

HUBUNGAN PENDUGAAN CADANGAN KARBON PADA TEGAKAN JATI MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DAN PENGUKURAN LAPANGAN

Relationship of Carbon Stock Estimation on Teak Using Remote Sensing and Field Measurement

Izzuddin Al Qassam, Cahyo Prayogo *

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

*penulis korespondensi: cahyoprayogo@yahoo.com

Abstract

This study was conducted to find out the potential of Landsat 8 OLI / TIRS image to estimate carbon stock and the leverage from image recording scene to its result from estimated carbon stock afterward. This research was conducted at KHDTK Cemoro-Modang. Retrieval and data processing conducted from January to April 2017. There were various data taken during field observation such as diameter at breast height (DBH) in each plot sample, the sample plot represents the Age Class (KU) of teak (*Tectona Grandis* L) with KU 1, KU2, KU3, KU4, KU5, and KU6. The study used a single channel band of Near Infrared (NIR / Band 5), Shortwave Infrared (SWIR / Band 6 and 7 from Landsat 8 OLI / TIRS and also some vegetation indexes which are Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Simple Ratio (SR), Transformed Difference Vegetation Index (TDVI), Perpendicular Vegetation Index (PVI), Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), Optimized Soil Adjusted Vegetation Index (OSAVI), Visible Atmospherically Resistant Index (VARI) and Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI). The results of this study showed that Landsat 8 OLI / TIRS image data could be use to estimated carbon stock in landscape of teak stand (*Tectona Grandis* L), with the model of the best equation is TDVI vegetation index. The equation of the regression test is $Y = -3590,557 x + 4033,062$ where Y is the carbon value and x is the spectral value of TDVI.

Keywords: *carbob stock, Landsat 8 OLI/TIRS, remote sensing*

Pendahuluan

Lebih dari satu dekade lalu pengukuran cadangan karbon dilakukan dengan cara pengumpulan data di lapangan (Malhi *et al*, 2006). Data yang dikumpulkan biasanya berupa diameter pohon, tinggi, dan kepadatan kayu yang selanjutnya di olah menggunakan model alometrik. Model allometrik merupakan data persamaan yang diambil dari hasil panen dan berat pohon untuk menentukan biomassa tanaman. Metode yang paling akurat untuk perhitungan biomassa adalah metode destruktif dengan cara pemotongan pohon dan menimbang berat dari bagian-bagiannya (Basuki *et al*, 2009). Pengukuran cadangan karbon menggunakan metode destruktif pada

akhirnya akan membutuhkan seluruh biomassa hasil panen di setiap plot, hal ini akan membutuhkan waktu dan tenaga yang sangat besar, sehingga sangat jarang dilakukan dan sangat tidak efektif dilakukan di skala luas (Colgan *et al*, 2013). Seiring berkembangnya teknologi, pengukuran cadangan karbon dapat dilakukan dengan bantuan penginderaan jauh (pesawat dan satelit) (Asner *et al*, 2010). Pendugaan cadangan karbon ini biasanya dibandingkan dengan data dari pengukuran di lapangan.

Pendekatan dengan menggunakan penginderaan jauh yang lebih akurat dalam memprediksi cadangan karbon akan sangat penting untuk pemetaan dan monitoring cadangan karbon. Beberapa teknologi

penginderaan jauh yang sering digunakan dalam pendugaan cadangan karbon adalah Indeks Vegetasi, Landsat, LiDAR dan ALOS. Salah satu jenis tanaman yang dianggap penting untuk dihitung cadangan karbonnya adalah jati (*Tectona grandis* LINN). Hutan jati yang sebagian besar terdapat di pulau Jawa, pengelolaannya telah lama dilakukan oleh PT. Perhutani yang mengelola hutan jati seluas 2,6 juta ha (Asosiasi Meubel Indonesia, 2001 dalam Siregar, 2003). Pada penelitian yang dilakukan Basuki *et al* (2008) dengan menggunakan metode destruktif didapatkan hasil bahwa umur tegakan jati berkorelasi positif dengan tingkat pengurangan emisi gas karbon, dengan umur jati yang tergolong tua (dapat mencapai 80 tahun) simpanan cadangan karbon pada tegakan jati termasuk sangat tinggi.

Untuk meminimalisir waktu dan biaya diperlukan metode lain dalam pengukuran cadangan karbon pada hutan jati. Salah satunya adalah dengan metode penginderaan jauh. Salah satu penelitian yang telah dilakukan untuk pendugaan cadangan karbon dengan menggunakan penginderaan jauh pada tegakan hutan tanaman jati telah dilakukan oleh Purwanto *et al* (2009), penelitian tersebut dilakukan di BKPH Pasarsore KPH Cepu, Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah dengan menggunakan data landsat 7 ETM+. Tetapi, penelitian ini belum menggunakan pertimbangan musim dalam data citra yang digunakan, hal ini dianggap penting karena tanaman jati merupakan tanaman yang memiliki mekanisme adaptasi terhadap lingkungan kering dengan cara mengugurkan daun (Siregar, 2003). Hal ini akan mempengaruhi kenampakan citra dari hutan tanaman jati sehingga mempengaruhi hasil perhitungan cadangan karbon dengan bantuan citra satelit.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) untuk mendapatkan hubungan (persamaan) pendugaan cadangan karbon pada tegakan hutan tanaman jati dari data citra Landsat 8 OLI/TIRS yang telah dibandingkan dengan cadangan karbon aktual hasil pengukuran di lapangan; dan (2) Mengetahui waktu scene perekaman yang sesuai untuk estimasi cadangan karbon pada tegakan hutan tanaman jati.

