besaran nilai karbon. Penentuan lokasi plot sampel menggunakan *stratified sampling* dengan alokasi proporsional yaitu jumlah plot sampel menyesuaikan dengan luas wilayah setiap kelas NDVI. Ukuran plot 10x10m dengan jumlah 32 plot, yaitu 25 plot untuk membangun model dan 7 plot sebagai uji akurasi. Sampel yang diambil yaitu berupa nama jenis, keliling dan tinggi dari tingkat tegakan pancang, tiang dan pohon. Permodelan dari nilai indeks vegetasi dengan nilai karbon mendapatkan persamaan y = 2783,3x – 798,66 dari regresi linier, dengan x merupakan nilai NDVI. Model ini memiliki koefisien determinasi (R^2) dengan nilai 0,7007 dan koefisien korelasi sebesar 0,837. Dilakukan uji akurasi dengan RMSE (*Root Mean Square Error*) untuk mengetahui keakuratan pada persamaan tersebut dalam menjelaskan data. Nilai RMSE didapat sebesar 182,89 atau setara 37%. Hasil menunjukkan bahwa terdapat pengurangan nilai karbon 176,82 ton untuk seluruh wilayah Gunung Babaris dan emisi karbon monoksida (CO) sebesar 0,886 ton/ha.

Kata kunci: *Biomassa; Emisi; NDVI*

Penulis untuk korespondensi, surel: mufie_ikhsan@yahoo.com

PENDAHULUAN

Gunung Babaris yang berada di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat, yang terletak di Kecamatan Karang Intan, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan, bisa disebut sebagai bentuk miniatur dari tegakan hutan hujan tropis. Dilihat dari segi pengelolaan, sebagian besar wilayah Gunung Babaris dikelola oleh Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Hutan Pendidikan dan Pelatihan Universitas Lambung Mangkurat (ULM) yang tercantum dalam SK Menteri Kehutanan dan Lingkungan Hidup No.900/Menlhk/Setjen/PLA.0/2016 dengan luas KHDTK ULM sebesar 1.617 ha. Hutan ini sebagai kawasan konservasi, Gunung Babaris khususnya dan KHDTK Hutan Pendidikan dan Pelatihan ULM secara umum menghadapi ancaman yaitu kebakaran hutan dan lahan pada musim kemarau. Kelestarian biomassa hutan di Gunung Babaris serta keseluruhan KHDTK ULM sangat terancam akibat peristiwa kebakaran, serta berpotensi menyebabkan emisi dari karbon monoksida (CO) akibat kebakaran hutan dan lahan yang signifikan ke atmosfer.

Wilayah Gunung Babaris memiliki luasan sebesar 1.543 ha dan telah terjadi peristiwa kebakaran hutan dan lahan pada pertengahan tahun 2023 yang menyebabkan luasan yang terbakar sebesar 199,57 ha pada kawasan Gunung Babaris yang datanya didapat melalui situs geoservice.kalselprov.go.id. Terjadinya peristiwa kebakaran hutan dan lahan di KHDTK ULM terjadi pada musim kemarau yang berpengaruh terhadap kerapatan vegetasi tutupan lahan. Biomassa tegakan hutan yang terdapat pada kawasan tersebut menjadi elemen yang sangat penting bagi kelestarian lingkungan hutan tersebut. Biomassa yang tersimpan dalam tegakan merupakan hasil proses fotosintesis yang menyerap CO2 yang berasal dari atmosfer. Biomassa hutan berperan penting utamanya dalam siklus karbon, sekitar 50% dari total karbon di hutan tersimpan di dalam vegetasi. Hutan menyerap CO2 dari atmosfer melalui proses penyerapan karbon yang kemudian disimpan di berbagai bagian vegetasi. Penentuan biomassa sangat penting terutama berkaitan dengan pendugaan simpanan karbon (Brown, 1997).

