

ESTIMASI NILAI CADANGAN KARBON MENGGUNAKAN ANALISIS NDVI (NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX) DI KHDTK UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

Estimated Value of Carbon Stock Using Analysis of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) in KHDTK Lambung Mangkurat University

Dea Karmila, Ahmad Jauhari, dan Rina Kanti

Jurusan Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *This research aims to determine the value of carbon stock based on the NDVI and make a connection between the value of NDVI and the value of carbon stock. This research was conducted at KHDTK Lambung Mangkurat University, South Borneo. The time needed to carry out this research for four months, from January to April, which includes research preparation, data collection and preparation of research reports. Estimation of carbon stock calculated from 47% of biomass value with trees >10 cm in diameter on three types of vegetation density. Vegetation density was predicted using the NDVI value processed using QGIS software and based on field observations. The value of NDVI at very rare densities with the range of value (0.52-0.59), at rare densities with the range of value (0.69-0.77), and at medium densities with the range of value (0.81-0.85). The value of carbon stock in three types of vegetation density each are 3.34 (ton/ha) at very rare densities, 11.61 (ton/ha) at rare densities to medium, and 32.04 (ton/ha) at medium densities. The relationship between the value of NDVI and the value of carbon stock uses the exponential regression equation model $y = 0.0304e^{8.2416x}$ and determination coefficient $R^2=0.909$. determination coefficient $R^2>0.40$ show strong relationships, thus the greater the value of R^2 between NDVI and stock carbon are better.*

Keywords: *estimation of stock carbon; densities, NDVI*

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai cadangan karbon berdasarkan nilai NDVI dan membuat hubungan nilai NDVI dengan nilai cadangan karbon. Penelitian dilaksanakan di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan. Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian ini selama 4 bulan, mulai bulan Januari sampai April, yang meliputi dari persiapan penelitian, pengumpulan data, dan penyusunan laporan hasil penelitian. Estimasi cadangan karbon dihitung dari 47% nilai biomassa pada pohon yang berdiameter >10 cm pada tiga jenis kerapatan vegetasi. Kerapatan vegetasi diprediksi dengan menggunakan nilai NDVI yang diolah menggunakan software QGIS dan berdasarkan observasi lapangan. Nilai NDVI pada kerapatan sangat jarang dengan kisaran nilai (0,52-0,59), pada kerapatan jarang dengan kisaran nilai (0,69-0,77), dan pada kerapatan sedang dengan kisaran nilai (0,81-0,85). Nilai cadangan karbon pada tiga jenis kerapatan vegetasi masing-masing adalah 3,34 (ton/ha) pada kerapatan sangat jarang, 11,61 (ton/ha) pada kerapatan jarang dan 32,04 (ton/ha) pada kerapatan sedang. Hubungan nilai NDVI dengan nilai cadangan karbon menggunakan model persamaan regresi eksponensial $y = 0,0304e^{8,2416x}$ dan koefisien determinasinya $R^2=0,909$. Koefisien determinasi $R^2>0,40$ menunjukkan hubungan yang kuat, dengan demikian semakin besar nilai R^2 maka korelasi antara NDVI dengan cadangan karbon semakin baik.

Kata kunci : estimasi cadangan karbon; kerapatan; NDVI

Penulis untuk korespondensi, surel: deakarmila031527@gmail.com

PENDAHULUAN

Hutan memberikan manfaat secara tidak langsung sebagai penyerap karbon,

peningkatan suhu muka bumi akibat meningkatnya karbon, perlu adanya perhitungan cadangan karbon untuk mengetahui seberapa besar nilai cadangan karbon dan waktu yang diperlukan serta