Metode Penelitian

Lokasi dan waktu

Penelitian ini dilakukan di Kawasan hutan dengan tujuan khusus (KHDTK) Cemoro Modang kabupaten Cepu, Jawa Tengah. KHDTK Cemoro Modang mempunyai luas seluruhnya 1.311,6 ha terletak pada areal hutan produksi Jati. Menurut pewilayahan Perhutani, KHDTK Cemoro-Modang termasuk dalam pangkuan KPH Cepu Perum Perhutani Unit I Jateng. Secara detil yaitu dalam pengelolaan BKPH Cabak (wilayah RPH Cabak, RPH Kemuning dan RPH Pengkok) dan BKPH Pasarsore (wilayah RPH Pasarsore dan RPH Ngawenan); Berdasarkan letak geografis berada pada 111° 32' - 111° 33' BT, dan 7° 03' - 7° 05' LS.. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - April 2017.

Pengolahan citra

Penelitian ini menggunakan dua data citra satelit yang mewakili perbedaan musim, yaitu citra landsat 8 OLI/TIRS 119/65 scene perekaman 12 Agustus 2016 untuk mewakili musim kemarau dan 8 Maret 2017 untuk mewakili musim penghujan. Data citra selanjutnya dilakukan *pre-processing* pengolahan citra, berupa koreksi radiometrik untuk merubah nilai *Digital Number* (DN) citra menjadi nilai reflektan dan pemotongan citra sesuai batas KHDTK Cemoro Modang. Hasil dari *pre-processing* pengolahan citra selanjutnya dilakukan transformasi indeks vegetasi dengan menggunakan indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) *Simple Ratio* (SR), *Transformed Difference Vegetation Index* (TDVI), *Perpendicular Vegetation Index* (PVI), *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI), *Optimized Soil Adjusted Vegetation Index* (OSAVI), *Visible Atmospherically Resistant Index* (VARI), dan *Green Normalized Difference Vegetation Index* (GNDVI). Persamaan untuk masing-masing indeks vegetasi yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Reclass NDVI} &= 50 * (d-c) / (d+c) + 50 \\ \text{SR} &= d/c \\ \text{TDVI} &= \sqrt{0,5 + ((d-c) / (d+c))} \\ \text{PVI} &= \sqrt{(0,355d - 0,149c)^2 + ((0,355c - 0,852d)^2)} \\ \text{SAVI} &= (1,5 * (d-c)) / (d+c+0,5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OSAVI} &= (1,5*(d-c))/(d+c+0,16) \\ \text{VARI} &= (b-c)/(b+c-a) \\ \text{Reclass} &= 50 * (d-b)/(d+b) + 50 \\ \text{GNDVI} & \end{aligned}$$

dimana: a = Band 2 (*Blue*), b = Band 3 (*Green*), c = Band 4 (*Red*), d = Band 5 (*Nearinfrared*)

Kerja lapangan

Kerja lapangan dimulai dengan penentuan sampel plot, sampel plot ditentukan berdasarkan data persebaran tutupan lahan dengan kelas umur (KU) tegakan jati yang berbeda di lapangan. Plot yang diukur berjumlah 24 plot. Jumlah tersebut merupakan 4 kali ulangan dimana 18 plot (3 ulangan) digunakan untuk mengembangkan model regresi dan 6 plot (1 ulangan) sisanya untuk validasi. Pemilihan ulangan bertujuan untuk mewakili dari masing-masing KU tegakan jati yaitu KU1, KU2, KU3, KU4, KU5 dan KU6. Sampel di lapangan berupa plot pengukuran berukuran 20 x 20 meter. Data tegakan jati yang diambil di lapangan meliputi diameter batang, dan jumlah pohon dalam setiap plot pengukuran. Diameter yang digunakan adalah DBH (*Diameter Breast High*) atau diameter setinggi dada setinggi 1,3 m diatas permukaan tanah. Data koordinat dari tengah plot juga direkam untuk menentukan posisi dari plot tersebut. Hasil DBH yang diukur dilapangan selanjutnya dilakukan perhitungan karbon dengan menggunakan persamaan alometrik. Persamaan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan persamaan yang dikhususkan untuk jenis tanaman jati (*Tectona grandis* Linn) yang telah diukur dalam penelitian sebelumnya oleh BP2TPDAS (Purwanto *et al* (2009)). Rumus dari persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{BKT} = 0,4158 * \text{DBH}^{2,0878}$$

Dimana:

$$\text{BKT} = \text{Biomassa (kg)}$$

$$\text{DBH} = \text{Diameter setinggi dada (cm)}$$

Biomassa pohon yang dihasilkan dari persamaan alometrik diubah menjadi cadangan karbon dengan mengasumsikan bahwa 50% biomassa terdiri dari karbon (IPCC, 2003 dalam Basuki dan Wahyuningrum, 2013). Oleh karena itu dalam penelitian ini juga menggunakan asumsi 50% dari total biomassa jati merupakan kandungan karbon tegakan jati.