Pengukuran cadangan karbon yang tersimpan penting dilakukan untuk mengetahui jumlah karbon pada suatu waktu dan perubahannya jika ada aktivitas yang menambah atau menguranginya. Penghitungan dan pemantauan karbon sangat penting, sehingga diperlukan metode yang memiliki tingkat akurasi dan ketelitian yang baik. Salah satu metode yang paling direkomendasikan untuk mengukur tegakan hutan dan cadangan karbon di tingkat lanskap adalah teknologi penginderaan jauh. Salah satu contohnya dengan menggunakan citra sentinel-2 dengan analisis indeks vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang digunakan untuk mengukur tingkat kehujauan daun dengan memanfaatkan panjang gelombang inframerah yang berfungsi sebagai dasar awal dalam pembagian wilayah vegetasi.

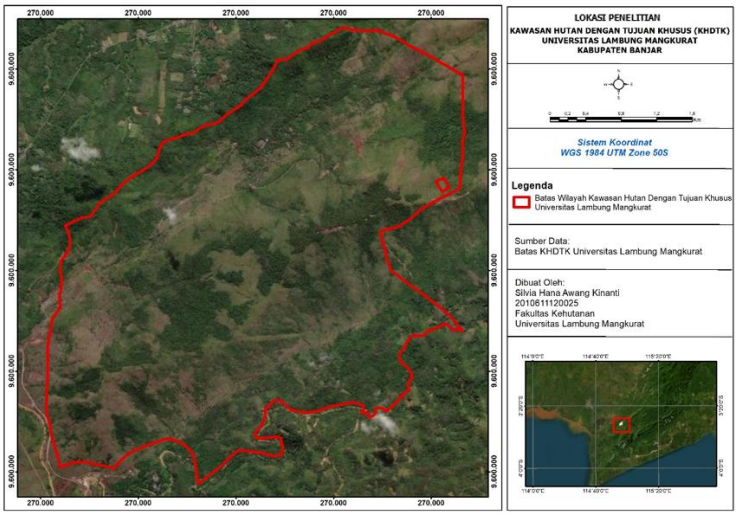
NDVI dapat memudahkan untuk melakukan perhitungan cadangan karbon pada daerah yang luas, menghemat biaya dan juga waktu. Nilai NDVI mempunyai nilai yaitu -1 hingga 1. Citra Sentinel-2 adalah salah satu citra satelit yang memiliki variasi resolusi spasial. Satelit ini dilengkapi dengan 13 band, dengan 4 band beresolusi 10 meter, 6 band beresolusi 20 meter, dan 3 band lainnya beresolusi 60 meter. Cakupan area sapuan mencapai 290 km dan frekuensi perekaman setiap 5 hari. Sentinel-2 mampu melakukan pengamatan terestrial untuk mendukung layanan seperti manajemen bencana alam, pemantauan hutan dan deteksi perubahan tutupan lahan.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun permodelan biomassa dari tegakan hutan berbasis penginderaan jauh menggunakan citra sentinel-2 dan indeks vegetasi untuk mengestimasi biomassa tegakan hutan di Gunung Babaris, Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat serta untuk mengestimasi emisi karbon pasca kebakaran hutan dan lahan. Diharapkan dapat memberikan informasi mengenai besaran potensi karbon pasca peristiwa kebakaran hutan secara keseluruhan pada Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan tepatnya di wilayah Gunung Babaris yang merupakan bagian willayah pengelolaan Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Hutan Pendidikan dan Pelatihan Universitas Lambung Mangkurat. Penelitian dilaksanakan

selama kurang lebih 4 bulan lamanya dari bulan Mei sampai dengan Agustus 2024. Lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat yang digunakan diantaranya yaitu pita ukur, GPS (*Global Positioning System*), tali rafia, kamera, *hagameter*, alat tulus, laptop dan tallysheet. Objek dari penelitian ini yaitu vegetasi tingkat tegakan yang meliputi pancang, tiang dan pohon. Penelitian ini menggunakan metode *stratified sampling* dengan alokasi proporsional untuk menentukan jumlah plot, yaitu jumlah titik sampel menyesuaikan luasan wilayah pada setiap kelas NDVI yang diolah menggunakan penginderaan jauh dengan perekaman satelit citra sentinel-2. Sebanyak 32 plot yang digunakan mencakup keseluruhan kelas indeks vegetasi. 25 plot diantaranya digunakan untuk membangun permodelan estimasi biomassa menggunakan regresi linier.