biaya yang tidak sedikit untuk menghitung cadangan karbon dalam areal yang luas, sehingga dipermudah dengan penginderaan jauh yaitu analisis NDVI. NDVI merupakan perhitungan dengan menggunakan citra untuk mengetahui tingkat kehijauan sebagai awal dari pembagian daerah vegetasi. Dengan menggunakan analisis NDVI ini memudahkan dalam menghitung nilai karbon dalam cakupan wilayah yang luas dengan waktu yang singkat dan dengan biaya yang relatif lebih murah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai cadangan karbon berdasarkan nilai NDVI dan membuat hubungan nilai NDVI dengan nilai cadangan karbon.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah diperolehnya data cadangan karbon dengan menggunakan analisis NDVI sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam melakukan perhitungan cadangan karbon.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di KHDTK Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan. Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian ini selama 4 bulan, yaitu mulai bulan Januari sampai dengan April 2018, yang meliputi dari persiapan penelitian, pengumpulan data, dan penyusunan laporan hasil penelitian.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Global Positioning System (GPS) untuk penentuan koordinat titik pengamatan dan software QGIS untuk analisis NDVI. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa citra landsat 8 dan pohon diareal KHDTK .

Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer yaitu citra landsat 8 dan data langsung dari lapangan. Sedangkan data sekunder seperti data keadaan umum yang diperoleh dari instansi terkait, perpustakaan, situs website, dan sumber lainnya.

Pengolahan data sebelum ke lapangan

Mengunduh Citra Landsat 8 pada laman internet USGS (United States Geological Survey) dan melakukan koreksi citra dengan koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Koreksi geometrik, yaitu proses memposisikan titik citra dengan titik pengamatan dilapangan. Sedangkan koreksi radiometrik yaitu mengkoreksi titik dari gangguan atmosfer. Kedua koreksi tersebut dapat dikoreksi secara bersama – sama dengan mengunduh Plug in SAC (Semi Automatic Classification) di QGIS. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer yaitu citra landsat 8 dan data langsung dari lapangan. Sedangkan data sekunder seperti data keadaan umum yang diperoleh dari instansi terkait, perpustakaan, situs website, dan sumber lainnya. Selanjutnya mengolah data NDVI dan menganalisis hasil NDVI.

Observasi lapangan

Observasi dilapangan digunakan untuk mengecek ulang keadaan dilapangan apakah sesuai dengan nilai NDVI yang telah dianalisis sebelumnya. Pengecekan lokasi dilakukan secara acak dengan mempertimbangkan lokasi yang memungkinkan untuk di akses.

Menentukan jumlah sampel

Jumlah plot sampling pada penelitian ini diambil 5 plot sampling pada setiap tingkat kerapatan yaitu kerapatan vegetasi jarang, kerapatan vegetasi sedang dan kerapatan vegetasi rapat. Sehingga jumlah seluruh plot sampling yang diambil adalah 15 plot.

Pembuatan plot

Pembuatan plot pengukuran yaitu dengan ukuran 20 m x 50 m berdasarkan Whittaker (1997) dan Shmida (1984) sehingga luas plotnya 1000 m². Bentuk plot pengukuran berbentuk persegi panjang.

Pengukuran diameter dan tinggi pohon

Data pohon yang diambil di lapangan meliputi diameter dan tinggi. Diameter pohon yang akan diambil yaitu ≥ 10 cm yang diukur dari DBH (diameter breast high) atau diameter setinggi dada. Untuk menyamakan perhitungan, maka DBH yang digunakan adalah 1,3 meter, sehingga

perhitungan keliling pohon dilakukan pada ketinggian 1,3 meter dari tanah. Selanjutnya berdasarkan nilai keliling tersebut akan diperoleh diameternya.

Menghitung biomassa pohon

Menghitung biomassa dengan menggunakan Persamaan Allometrik menurut Chave et.al (2005). Dalam penelitian Potensi Biomassa Karbon Hutan Alam dan Hutan Bekas Tebangan Setelah 30 Tahun di Hutan Penelitian Malinau Kalimantan Timur (Samsudin et.al.,2009) juga digunakan persamaan ini untuk dibandingkan dengan persamaan Brown (1997) yang hanya menggunakan satu parameter yaitu DBH saja, sedangkan persamaan Chave et.al (2005) sudah melibatkan 3 parameter berat jenis kayu, DBH, dan tinggi pohon sehingga akurasi persamaan Chave et.al (2005) dalam estimasi biomassa menjadi lebih baik. Untuk perhitungan biomassa di hutan alam menggunakan rata-rata berat jenis kayu sebesar 0,68 gr/cm³ atau 680 kg/m³ (Rahayu et.al, 2006).