Analisis data

Pada tahap analisis data, dilakukan proses ekstraksi nilai spektral *digital number* dari saluran band tunggal *Near Infrared* (NIR/Band 5), *Shortwave Infrared* (SWIR/Band 6 dan 7) dan indeks vegetasi untuk semua sampel plot yang digunakan. Selanjutnya dilakukan uji regresi linear pada 18 plot model regresi. Persamaan terbaik akan dilanjutkan dengan uji validasi menggunakan uji T dua sampel berpasangan (*Paired-Sample T test*) pada 6 plot validasi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran karbon di lapangan

Hasil perhitungan karbon lapang di bedakan menjadi dua plot yaitu plot untuk model regresi (18 plot) dan plot untuk validasi (6 plot) disajikan dalam Tabel 1.

Hasil uji regresi band tunggal

Berdasarkan hasil uji regresi linear dapat diketahui hubungan antara karbon pengukuran lapangan pada plot model regresi dengan nilai spektral citra band tunggal *Near Infrared* (NIR/Band 5) dan *Shortwave Infrared* (SWIR/Band 6 dan 7) scene perekaman 12 Agustus 2016 (Tabel 2.) dan 8 Maret 2017 (Tabel 3). Hasil dari uji regresi didapatkan nilai koefisien korelasi (R) dan koefisien determinasi (R²) terbaik untuk scene perekaman musim kemarau adalah band 5 (NIR) dan musim penghujan band 6 (SWIR 1) dengan nilai signifiansi yang nyata (dibawah taraf 0,05). Hal ini menunjukkan hubungan yang kuat dan signifikan nyata antara cadangan karbon pengukuran lapangan dengan nilai spektral band tunggal yang diujikan. Hasil persamaan regresi dari band 5 musim kemarau dan band 6 musim penghujan selanjutnya dilakukan uji validasi dengan uji T dua sampel berpasangan (*Paired-Sample T test*) pada plot validasi.

Hasil uji regresi indeks vegetasi

Berdasarkan hasil uji regresi linear dapat diketahui hubungan antara data karbon lapangan dengan data transformasi indeks vegetasi citra landsat 8 OLI/TIRS pada scene perekaman 12 Agustus 2016 (Tabel 4.) dan 8 Maret 2017 (Tabel 5).

Tabel 1. Estimasi karbon pada pengukuran lapangan

Plot	No	Kelas Umur	DBH rata-rata (cm)	Estimasi Karbon (t ha ⁻¹)	Jumlah Pohon per plot
Plot Model Regresi	1	KU 1	12,088	49,204	40
	2	KU 2	13,694	45,276	36
	3	KU 2	15,96	62,862	35
	4	KU 1	6,6756	7,4289	26
	5	KU 6	48,054	155,66	9
	6	KU 1	12,367	30,619	30
	7	KU 4	28,248	58,705	10
	8	KU 2	18,051	63,54	25
	9	KU 6	64,212	251,88	8
	10	KU 6	50,682	134,37	7
	11	KU 4	25,569	65,422	14
	12	KU 3	22,279	77,735	22
	13	KU 3	19,472	73,91	28
	14	KU 3	23,943	90,157	22
	15	KU 5	30,272	120,98	18
	16	KU 5	42,505	201,74	12
	17	KU 5	38,726	109,14	10
	18	KU 4	24,792	55,52	13
Plot Validasi	1	KU 6	52,986	172,29	8
	2	KU 5	40,587	108,56	9
	3	KU 3	19,676	63,757	23
	4	KU 1	9,7288	19,654	31
	5	KU 2	18,639	45,641	19
	6	KU 4	23,421	97,798	24

Tabel 2. Hubungan antara estimasi karbon dengan nilai spektral band tunggal Landsat 8 OLI/TIRS 12 Agustus 2016

Band	R	R ²	Signifikansi	Persamaan Regresi
5	0,764	0,583	0,000	Nyata $Y = -420,168 x + 419,098$
6	0,420	0,176	0,083	Tidak Nyata $Y = -524,345 x + 381,682$
7	0,090	0,008	0,723	Tidak Nyata $Y = -210,496 x + 140,991$

Tabel 3. Hubungan antara estimasi karbon dengan nilai spektral band tunggal Landsat 8 OLI/TIRS 8 Maret 2017

Band	R	R ²	Signifikansi	Persamaan Regresi
5	0,410	0,168	0,091	Tidak Nyata $Y = -384,427 x - 470,524$
6	0,584	0,341	0,011	Nyata $Y = -1198,636 x + 649,893$
7	0,426	0,182	0,078	Tidak Nyata $Y = -1967,047 x - 455,239$

Tabel 4. Hubungan antara estimasi karbon dengan nilai spektral transformasi indeks vegetasi Landsat 8 OLI/TIRS 12 Agustus 2016

Indeks Vegetasi	R	R ²	Signifikansi	Persamaan Regresi
Reclass NDVI	0,710	0,505	0,001	Nyata $Y = -17,261 x + 1505,282$
SR	0,636	0,405	0,005	Nyata $Y = -39,781 x + 276,016$
TDVI	0,714	0,510	0,001	Nyata $Y = -1868,473 x + 2084,393$
PVI	0,756	0,571	0,000	Nyata $Y = -440,371 x + 379,647$
SAVI	0,748	0,560	0,000	Nyata $Y = -634,519 x + 489,316$
OSAVI	0,733	0,538	0,001	Nyata $Y = -585,258 x + 570,746$
VARI	0,376	0,141	0,124	Tidak Nyata $Y = -179,705 x + 201,494$
Reclass GNDVI	0,758	0,575	0,000	Nyata $Y = -19,890 x + 1595,738$