Tabel 1. Jumlah Titik Sampel

Kelas NDVI	Luas (ha)	Jumlah Plot
0,1-0,2	103,22	3
0,2-0,3	100,53	3
0,3-0,4	144,26	3
0,4-0,5	292,81	5
0,5-0,6	459,2	8
0,6-0,7	425,89	8
>0,7	17,08	2
	Total	32

Penelitian berdasarkan regresi direkomendasikan menggunakan N ≥ 25 (Jenkis. 2020). Sedangkan 7 plot lainnya digunakan sebagai uji akurasi model. Data biomassa tegakan hutan diukur secara langsung di lapangan dengan menggunakan metode *purposive sampling* dengan plot sampel yang berukuran 10x10m, menyesuaikan resolusi spasial dari citra sentinel-2. Informasi yang diambil di lapangan berupa nama jenis, diameter setinggi dada (DBH) dan tinggi pancang, tiang dan pohon yang setelah itu dikonversikan menjadi besaran volume tegakan. Prosedur dalam pengukuran estimasi biomassa dan cadangan karbon dilakukan dengan menggunakan metode *non destructive* yaitu dengan tidak merusak atau melakukan pemanenan pada

bagian tanaman, biomassa di atas permukaan dihitung menggunakan persamaan allometrik. Selanjutnya, biomassa individu total per pohon dalam Menurut Standar Nasional Indonesia [SNI] nomor 7724 (2019) Rumus penentuan biomassa dan karbon tersimpan adalah:

$$B_{ov} = V \times BJ \times BEF$$

Keterangan:
B_{ov} = Biomassa (kg)
BJ = Berat jenis kayu (kg/m^3)
V = Volume (m^3)
BEF = Biomassa *eksfaktion factor* (1,3)

Hal tersebut karena mengikuti aturan dari Badan Standarisasi Nasional Indonesia nomor 7724:2019. Penghitungan karbon dari biomassa tegakan dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$C = B \times \%\, C\ organik$$

Keterangan:
C = Karbon dari biomassa (kg)
B = Biomassa tumbuhan (kg)
C organik = Persentase karbon bahan organik (0.47)
0,47 = Faktor konversi dari standar internasional untuk pendugaan karbon

Perhitungan potensi karbon dalam jenis tegakan hutan alam dapat diestimasi sebesar 47% dari total biomassa (Aguswan, 2015). Nilai besaran karbon didapatkan dari biomassa yang dikalikan dengan presentase karbon terhadap bahan organik. Diperlukan analisis regresi yang digunakan untuk mengestimasi atau menduga dari nilai suatu variabel berdasarkan nilai variabel lainnya dan juga mengukur seberapa besar variabel bebas dapat menjelaskan variabel terkait. Variabel bebas atau X yaitu nilai NDVI, sedangkan variabel terikat atau Y yaitu nilai kandungan karbon. Analisis regresi ini menggunakan 25 plot untuk membangun permodelan. Permodelan ini menggunakan analisis regresi

linier yang menghasilkan persamaan berikut:

$$Y = a + bX$$

Keterangan:
Y = Nilai Karbon
X = Nilai NDVI
a = Konstanta
b = Koefisien Regresi

Sejumlah 7 plot sampel yang tersisa digunakan untuk uji akurasi atau validasi hasil estimasi biomassa. Penentuan 7 plot yang diuji mencakup keseluruhan indeks vegetasi yang terdapat vegetasi. Hasil estimasi biomassa tegakan hutan dari interpolasi spasial selanjutnya dibandingkan dengan informasi biomassa tegakan aktual di lapangan dari masing masing plot sampel. Metode perbandingan atau uji akurasi yang digunakan yaitu *Root Mean Square Error* (RMSE). Perhitungan RMSE dapat dilihat dibawah ini:

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

Keterangan:

Xi = Data biomassa tegakan faktual pada plot ke-i
y_i = Data biomassa tegakan pada plot ke-i hasil estimasi dari model yang dikembangkan
n = Jumlah Plot