$$Y = 0,0509 \times \rho \times DBH^2 \times T$$

Keterangan:

Y = Total biomassa (kg)
 DBH = Diameter setinggi dada (cm)
 ρ = Berat jenis kayu (g/cm³)
 T = Tinggi (m)

Menghitung karbon

Penghitungan cadangan karbon dilakukan setelah mendapatkan data biomassa dikalikan dengan 0,47 untuk mendapatkan estimasi stok karbonnya. Hal tersebut karena mengikuti aturan dari SNI 7724:2011. Penghitungan karbon dari biomassa pohon menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

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

Perhitungan kandungan karbon per hektar dapat dihitung menggunakan persamaan menurut SNI (2011) sebagai berikut:

$$Cn = \frac{Cx}{1000} \times \frac{10000}{lplot}$$

Keterangan:

Cn = Kandungan karbon per hektar (ton/ha)
 Cx (Cb) = Kandungan karbon (kg)
 Lplot = Luas plot (m²)

Analisis korelasi dan regresi

Menurut Riduwan (2011) Uji hubungan antara dua variabel atau lebih yang digunakan untuk mengetahui derajat hubungan dan kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat (misalnya X dan Y) maka harus dilakukan analisis korelasi. Analisis regresi dilakukan untuk mengestimasi nilai dari suatu variabel berdasarkan nilai variabel lainnya, yaitu suatu variabel terikat (dependent variable) atau Y berdasarkan suatu variabel bebas (independent variable) atau X dalam persamaan linear (Sunardi, 2009). Persamaan non linear seperti regresi eksponensial digunakan untuk mendapatkan garis lengkung. Ukuran kekuatan pengaruh suatu variabel ditentukan dengan menggunakan besarnya nilai koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi (R²). Koefisien korelasi dicari dengan rumus :

$$r = \frac{(n \sum x \cdot \ln y) - (\sum x)(\ln \sum y)}{\sqrt{[(n \sum x^2) - (\sum x)^2](n \sum \ln y^2) - (\sum \ln y)^2}}$$

Keterangan:

r = koefisien korelasi
 n = jumlah plot sampel
 x = nilai NDVI
 y = nilai karbon

Hubungan atau korelasi nilai NDVI dengan cadangan karbon dengan membuat suatu persamaan regresi non linear $y = ae^{bx}$, yang dapat diperoleh dari

$$B = \frac{n \sum x \cdot \ln y - \sum x \cdot \sum \ln y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$A = \frac{\sum \ln y}{n} - B \cdot \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

x = nilai NDVI
 y = nilai karbon
 n = besarnya populasi sampel
 A = ln a
 B = b

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi cadangan karbon berdasarkan nilai NDVI

Nilai NDVI

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) adalah metode standar dalam membandingkan tingkat kehijauan vegetasi pada satelit. Sulastri (2015) menjelaskan nilai NDVI yang memiliki nilai negatif menunjukkan tingkat vegetasi yang rendah. Sedangkan nilai NDVI yang memiliki nilai

positif menunjukkan tingkat vegetasi hijau yang tinggi.

Penentuan titik koordinat sampel dilapangan dilakukan berdasarkan nilai NDVI yang telah dianalisis sebelumnya. Penentuan ini dilakukan secara acak dengan mempertimbangkan lokasi yang mudah untuk diakses. Observasi dilakukan untuk mengecek ulang keadaan dilapangan apakah sesuai dengan nilai NDVI yang telah dianalisis. Hasil observasi di lapangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Nilai NDVI Observasi dilapangan