Tabel 5. Hubungan antara estimasi karbon dengan nilai spektral transformasi indeks vegetasi Landsat 8 OLI/TIRS 8 Maret 2017

Indeks Vegetasi	R	R ²	Sign	ifikansi	Persamaan Regresi
ReclassNDVI	0,633	0,400	0,005	Nyata	$Y = -32,801 x + 2888,075$
SR	0,615	0,378	0,007	Nyata	$Y = -72,765 x + 515,054$
TDVI	0,634	0,402	0,005	Nyata	$Y = -3590,557 x + 4033,062$
PVI	0,436	0,190	0,070	Tidak Nyata	$Y = -439,366 x + 426,614$
SAVI	0,571	0,325	0,013	Nyata	$Y = -1008,434 x + 836,063$
OSAVI	0,608	0,330	0,007	Nyata	$Y = -1037,725 x + 1055,644$
VARI	0,609	0,371	0,007	Nyata	$Y = -538,187 x + 441,499$
Reclass GNDVI	0,568	0,343	0,011	Nyata	$Y = -34,965 x + 2861,026$

Hasil dari uji regresi untuk indeks vegetasi dipilih tiga indeks dengan nilai koefisien korelasi (R) dan koefisien determinasi (R²) terbaik serta signifikansi yang nyata untuk selanjutnya dilakukan uji validasi. Pada scene perekaman musim kemarau dipilih indeks vegetasi *Reclass GNDVI*, PVI dan SAVI, sedangkan pada scene perekaman musim penghujan dipilih indeks vegetasi TDVI, *Reclass NDVI* dan SR.

Pada scene perekaman 12 Agustus 2016 nilai koefisien korelasi dan koefisien determinasi paling tinggi adalah *Reclass GNDVI*, hal ini dapat terjadi karena *GNDVI* ini lebih sensitif terhadap konsentrasi klorofil dari *NDVI* (Gitelson dan Merzlyak, 1998) sehingga *GNDVI* lebih mampu untuk membaca adanya perbedaan nilai cadangan karbon pada kelas umur tegakan jati terhadap nilai spektral digital number-nya, sehingga lebih dapat menjelaskan nilai karbon dibandingkan dengan indeks vegetasi yang lain. Berbeda dengan musim penghujan yang memiliki nilai kehijauan lebih tinggi sehingga tidak dapat

melihat perbedaan yang dimiliki nilai karbon pada setiap KU dan memiliki hubungan yang rendah. Pada scene perekaman 8 Maret 2017 didapatkan indeks vegetasi dengan hubungan paling kuat adalah TDVI, hal ini dikarenakan TDVI tidak jenuh seperti NDVI atau SAVI dan ini menunjukkan linearitas yang sangat baik sebagai fungsi tingkat tutupan vegetasi serta menunjukkan kepekaan yang sama dengan SAVI terhadap sifat optik tanah kosong yang berada di bawah penutup vegetasi (Bannari *et al.*, 2002). Sehingga pada musim penghujan indeks vegetasi yang sensitif terhadap kehijauan kurang memiliki nilai R dan R² yang baik karena nilai spektral dari indeks vegetasinya hampir seragam sehingga tidak menggambarkan perbedaan nilai cadangan pada KU yang berbeda. TDVI yang lebih peka terhadap tanah kosong yang berada dibawah tutupan vegetasi dapat lebih menggambarkan hubungan dari nilai karbon dengan nilai spektral *digital number*-nya, sehingga memiliki hubungan yang lebih kuat.

Validasi model persamaan citra 12 Agustus 2016

Pada citra dengan scene perekaman tanggal 12 Agustus 2016 persamaan yang didapatkan dari plot model regresi dilakukan perhitungan terhadap nilai spektral band 5, Reclass GNDVI, PVI dan SAVI sehingga didapatkan hasil karbon dari model-model tersebut, dapat dilihat pada Tabel 6. Dari data validasi didapatkan nilai rata-rata karbon lapang sebesar

84,617 Ton/Ha sedangkan karbon hasil persamaan model band 5 sebesar 114,361 ton ha⁻¹, model Reclass GNDVI sebesar 119,832 ton ha⁻¹, model PVI sebesar 119,832 ton ha⁻¹ dan model SAVI sebesar 119,677 ton ha⁻¹. Data hasil perhitungan persamaan regresi selanjutnya akan dilakukan uji T dua sampel berpasangan (*Paired-Sample T test*) dapat dilihat di Tabel 7.

Tabel 6. Perbandingan estimasi karbon lapangan dan hasil persamaan pada plot validasi scene perekaman 12 Agustus 2016

Plot	Karbon Lapang	Karbon Model Band 5	Karbon Model Reclass GNDVI	Karbon Model PVI	Karbon Model SAVI
Validasi	172,29	111,597	95,681	109,892	101,603
	108,56	137,750	145,347	137,261	139,848
	63,757	75,131	75,959	76,003	76,108
	19,654	31,603	33,796	34,703	45,272
	45,641	90,973	118,788	96,927	120,115
	97,798	112,283	121,738	113,734	120,030
Rata-Rata	84,617	93,222	98,551	94,753	100,49

Tabel 7. Hasil uji T dua sampel berpasangan (*Paired-Sample T test*) dari model dengan scene perekaman 12 Agustus 2016