Setelah didapatkan permodelan menggunakan persamaan regresi linier, maka model tersebut diimplementasikan untuk menghitung emisi karbon monoksida di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) ULM. Perhitungan emisi karbon dilakukan dengan menggunakan citra sentiel-2 sebelum kebakaran tahun 2023 lalu diintegrasikan dengan data karbon setelah terbakar yang sudah dilakukan permodelan regresi dan telah divalidasi. Hasil nilai karbon sebelum terbakar dilakukan perpaduan data lapangan terbaru sesuai titik plot dan nilai NDVI berdasarkan citra sentinel-2 lalu dapat menghitung kandungan emisi karbon keseluruhan kawasan KHDTK ULM.

Emisi CO = (Nilai Karbon Setelah Terbakar - Nilai Karbon Sebelum Terbakar) x 2,3

Keterangan:

2,3 = Angka ekuivalen atau konversi unsur C ke CO (massa atom C= 6 dan O= 8, CO= (1x6) + (1x8) = 14; konversinya (14:6) = 2,3)

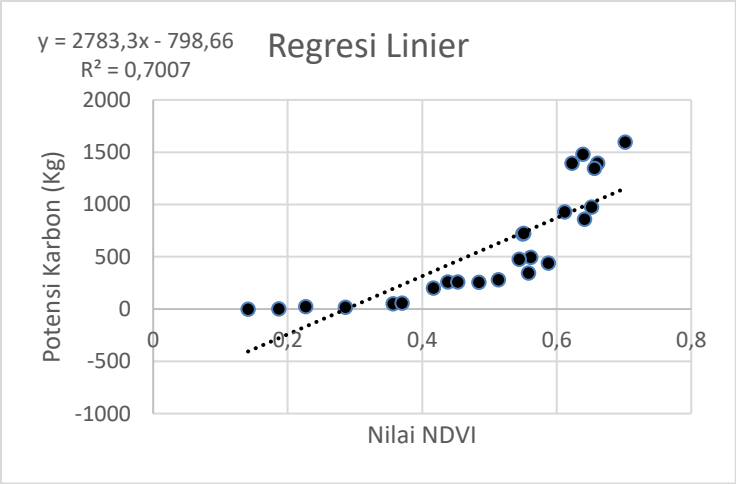
HASIL DAN PEMBAHASAN

Permodelan Biomassa Tegakan Hutan Berdasarkan Nilai NDVI

Peristiwa kebakaran hutan dan lahan yang terjadi pada tahun 2023 di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Mandiangin seluas 199,57 ha menyebabkan perubahan pada pertumbuhan dan kerapatan vegetasi. Didapati berbagai jenis vegetasi di lokasi tersebut diantaranya Akasia (*Acacia mangium*), Alaban (*Vitex pinnata*), Jambu Sekati (*Syzygium sp*.), Madang Pirawas (*Neolitsea cassia*), Kayu Kacang (*Strombosia javanica)*, Tengkook Ayam (*Nephelium sp*.), Bati-bati (*Celtis sp.)*, Bangkal Gunung (*Neuclea subdita),* dan lain-lain. Perbedaan jumlah spesies pada setiap plot dan tingkatannya dapat disebabkan oleh persaingan antar individu, baik dari spesies yang sama maupun berbeda yang berperan untuk mendapatkan nutrisi tanah, air, sinar matahari, dan ruang tumbuh antar individu. (Djayanto *et al.* 2022).

Semakin tinggi biomassa pada suatu kawasan, maka semakin besar jumlah karbon yang tersimpan di dalamnya. Menjadikan biomassa sebagai indikator penting dalam mengukur dan memahami penyimpanan karbon serta siklus karbon. Nilai NDVI yang tinggi memiliki nilai potensi karbon yang tinggi, dapat dilihat dari jumlah dan kerapatan yang ada pada kawasan tersebut. Rendahnya nilai NDVI berdasarkan observasi di lapangan pada Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) yaitu didapatkan hanya memiliki sedikit vegetasi, dikarenakan kawasan tersebut merupakan tempat terbuka dan juga pengaruh dari kebakaran hutan dan lahan yang terjadi. Seiring dengan pertumbuhan tegakan pohon, akan terjadi peningkatan biomassa dan karbon akibat penyerapan CO2 dari atmosfer melalui fotosintesis. Proses ini menghasilkan biomassa yang didistribusikan ke daun, ranting, batang dan akar, sehingga menyebabkan penambahan diameter dan tinggi pohon.