No Sampel	Nilai NDVI	Koordinat		Hasil Analisis	Observasi Dilapangan
		x	y		
1	0,52	271942	9612324	Berhutan	Sangat Jarang
2	0,58	271988	9612312	Berhutan	Sangat Jarang
3	0,59	271994	9612203	Berhutan	Sangat Jarang
4	0,56	271907	9612150	Berhutan	Sangat Jarang
5	0,56	271845	9612144	Berhutan	Sangat Jarang
6	0,75	270502	9611547	Berhutan	Jarang
7	0,77	270713	9611406	Berhutan	Jarang
8	0,73	270792	9611813	Berhutan	Jarang
9	0,73	271153	9611788	Berhutan	Jarang
10	0,69	271269	9612215	Berhutan	Jarang
11	0,84	271736	9612335	Berhutan	Sedang
12	0,85	271657	9612217	Berhutan	Sedang
13	0,84	271570	9612072	Berhutan	Sedang
14	0,81	271477	9611923	Berhutan	Sedang
15	0,83	271271	9611885	Berhutan	Sedang

Sumber: Hasil observasi lapangan

Tabel 1 menunjukan bahwa hasil analisis sesuai dengan hasil pengamatan di lapangan secara langsung. Seperti pada titik sampel 1 pada nilai NDVI 0,52 hasil analisis menunjukkan adanya vegetasi dan setelah di observasi secara langsung benar adanya vegetasi di titik tersebut. Berdasarkan observasi lapangan, maka nilai NDVI yang

telah dianalisis dapat diklasifikasikan menurut jenis kerapatan vegetasinya. Klasifikasi nilai NDVI diperlukan karena nilai NDVI memiliki nilai yang subjektif, sehingga diperlukan proses observasi lapangan tersebut. Hasil klasifikasi nilai NDVI berdasarkan observasi lapangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil klasifikasi nilai NDVI berdasarkan observasi lapangan

Kelas Tutupan Lahan	Nilai NDVI	Keterangan
1	(-1) - 0	Badan Air
2	0 - 0,3	Lahan Terbuka
3	0,3 - 0,5	Semak Belukar
4	0,5 - 0,6	Vegetasi Sangat Jarang
5	0,6 - 0,8	Vegetasi Jarang
6	0,8 - 1	Vegetasi Sedang

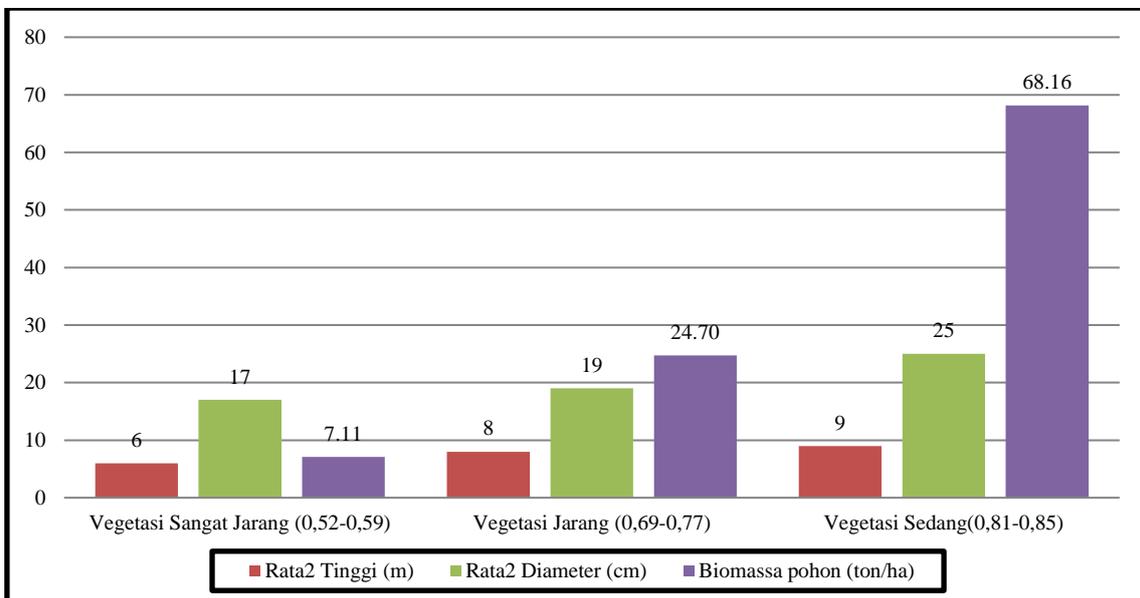
Sumber : Pengolahan data dan observasi lapangan