Model	Korelasi	Signifikan	df	T tabel	T hitung	Signifikan (2-tailed)
Band 5	0,741	0,092	5	2,015	-0,579	0,588
Reclass GNDVI	0,473	0,344	5	2,015	-0,687	0,522
PVI	0,706	0,117	5	2,015	-0,647	0,546
SAVI	0,496	0,317	5	2,015	-0,818	0,451

Berdasarkan uji T dua sampel berpasangan didapatkan bahwa model band 5, model Reclass GNDVI, model PVI dan model SAVI berturut-turut memiliki korelasi sebesar (0,741, 0,473, 0,706 dan 0,496) dengan tingkat signifikansi (0,092, 0,344, 0,117 dan 0,317). Hal ini berarti model persamaan dari scene perekaman ini memiliki hubungan yang kuat untuk model band 5 dan PVI dimana korelasinya bernilai 0,5 – 0,75 dan hubungan yang cukup untuk model Reclass GNDVI dan SAVI korelasinya bernilai 0,25 – 0,5. Tingkat signifikansi untuk semua model yang diujikan memiliki tingkat signifikansi yang tidak nyata antara karbon dari persamaan model dengan

karbon hasil pengukuran lapangan, dapat dilihat dari nilai signifikansi yang memiliki nilai diatas taraf (>0,05). Hasil dari uji ini berbeda dibandingkan dengan hasil penelitian Purwanto *et al* (2009) dimana hasil dari perhitungan indeks PVI memiliki nilai korelasi sebesar 0,8985 dan signifikansi 0,000 hal ini dimungkinkan karena pemilihan model uji T, pada penelitian itu Purwanto *et al* (2009) tidak membedakan antara plot model regresi dengan plot uji validasi, tetapi menggunakan semua plot untuk melakukan model regresi sekaligus melakukan uji validasi. Hal lain yang mempengaruhi nilai korelasi adalah nilai karbon model pada KU 6, KU 5 dan KU 2

yang berbeda jauh dengan nilai karbon lapangan. Menurut Basuki dan Wahyuningrum (2013), nilai korelasi antara karbon lapangan dan persamaan model dapat diperbaiki dengan menambah sampel plot sehingga satu nilai yang berbeda jauh tidak memiliki pengaruh terlalu besar. Pada hasil uji T model persamaan band 5, model Reclass GNDVI, model PVI dan model SAVI berturut-turut memiliki nilai T hitung sebesar (-1,127, -1,198, -1,153 dan -1,224) dan dengan nilai signifikan sebesar (0,311, 0,285, 0,301 dan 0,275). Dengan hasil dari persamaan model yang di uji T dua sampel berpasangan (*Paired-Sample T test*) dapat dikatakan bahwa model tersebut masih dapat diterima dimana memiliki T hitung lebih kecil dibanding dengan T tabel dan signifikan yang lebih besar dibandingkan nilai alpha ($\alpha = 0,05$),

maka diambil kesimpulan untuk menerima permodelan. Jadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil estimasi karbon antara pengukuran lapangan dengan persamaan model. Hasil permodelan ini sesuai dengan Purwanto *et al* (2009 dimana permodelan PVI yang di uji T juga diterima secara statistik (T hitung = -2,013 dengan signifikan 0,069).

Validasi model persamaan citra 8 Maret 2017

Pada citra dengan scene perekaman 8 Maret 2017, persamaan regresi yang didapatkan dari plot model regresi dilakukan perhitungan terhadap nilai spektral band 6, TDVI, Reclass NDVI dan SR sehingga didapatkan hasil karbon dari model-model tersebut, yang dapat dilihat pada Tabel 8. Sebagai berikut:

Tabel 8. Perbandingan estimasi karbon lapangan dan hasil persamaan pada plot validasi scene perekaman 8 Maret 2017

Plot	Karbon Lapang	Karbon Model Band 6	Karbon Model TDVI	Karbon Model Reclass NDVI45	Karbon Model SR
Validasi	172,29	132,485	160,540	160,304	155,690
	108,56	131,262	113,753	113,928	116,079
	63,757	103,777	94,495	94,677	97,420
	19,654	54,107	77,290	77,399	79,370
	45,641	88,770	70,986	71,048	72,398
	97,798	84,039	71,115	71,178	72,542
Rata-Rata	84,617	99,073	98,030	98,089	98,916

Dari data validasi didapatkan nilai rata-rata karbon lapangan sebesar 84,617 ton ha⁻¹ sedangkan karbon hasil persamaan model band 6, model TDVI, model Reclass NDVI dan model SR berturut-turut sebesar 99,073 ton ha⁻¹,

1, 98,030 ton ha⁻¹, 98,089 ton ha⁻¹ dan 98,916 ton ha⁻¹. Data hasil perhitungan persamaan regresi selanjutnya dilakukan uji T dua sampel berpasangan (*Paired-Sample T test*) dapat dilihat di Tabel 9. sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil uji T dua sampel berpasangan (*Paired-Sample T test*) dari model dengan scene perekaman 8 Maret 2017