Selain dipengaruhi oleh kerapatan pohon, biomassa juga dipengaruhi oleh diameter pohon, di mana semakin besar diameter pohon, semakin tinggi pula nilai biomassa yang tersimpan (Sribianti *et al*. 2022). Hal ini menunjukkan adanya hubungan positif antara biomassa dan karbon, sehingga perubahan biomassa baik peningkatan maupun penurunan, akan berdampak pada kandungan karbon (Mardliyah *et al.* 2019). Nilai karbon tertinggi diperoleh dari vegetasi tingkat pohon, hal ini dipengaruhi potensi nilai karbon yang diperoleh dari diameter dan kerapatan suatu vegetasi. Vegetasi tingkat pohon memiliki kemampuan menyerap karbon lebih besar karena semakin besar ukuran diameter pohon maka potensi biomassa didalamnya akan semakin besar pula. Dari 25 plot sampel yang diolah untuk membangun permodelan didapatkan persamaan regresi linier seperti Gambar 2.



Gambar 2. Permodelan NDVI Dengan Nilai Karbon

Menghasilkan persamaan y = 2783,3x – 798,66 dari regresi linier. Didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7007. R^2 menentukan seberapa cocok model persamaan tersebut dengan data yang didapat. Nilai R^2 tersebut masuk dalam kategori 0.60 – 0.79 yaitu memiliki tingkat hubungan yang kuat. Hasil analisis korelasi regresi linier antara nilai indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dengan biomassa memiliki koefisien korelasi (r) yaitu sebesar 0,837 atau memiliki hubungan korelasi yang baik. Menurut (Asy'ari, *et al.* 2021) koefisien korelasi hanya meampilkan hubungan antara dua variabel dan tidak serta merta dapat menunjukkan akurasi model tersebut secara praktis, sehingga diperlukan pengujian untuk mengevaluasi akurasi model-model yang dibangun.

Model regresi dapat digunakan dalam pendugaan biomassa tegakan, seperti penelitian oleh Evan, *et al.* (2013) yang melakukan penelitian terhadap pemodelan pendugaan biomassa tegakan hutan alam menggunakan citra landsat di Kabupaten Langkat, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model yang paling baik untuk mengestimasi kandungan biomassa tegakan hutan alam yaitu dengan regresi linier. Hasil model regresi linier yang ditampilkan pada grafik di atas kemudian diuji akurasinya menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) dengan mengambil 7 plot sampel berdasarkan *stratified sampling* yang mencakup semua kelas NDVI untuk mengevaluasi seberapa baik model tersebut dapat memprediksi nilai sebenarnya. RMSE adalah metrik evaluasi yang umum digunakan dalam pengujian model regresi, yang mengukur sejauh mana kesalahan dari prediksi atau pendugaan model dalam memperkirakan nilai aktual. Semakin kecil nilai RMSE, semakin akurat kinerja model dalam memprediksi data. Hasil uji akurasi dan hasil RMSE dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Akurasi Nilai RMSE

No	No Plot	NDVI	Cadangan Karbon (kg)	Estimasi Karbon	Selisih Kuadrat
1	1	0,162	0,2970	-347,7654	121147,43
2	4	0,262	12,5753	-69,4354	6725,75
3	7	0,381	89,9778	261,7773	29515,05
4	10	0,416	260,4510	359,1928	9749,92
5	16	0,521	635,5580	651,4393	252,21
6	27	0,632	1026,7686	961,49892	4260,14
7	31	0,706	1416,0829	1166,0714	62505,70
	Rata-rata		491,673		33450,88
	RMSE				182,89