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil klasifikasi nilai NDVI dapat dikelompokkan menjadi 6 kelas, yaitu kelas 1 dengan nilai NDVI kisaran (-1)-0 menunjukkan badan air, kelas 2 dengan nilai NDVI kisaran 0-0,3 menunjukkan lahan terbuka, kelas 3 dengan nilai NDVI kisaran 0,3-0,5 menunjukkan semak belukar, kelas 4 dengan nilai NDVI kisaran 0,5-0,6 menunjukkan vegetasi sangat jarang, kelas 5 dengan nilai NDVI kisaran 0,6-0,8 menunjukkan vegetasi jarang, dan kelas 6 dengan nilai NDVI kisaran 0,8 - 1 menunjukkan vegetasi sedang. Proses pengelompokkan

menggunakan *software* QGIS dapat dilihat pada metode penelitian sebelumnya.

Biomassa pohon

Hasil pengukuran dilapangan berupa diameter pohon >10 cm, tinggi pohon, dan jenis pohon dapat dilihat pada Lampiran 2, 3, dan 4. Hasil pengukuran di lapangan dimasukkan ke dalam rumus allometrik untuk mendapatkan biomassa pohon yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: Hasil pengolahan data lapangan

Gambar 1. Biomassa pohon >10 cm pada 3 jenis kerapatan vegetasi

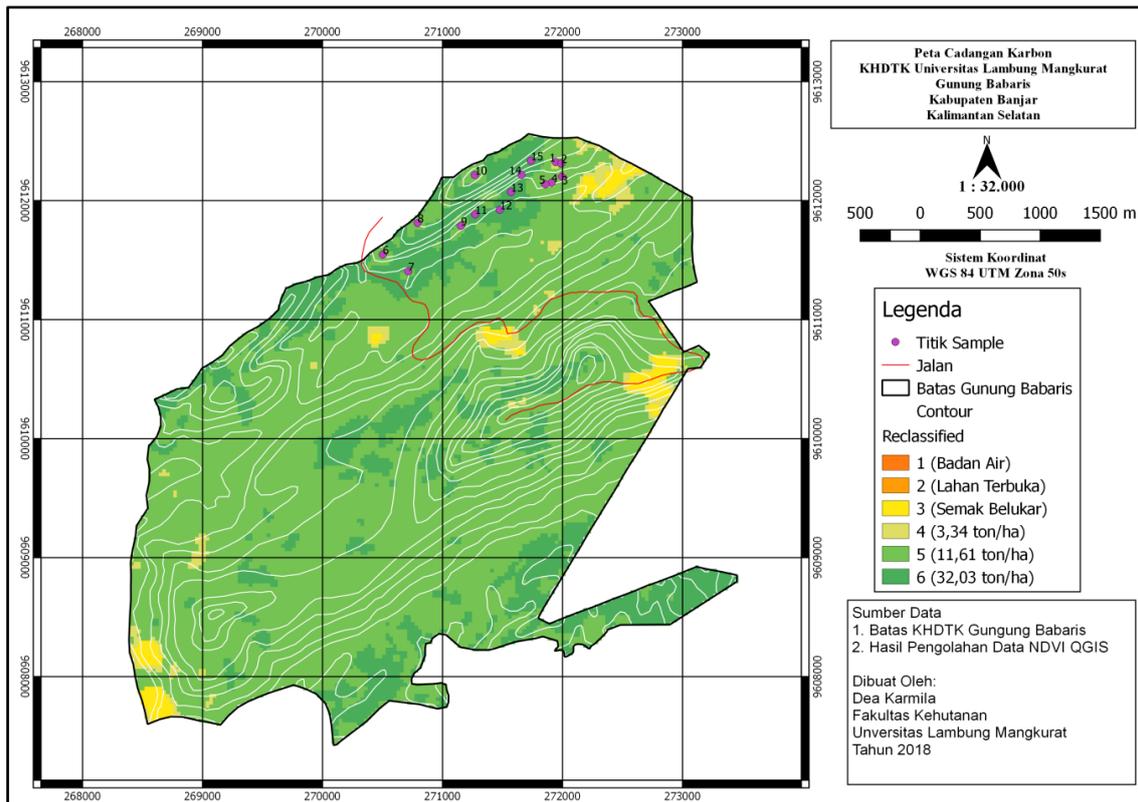
Gambar 1 menunjukkan bahwa biomassa yang terkandung pada jenis kerapatan vegetasi sangat jarang sebesar 7,11 ton/ha, pada jenis kerapatan vegetasi jarang kandungan biomasannya sebesar