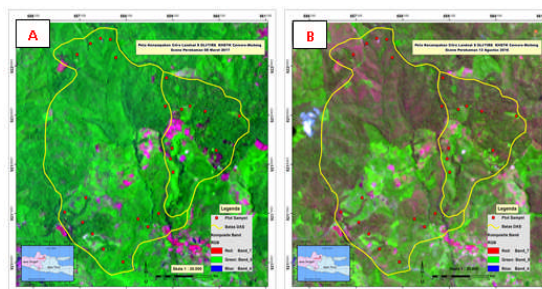
Model	Korelasi	Signifikan	df	T tabel	T hitung	Signifikan (2 -tailed)
Band 6	0,827	0,042	5	2,015	-1,050	0,342
TDVI	0,848	0,033	5	2,015	-1,071	0,333
Reclass NDVI	0,848	0,033	5	2,015	-1,073	0,332
SR	0,838	0,037	5	2,015	-1,091	0,325

Berdasarkan uji T dua sampel berpasangan didapatkan bahwa model band 6, model TDVI, model Reclass NDVI dan model SR berturut-turut memiliki nilai korelasi sebesar (0,827, 0,848, 0,848 dan 0,838) dan tingkat signifikan (0,042, 0,033, 0,033 dan 0,037). Hal ini berarti model persamaan dari scene perekaman 8 Maret 2017 memiliki hubungan yang sangat kuat (korelasi > 0,75) dan tingkat signifikan yang nyata antara karbon dari persamaan model dengan karbon hasil pengukuran lapangan dapat dilihat dari nilai signifikansi yang memiliki nilai dibawah taraf ($> 0,05$). Pada hasil uji T model persamaan band 6 memiliki nilai T hitung sebesar -1,050 dengan signifikan 0,343. Model TDVI memiliki nilai T hitung sebesar -1,071 dengan signifikan 0,333. Model Reclass NDVI memiliki nilai nilai T hitung sebesar -1,073 dengan tingkat signifikan 0,333. Model SR memiliki nilai T hitung sebesar -1,091 dengan tingkat signifikan 0,325. Dengan hasil dari persamaan model yang di uji T dua sampel berpasangan (*Paired-Sample T test*) dapat dikatakan bahwa model tersebut masih dapat diterima dimana memiliki T hitung lebih kecil dibanding dengan T Tabel dan signifikan yang lebih besar dibandingkan nilai alpha ($\alpha = 0,05$), maka diambil kesimpulan untuk menerima permodelan. Jadi tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil estimasi karbon antara pengukuran lapangan dengan persamaan model. Hasil uji validasi menunjukkan potensi citra dengan model ini untuk mengestimasi cadangan karbon, khususnya dengan menggunakan nilai dari indeks vegetasi yang memiliki hubungan yang sangat kuat dengan karbon lapangan.

Perbandingan antara scene perekaman

Hasil dari uji validasi antara scene perekaman 12 agustus 2016 yang mewakili musim penghujan dengan scene perekaman tanggal 8 Maret 2017 menunjukkan bahwa masing-masing model di terima secara statistik untuk memprediksi cadangan karbon, tetapi citra dengan scene perekaman musim kemarau memiliki korelasi yang lebih rendah, hal ini dapat dimungkinkan terjadi karena pada sekitar bulan Juli-September (musim kemarau), tanaman jati akan mengalami gugur daun dan pada saat itu kambiun akan tumbuh lebih sempit dari pertumbuhan musim penghujan.

Pada bulan Januari-April (musim penghujan), daun akan tumbuh (Siregar, 2005). Hal ini dapat dilihat dari perbandingan kenampakan citra pada dengan menggunakan kombinasi band 7,5,4 untuk melihat kehijauan vegetasi paling tinggi pada suatu wilayah (Gambar 1).