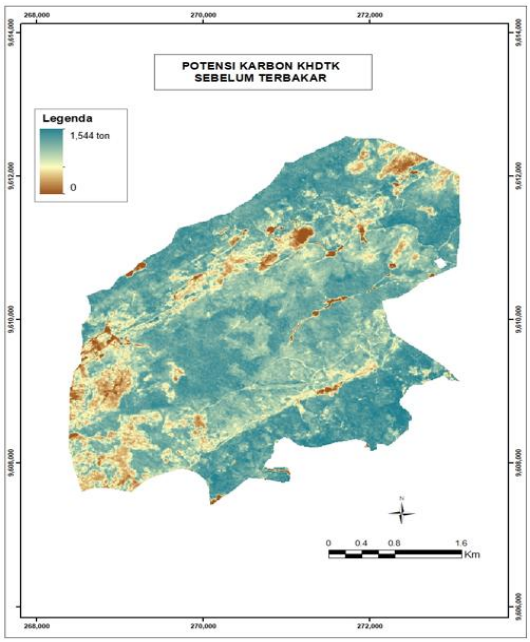
Tabel 2 menunjukkan nilai RMSE antara nilai NDVI dan nilai karbon didapatkan sebesar 182,89 kg atau setara dengan 37% yang didapat dari pembagian nilai RMSE dengan nilai rata-rata cadangan karbon aktual. Nilai RMSE yang kecil menunjukkan bahwa model memiliki tingkat kesalahan prediksi yang rendah. Nilai RMSE yang sama dengan nol berarti akurasinya 100% atau semakin akurat data yang dihasilkan (Asy'ari M, *et al.* 2022). Wiguna (2024) dalam penelitiannya menyatakan bahwa jumlah cadangan karbon didapat dari prediksi model regresi *eksponensial* menghasilkan RMSE sebesar 529.7 yang diolah menggunakan Landsat 8, sebagai model regresi terbaik yang dapat digunakan untuk wilayah KHDTK ULM. Adapun penelitian terdahulu oleh Asy'ari, *et al*. (2021) menyebutkan bahwa PSSRa (*Pigment Specific Simple Ratio*) dengan model regresi *eksponensial* merupakan model yang paling akurat dalam memperkirakan atau menduga biomassa tegakan hutan hujan tropis di Bukit Mandiangin dengan RMSE sebesar 32,62. Model-model regresi sering kali memberikan tingkat akurasi yang berbeda ketika diuji di lokasi lain.

Estimasi Emisi Karbon Tegakan Hutan

Model yang dibangun menghasilkan perubahan algoritma NDVI yang telah disesuaikan dengan data lapangan untuk estimasi emisi karbon di wilayah KHDTK Mandiangin Gunung Babaris menggunakan permodelan memakai citra wilayah sebelum kebarakan setelah kebakaran tahun 2023. Besaran potensi karbon pada kawasan sebelum terbakar di KHDTK ULM ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Potensi Karbon KDHTK ULM Sebelum Terbakar

No.	NDVI	Area (ha)	Potensi Karbon (kg)
1	0,0-0,1	0,08	0
2	0,1-0,2	1,20	0
3	0,2-0,3	3,02	1,67
4	0,3-0,4	12,00	240,09
5	0,4-0,5	58,80	2.899,18
6	0,5-0,6	156,15	11.618,88
7	0,6-0,7	471,40	49.355,31
8	>0,7	861,62	109.190,66
Jumlah		1576,93	173.305,83