24,70 ton/ha, dan pada jenis kerapatan vegetasi sedang biomassa yang terkandung sebesar 68,16 ton/ ha. Dari gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa adanya rentang nilai terbesar dan terkecil antara kandungan

biomassa pada jenis kerapatan vegetasi rapat dengan kandungan biomassa pada jenis kerapatan vegetasi jarang. Perbedaan nilai kandungan biomassa tersebut dipengaruhi oleh diameter dan tinggi tegakan. Semakin besar diameter dan tinggi, maka semakin besar biomassa.

Nilai cadangan karbon

Data biomassa yang telah diolah menggunakan rumus allometrik selanjutnya diolah menjadi data nilai cadangan karbon. Hal tersebut karena mengikuti aturan dari SNI 7724:2011 bahwa 47% dari biomassa ialah karbon. Hasil nilai estimasi cadangan karbon pada 3 jenis kerapatan vegetasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai estimasi cadangan karbon pada 3 jenis kerapatan vegetasi

Gambar 10 menunjukkan bahwa pada jenis kerapatan vegetasi sangat jarang estimasi nilai cadangan karbonnya yaitu 3,34 ton/ha dengan kisaran nilai NDVI (0,52-0,59). Pada jenis kerapatan vegetasi jarang estimasi nilai cadangan karbonnya yaitu 11,61 ton/ha dengan kisaran nilai NDVI (0,69-0,77). Pada jenis kerapatan vegetasi sedang estimasi nilai cadangan karbonnya 32,03 ton/ha dengan kisaran nilai NDVI (0,81-0,85).

Estimasi nilai cadangan karbon pada 3 jenis kerapatan vegetasi dari data di atas dipengaruhi oleh tipe dan kondisi ekosistemnya sesuai dengan pernyataan Hairiah et al (2001), bahwa potensi

penyerapan karbon oleh ekosistem tergantung pada tipe dan kondisi ekosistemnya yaitu komposisi jenis, struktur, dan sebaran umur (khusus untuk hutan). Suatu sistem penggunaan lahan yang terdiri dari pohon dengan spesies yang mempunyai nilai kerapatan kayu tinggi, biomasnya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan lahan yang mempunyai spesies dengan nilai kerapatan kayu rendah. Disisi lain, jumlah cadangan karbon pada dasarnya selain dipengaruhi oleh struktur dan komposisi vegetasi penyusun lahan hutan/dusung juga dipengaruhi oleh besarnya nilai diameter batang dari vegetasi itu sendiri. Dahlan, et al (2005) menjelaskan bahwa total kandungan

karbon sangat dipengaruhi oleh diameter pohon dan kerapatan namun faktor kerapatan tidak memberikan total karbon apabila diameter pohonnya kecil.

Hubungan nilai NDVI dengan estimasi cadangan karbon.

Analisis korelasi dan regresi

Analisis statistik yang digunakan adalah analisis korelasi dan analisis regresi. Analisis korelasi digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antara variabel, dimana pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah nilai indeks vegetasi (NDVI) yang

digunakan dan nilai kandungan karbon pada masing-masing sampel. Besarnya koefisien korelasi bergerak antara -1 sampai 1. Sedangkan analisis regresi digunakan untuk mengukur seberapa besar variabel bebas mampu menjelaskan variabel terikat, dimana yang menjadi variabel bebas adalah nilai indeks vegetasi yang digunakan dan yang menjadi variabel terikat adalah nilai kandungan karbon pada masing-masing sampel. Perhitungan cadangan karbon dari pengukuran dilapangan dengan nilai NDVI dapat dilihat pada Tabel 3.