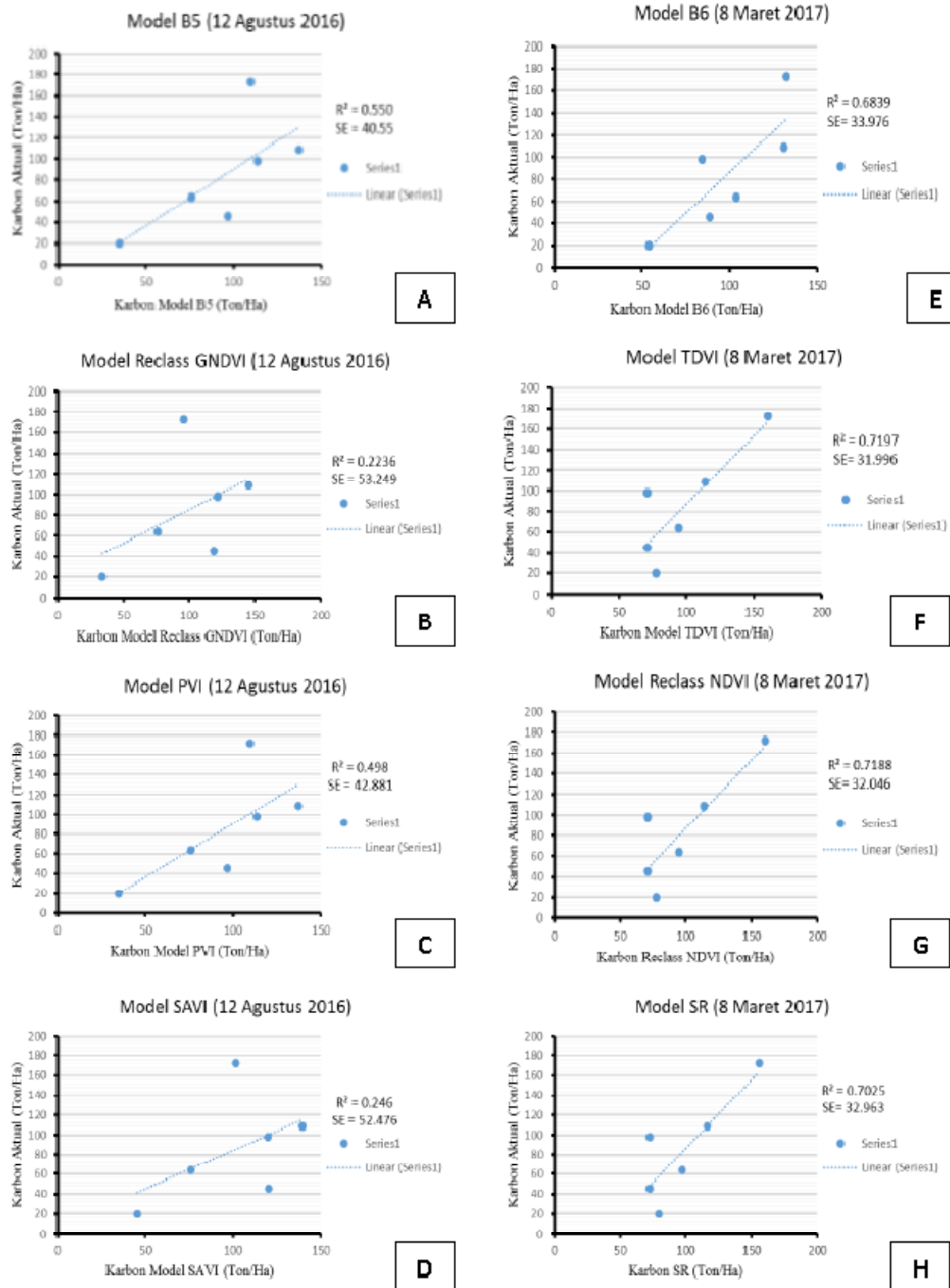


Gambar 1. Kenampakan citra pada dua scene perekaman yang berbeda A (08 Maret 2017) dan B (12 Agustus 2016)

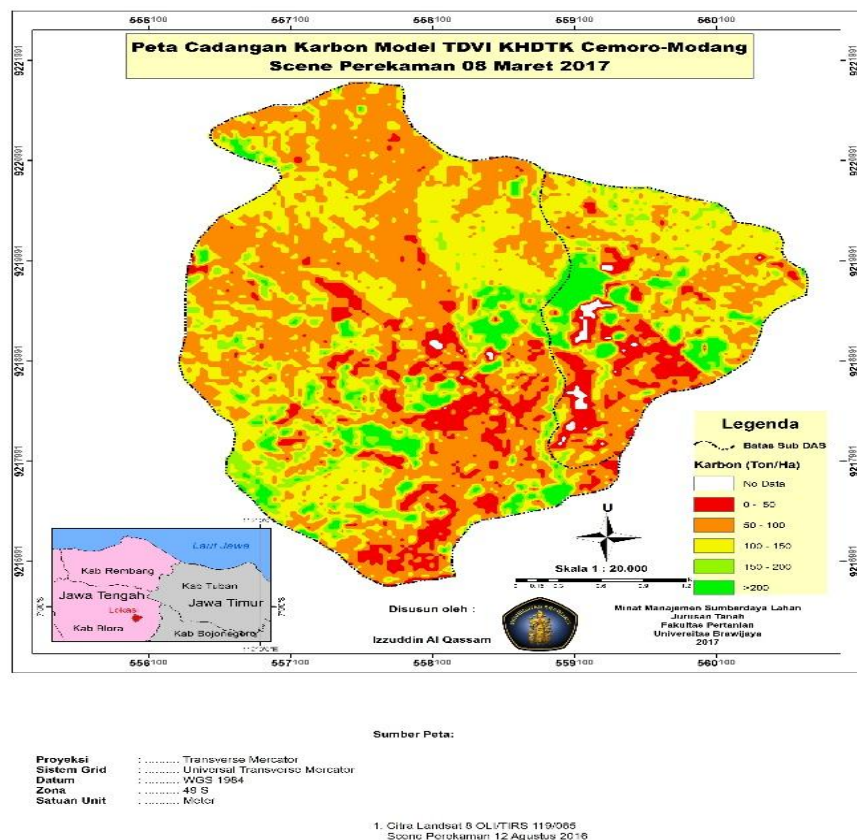
Pada dua scene perekaman tersebut dapat terlihat citra pada scene perekaman musim penghujan (A) memiliki warna yang lebih hijau dibandingkan dengan citra pada scene perekaman musim kemarau. Hal ini akan berpengaruh terhadap data yang dapat ditangkap oleh citra sehingga berpengaruh terhadap hasil dari uji regresi dan validasi terhadap cadangan karbon di lapangan. Hasil dari studi ini juga menunjukkan bahwa landsat 8 OLI/TIRS memiliki potensi untuk estimasi cadangan karbon, hal ini dapat dilihat dari semua model yang diujikan di uji validasi diterima secara statistik untuk mewakili karbon lapangan. Hasil terbaik yang didapat adalah model TDVI dengan scene perekaman musim penghujan. Hasil penelitian dari Bannari *et al* (2002), menunjukkan bahwa, jika semua masalah radiometrik (penyimpangan sensor, efek atmosfer, dll.) dapat dikoreksi untuk citra penginderaan jauh, TDVI berperforma lebih baik daripada NDVI dan SAVI. TDVI tidak jenuh seperti NDVI atau SAVI dan ini menunjukkan linearitas yang sangat baik sebagai fungsi tingkat tutupan vegetasi serta menunjukkan kepekaan yang sama dengan SAVI terhadap sifat optik tanah kosong yang berada di bawah penutup vegetasi. Hal ini membuktikan bahwa ada indeks vegetasi lain yang berpotensi untuk pendugaan cadangan karbon dibandingkan indeks NDVI yang paling sering digunakan dalam beberapa penelitian