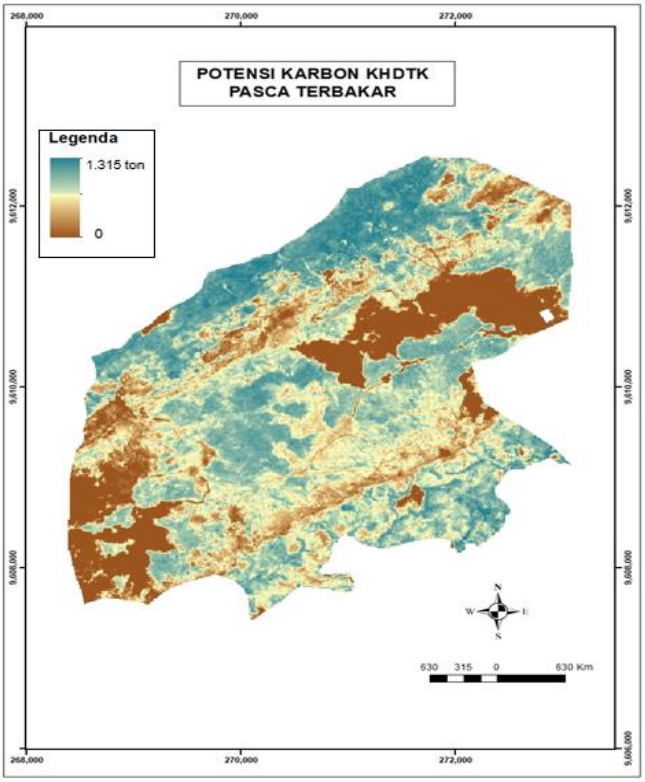


Gambar 3. Potensi Karbon Sebelum Terbakar

Tabel 3 memiliki potensi karbon secara keseluruhan wilayah sebesar 173.395,83 kg dari 1.576 ha. Potensi karbon terbesar didapatkan sebesar 109.190,66 kg pada kelas NDVI >0,7, hal tersebut didapat karena nilai NDVI yang tinggi memiliki komposisi vegetasi yang banyak dengan tinggi dan diameter yang besar sehingga volume pohon yang didapat juga besar serta memiliki kerapatan yang tinggi. Berdasarkan Gambar 3, potensi karbon tertinggi berdasarkan nilai NDVI pada kawasan sebelum terbakar yaitu sebesar 1,544 ton perpixel. Sedangkan hasil potensi karbon KHDTK ULM pasca terbakar ditampilkan pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Potensi Karbon KDHTK ULM Pasca Terbakar

No.	NDVI	Area (ha)	Potensi Karbon (kg)
1	0,0-0,1	0,13	0
2	0,1-0,2	103,04	0
3	0,2-0,3	100,65	22,31
4	0,3-0,4	144,62	2.813,92
5	0,4-0,5	292,98	13.713,67
6	0,5-0,6	468,39	34.652,34
7	0,6-0,7	436,71	43.133,60
8	>0,7	17,75	2.091,52
Jumlah		1576,93	96.427,38



Gambar 4. Potensi Karbon Pasca Terbakar

Tabel 4 menampilkan potensi karbon pasca terbakar secara keseluruhan di wilayah KHDTK ULM sebesar 96.427,38 kg. Nilai potensi karbon terbesar didapatkan pada kelas NDVI 0,6-0,7 yaitu 43,13 ha. Berdasarkan Gambar 4, potensi karbon tertinggi pasca terbakar didapatkan sebesar 1,315 ton perpixel. Hal ini dipengaruhi oleh terjadinya peristiwa kebakaran hutan dan lahan yang menyebabkan nilai potensi karbon

berdasarkan nilai NDVI menurun. Saat sebelum kebakaran, kondisi vegetasi lebih dominan dibandingkan saat setelah kebakaran sebab keadaan vegetasi menjadi jarang atau bahkan hilang sehingga didapatkan adanya kejadian kebakaran yang menyebabkan nilai di kawasan pada setiap kelas NDVI dapat berubah.

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang mengandung satu atom oksigen dan satu atom karbon, yang dilepaskan oleh pembakaran dari bahan bakar tidak sempurna dan bersifat beracun dan asap yang dihasilkan tebal serta berwarna hitam. Saat sebelum kebakaran, kondisi vegetasi lebih dominan dibandingkan saat setelah kebakaran sebab keadaan vegetasi menjadi jarang atau bahkan hilang sehingga didapatkan adanya kejadian kebakaran yang menyebabkan nilai di kawasan pada setiap kelas NDVI dapat berubah. Gas CO diproduksi karena pembakaran fosil, batu bara, minyak dan gas alam yang tidak sempurna.