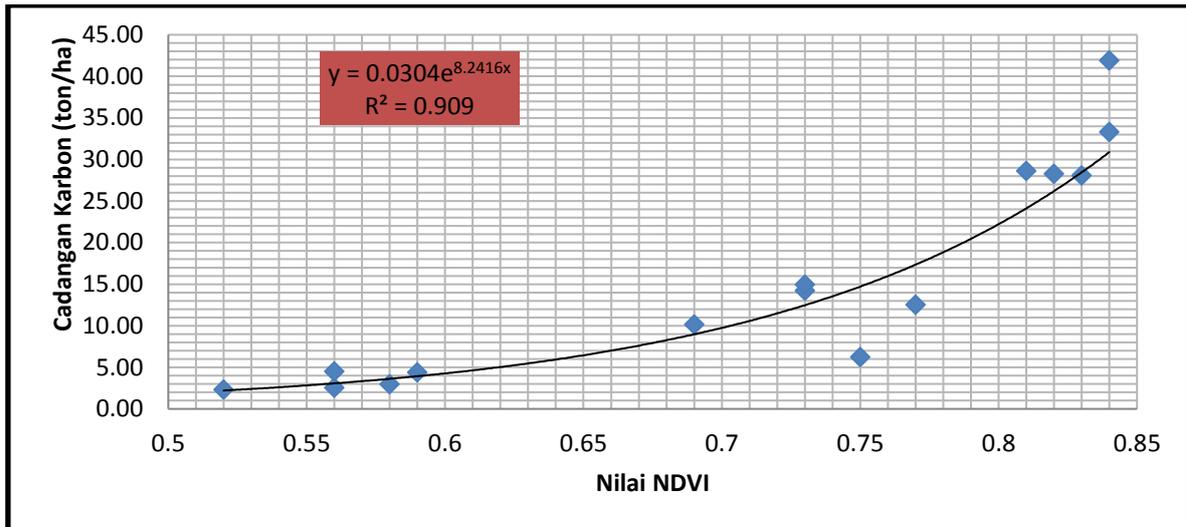
Tabel 3. Hubungan Regresi NDVI dengan Cadangan Karbon dilapangan

No sampel	x (NDVI)	y (Cadangan Karbon ton/ha)	ln x	ln y	x ln y	x ²	y ²	xy	ln y ²
1	0,52	2,30	-0,654	0,833	0,433	0,27	5,29	1,2	0,6939145
2	0,58	2,95	-0,545	1,082	0,628	0,34	8,71	1,71	1,171357
3	0,59	4,41	-0,528	1,483	0,875	0,35	19,42	2,6	2,1996907
4	0,56	2,54	-0,58	0,933	0,522	0,31	6,46	1,42	0,8697872
5	0,56	4,50	-0,58	1,504	0,842	0,31	20,26	2,52	2,2626534
6	0,75	6,21	-0,288	1,827	1,37	0,56	38,59	4,66	3,3362082
7	0,77	12,53	-0,261	2,528	1,947	0,59	157,09	9,65	6,3928587
8	0,73	14,22	-0,315	2,655	1,938	0,53	202,19	10,4	7,0468719
9	0,73	14,94	-0,315	2,704	1,974	0,53	223,22	10,9	7,3120934
10	0,69	10,14	-0,371	2,317	1,598	0,48	102,85	7	5,3668247
11	0,83	28,09	-0,186	3,335	2,768	0,69	789,17	23,3	11,125483
12	0,81	28,63	-0,211	3,354	2,717	0,66	819,73	23,2	11,252576
13	0,84	33,28	-0,174	3,505	2,944	0,71	1107,68	28	12,2851
14	0,82	28,27	-0,198	3,342	2,74	0,67	799,32	23,2	11,168173
15	0,84	41,91	-0,174	3,736	3,138	0,71	1756,50	35,2	13,954258
Σ	10,62	234,9	-5,38	35,14	26,44	7,71	6056,47	185	96,4379
Rata2	0,708	15,66	-0,359	2,343					

Sumber: Pengolahan data

Data Tabel 3 di gunakan untuk membuat suatu persamaan regresi non linier yaitu regresi eksponensial agar diketahui hubungan anatara nilai NDVI dengan nilai

cadangan karbon. Hubungan antara nilai NDVI dengan nilai cadangan karbon dapat digambarkan secara grafik pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Nilai NDVI dengan cadangan karbon

Gambar 3 menunjukkan persamaan regresi $y = 0,0304e^{8,2416x}$ dan koefisien determinasinya $R^2 = 0,909$. Dengan demikian, semakin besar nilai R^2 menunjukkan bahwa korelasi antara indeks vegetasi dengan biomassa semakin baik. (Young, 1982 dalam Rakhmawati (2012) menyatakan bahwa hubungan yang kuat apabila nilai koefisien $R^2 \geq 0,4$.

Hasil perhitungan koefisien korelasi diperoleh nilai $r = 0,953405$. Harga r tabel untuk kesalahan 5 % dengan $n = 15$ diperoleh 0,514. Karena r hitung lebih besar daripada r tabel ($0,953405 > 0,514$) maka dapat disimpulkan adanya hubungan positif antara nilai lapangan dengan nilai NDVI. Dan diperkuat lagi menurut 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.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: (1) Besarnya cadangan karbon pada 3 jenis kerapatan vegetasi masing-masing adalah 3,34 (ton/ha) pada kerapatan sangat jarang dengan kisaran nilai NDVI (0,52-0,59), 11,61 (ton/ha) pada kerapatan jarang dengan kisaran nilai NDVI

(0,69-0,77), dan 32,03 (ton/ha) pada kerapatan sedang dengan kisaran nilai NDVI (0,81-0,85).

Saran

Peneliti menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui nilai cadangan karbon di bawah permukaan dan cadangan karbon tanah sehingga menghasilkan nilai cadangan karbon secara keseluruhan pada areal KHDTK Universitas Lambung Mangkurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, Sandra. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. Forestry Paper 134. FAO.USA
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D. 2005. Tree Allometry and Improved Estimation Of Carbon Stocks. *Oecologia* :87-99
- Dahlan S., Surati Jaya I.N., Istomo. 2005. Estimasi Karbon Tegakan Acacia Mangium Wild Menggunakan Citra Landsat ETM+ dan SPOT-5 : Studi Kasus di BPKH Parung Panjang KPH Bogor. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV. Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa.

- Hairah K., Ekadinata A., Sari R.R., Rahayu S. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon : dari tingkat lahan ke bentang lahan. Petunjuk Praktis. Edisi Kedua. Bogor, World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, Universitas Brawijaya (UB), Malang.
- Rahayu, S., B. Lusiana, dan M. Van Noordwijk. 2006 .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).
- Rakhmawati, M. 2012. Pemanfaatan Citra Landsat untuk Estimasi Biomassa Atas Permukaan dari Berbagai Penutupan Lahan dengan Pendekatan Indeks Vegetasi. IPB. Bogor.
- Riduwan. 2011. Dasar-dasar Statistika. Bandung:Alfabeta
- Samsoedin, I., I Wayan Susi Dharmawan, dan Chairil Anwar Siregar. 2009. Potensi Biomassa Karbon Hutan Alam dan Hutan bekas Tebangan Setelah 30 Tahun di Hutan penelitian Malinau Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. VI No. 1: 47-56.
- [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.
- Sulastrri. 2015. Biomassa Karbon Pohon yang Tersimpan di Arboretum Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Tengah Kota Palu. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Untad.
- Sunardi Nur. 2009. Pengantar Statistika. Jakarta: Bumi Aksara.
- Whittaker RH. 1977. Evolution of species diversity on land communities. *Evolutionary Biology*. 10: 1-67.
- Yaya IU, Sulistyawati E, Hakim DM, dan Harto AB. 2005. Korelasi Stok Karbon Dengan Karakteristik Spektral Citra Landsat : Studi Kasus Gunung Papandayan. Di dalam: Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV; Gedung Rektorat Lt. 3 Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 14-15 September 2005. Surabaya. 1-12.