sebelumnya (Basuki dan Wahyuningrum, 2013). Perbandingan hasil validasi nilai cadangan karbon antara citra landsat 8 OLI/TIRS dengan scene perekaman musim kemarau dan penghujan dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2. dapat dilihat perbandingan antara karbon lapangan (aktual) dengan model TDVI memiliki nilai R2 yang paling tinggi dengan

nilai 0,7197 dan standar error paling rendah (SE = 31,996) oleh karena itu dapat diambil kesimpulan persamaan yang paling baik untuk mengestimasi cadangan karbon pada scene perekaman musim penghujan adalah indeks vegetasi TDVI. Peta cadangan karbon menggunakan indek vegetasi TDVI dapat dilihat di Gambar 3.



Gambar 2. Perbandingan hasil validasi nilai cadangan karbon antara Citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan scene perekaman musim kemarau dan penghujan



Gambar 3. Peta cadangan karbon model TDVI

Kesimpulan

Citra Landsat 8 OLI/TIRS dapat digunakan untuk pendugaan cadangan karbon pada tegakan hutan tanaman jati (*Tectona grandis* LINN), hal ini dapat dilihat dari hasil uji Regresi dan uji validasi (uji T dua sampel berpasangan) menunjukkan hubungan yang erat antara karbon hasil model penginderaan jauh dengan karbon hasil aktual dari pengukuran lapangan. Scene perekaman Citra Landsat 8 OLI/TIRS untuk musim penghujan hubungan yang lebih erat dan akurat untuk pendugaan cadangan karbon tegakan hutan tanaman jati dibandingkan dengan scene perekaman citra pada musim kemarau. Persamaan model terbaik yang didapat untuk mengestimasi cadangan karbon adalah persamaan dengan menggunakan indeks vegetasi TDVI (*Transformed Difference Vegetation Index*) dengan persamaan dari uji regresi adalah $Y = -3590,557 x + 4033,062$ dimana Y adalah nilai karbon dan x adalah nilai spektral dari

TDVI, dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,634 dan koefisien determinasi (R²) sebesar 0,402. Pada uji validasi, TDVI memiliki nilai korelasi sebesar 0,848 dengan tingkat signifikan 0,033 yang menunjukkan karbon hasil model TDVI memiliki hubungan yang sangat erat dengan karbon pengukuran lapangan dengan signifikan yang nyata, serta nilai T hitung sebesar -1,071 dengan signifikan 2-tailed 0,333 yang menunjukkan karbon model model TDVI diterima secara statistik untuk mewakili dari karbon pengukuran di lapangan.

Daftar Pustaka

- Asner, G.P., Powell, G.V.N., Mascaro, J., Knapp, D.E., Clark, J.K., and Jacobson, J. 2010. High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107: 16738–16742.
- Bannari, A., Asalhi, H. and Teillet, P. 2002. Transformed Difference Vegetation Index (TDVI) for Vegetation Cover Mapping.

- Proceedings of the Geoscience and Remote Sensing Symposium*, IGARSS '02, IEEE International, Volume 5 (2002).
- Basuki, T.M., van Laake, P.E., Skidmore, A.K. and Hussin, Y.A. 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. *Forest Ecology and Management* 257: 1684–1694.
- Basuki, T.M. and Wahyuningrum, N. 2013. Carbon stock assessment in pine forest of Kedung Bulus Sub-Watershed (Gombong District) using remote sensing and forest inventory data. *Journal of Forestry Research* 10 (1): 21-30.
- Basuki, T.M., Heru, D R. dan Sukresno. 2008. Kajian kuantifikasi kandungan karbon pada hutan tanaman jati (*Tectona grandis* Linn). *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 5 (1) : 101 - 106.
- Colgan, M.S., Asner, G.P. and Swemmer, T. 2013. Harvesting tree biomass at the stand-level to assess the accuracy of field and airborne biomass estimation in savannas. *Ecological Applications* 23: 1170–1184.
- Gitelson, A. dan Merzlyak, M.N. 1998. Remote sensing of chlorophyll concentration in higher plant leaves. *Advances in Space Research* 22(5): 689-692.
- Malhi, Y., Wood, D., Baker, T.R., Wright, J., Phillips, O.L. dan Cochrane, T. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology* 12: 1107–1138.
- Purwanto, R.H., Sukamdi, I. dan Wuryanto, H. 2009. Estimasi biomassa tegakan jati (*Tectona grandis* L.) melalui analisis data digital Landsat 7 ETM+ di BKPH Pasarsore KPH Cepu, Perum Perhutani Unit 1 Jawa Tengah. *Jurnal Manajemen Hutan* 1(2): 21-27.
- Siregar, E.B.M. 2003. Potensi Budidaya Jati. e-USU Repository. Universitas Sumatera Utara.

halaman ini sengaja dikosongkan