Hasil dari proses pembakaran yang tidak sempurna antara karbon dengan oksigen menghasilkan emisi gas CO yang berbahaya terutama bagi kesehatan manusia. Hasil penelitian berdasarkan analisis nilai potensi karbon dari citra sentinel 2 sebelum dan pasca kebakaran hutan dan lahan tahun 2023 didapatkan pengurangan atau menandakan kehilangan nilai karbon sebesar 76.878 kg dan menunjukkan adanya emisi karbon monoksida (CO) sebesar 176.820 kg atau sebesar 176,82 ton. Gunung Babaris Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) ULM yang juga termasuk hutan tropis memiliki emisi karbon monoksida sebesar 886 kg/ha atau sama dengan 0,886 ton/ha dari luas area yang terbakar sebesar 199,57 ha. Kawasan terbanyak yang mengalami kebakaran hutan dan lahan yaitu pada wilayah dengan nilai N DVI >0,6 yang merupakan kawasan yang memiliki kerapatan vegetasi tinggi. Estimasi emisi karbon yang didapat cukup besar dikarenakan vegetasi yang terdapat di dalam kawasan nilai NDVI tersebut kehilangan nilai karbon cukup besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa permodelan yang dibangun menggunakan regresi linier dengan persamaan 2783,3*NDVI - 798,66 menghasilkan nilai koefisien determinasi (R2) sebesar 0,7007 menunjukkan bahwa model regresi memiliki kemampuan yang baik untuk menjelaskan data. Koefisien korelasi sebesar 0,837 menunjukkan hubungan yang kuat antara nilai indeks vegetasi dengan nilai karbon. Nilai RMSE yang didapat sebesar 182,89 atau setara dengan 37% yang menunjukkan bahwa model regresi linier tersebut memiliki kesalahan prediksi yang rendah. Setelah pengolahan data menggunakan citra sebelum dan setelah kebakaran didapatkan estimasi emisi karbon tegakan hutan pasca kebakaran hutan dan lahan tahun 2023 didapatkan emisi karbon monoksida (CO) sebesar 176,820 tn untuk seluruh wilayah Gunung Babaris KHDTK ULM dan emisi karbon monoksida (CO) sebesar 0,886 ton/ha untuk wilayah hutan tropis yang terbakar.

Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

Aguswan Yusuf. 2015. Estimasi Cadangan Karbon di Atas Permukaan pada Hutan Desa Buntoi Kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengeh. *Jurnal Hutan Tropika* **10** (1): 11-18.

Asy'ari M, Syam'ani, Satriadi T. 2021. Pemetaan Biomassa Tegakan Hutan Hujan Tropis di Bukit Mandiangin Menggunakan Citra Sentinel-2 MSI. *Jurnal Hutan Tropis* **9** (3): 299-309.

Asy'ari M, Syam'ani, Satriadi T. 2022. Estimasi Biomassa Tegakan Hutan Hujan Tropis di Bukit Mandiangin Menggunakan Metode Interpolasi Spasial. *Jurnal Hutan Tropis* **10** (3): 315-328.

Brown, Sandra, 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer*. (FAO Forestry Paper - 134). FAO, Rome.

Djayanto AT, Asy'ari M, Suyanto. 2022. Potensi Tegakan Hutan Alam Sekunder di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Sylva Scienteae* **05** (3): 469-479.

Jenkins DG, Quintana-Ascencio PF (2020) *A solution to minimum sample size for regressions*. PLoS ONE **15** (2): 1-15.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016. Nomor SK.900/menlhk/Setjen/PLA.0/12/2016. Tentang Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) pada kelompok hutan gunung waringin dan pegunungan babaris. Jakarta.

Mardliyah, R., R. Ario, & R. Pribadi. 2019. Estimasi simpanan karbon pada ekosistem mangrove di Desa Pasar Banggi dan Tireman, Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. J. of Marine Research, **08** (1): 62-68.

SNI. 2019. Standar Nasional Indonesia Nomor 7724. Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Sribianti, I, Daud, M., Abdullah, A. A, & Sardiawan, A. (2022). Estimasi Biomassa, Cadangan Karbon, Produksi O2 dan Nilai Jasa Lingkungan Serapan CO2 Tegakan Hutan di Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai Timur. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, **14** (1): 12-26.

Wiguna RA, Jauhari A, Asy'ari M, 2024. *Pengujian Model Cadangan Karbon pada Tegakan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat.* [Skripsi]. Banjarbaru: Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat.