

Model Spasial Pendugaan Biomassa Di Atas Permukaan Tanah Di Hutan Nagari Padang Limau Sundai Kabupaten Solok Selatan Provinsi Sumatera Barat

(Spatial Estimation Model of Above Ground Biomass In Hutan Nagari Padang Limau Sundai South Solok District West Sumatera Province)

Eva Achmad^{1*)}, Nursanti¹⁾, Joy Halomoan Boang Manalu¹⁾

Fakultas Kehutanan Universitas Jambi, Lab Terpadu Lt. 3 Kampus Pinang Masak Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi-Muara Bulian KM 15, Mendalo Darat,

*)corresponding author: evaachmad@unja.ac.id

ABSTRACT

Biomass estimation model can be derived from satellite imageries and field measurements. This study built the estimation model using Landsat 8 image. This study was conducted in Hutan Nagari Padang Limau Sundai Sangir Jujuan, South Solok District, West Sumatera Province. This study aimed to build biomass estimation model and to study distribution of biomass over forest area using digital number of bands 4, 5, 6 and Normalized-Difference of Vegetation Indeks (NDVI). Field biomass was estimated using allometric Ketterings (2001). The biomass estimation model were developed using regression analysis by relating field biomass value and digital number of Landsat 8 Imagery. Selection of the best model based on the highest R^2_{adj} value, the lowest standard deviation value, the lowest bias value, and the lowest Root Mean Square Error (RMSE). Based on the result of model analysis to estimate biomass, obtained the best biomass estimate model, that is exponential model, $Y = e^{-27,40707 + 0,00461 X_4 - 0,00011 X_5 - 0,00197 X_6 + 50,79023 NDVI}$. The model selected based on the rating result had R^2_{adj} 78,8 %, standart deviation 0,227, bias 1,21 and RMSE 14,89.

Keyword : Biomass, Biomass Estimation, Digital Number, Landsat 8 Imagery.

PENDAHULUAN

Keberadaan kawasan hutan merupakan suatu komponen penting dalam penyerapan dan penyimpanan karbon. Tumbuhan yang ada di dalam kawasan hutan memiliki fungsi sebagai penyerap karbon dioksida (CO₂) di udara yang akan digunakan dalam proses fotosintesis tumbuhan. Hasil fotosintesis tersebut kemudian disimpan sebagai material organik dalam biomassa. Biomassa dapat dijadikan sebagai tolak ukur untuk menilai perubahan struktur hutan. Perubahan kandungan biomassa hutan dapat disebabkan oleh suksesi alami, kegiatan silvikultur, pemanenan, pendegradasian dan kebakaran hutan (Brown, 1997 dalam Hairiah et al., 2011).

Secara konvensional, informasi kandungan biomassa hutan dapat diukur melalui kegiatan survei lapangan secara langsung maupun terestris. Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang menyebabkan kebutuhan akan lahan semakin tinggi yang secara langsung akan berdampak terhadap perubahan komponen dan tutupan hutan, sehingga pengambilan informasi biomassa melalui kegiatan survei lapangan menjadi tidak

efisien dan tidak maksimal dalam hal luasan kawasan dan jangka waktu yang diperlukan (Lu, 2006 dalam Pradhana, 2012).

Teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu cara yang paling efektif dalam pengukuran jumlah kandungan biomassa dan cadangan karbon pada suatu kawasan dengan tipe penggunaan lahan yang berbeda – beda serta pemantauan perubahan lahannya dari waktu ke waktu. Teknologi penginderaan jauh sampai saat ini telah banyak dimanfaatkan oleh berbagai pihak, salah satunya dimanfaatkan untuk menduga seberapa besar kandungan biomassa di dalam suatu kawasan hutan (Lu, 2006 dalam Pradhana, 2012).

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh data yang digunakan berupa citra Landsat yang dibawa oleh satelit *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) atau satelit Landsat 8. Salah satu satelit yang diluncurkan oleh Pemerintah Amerika Serikat pada tahun 2011 dengan pesawat peluncur Atlas-V-401. Satelit LDCM dirancang membawa sensor pencitra *Operational Land Imager* (OLI) (Sitanggang, 2010). Satelit lain juga dapat digunakan untuk menduga biomassa seperti

pemanfaatan nilai backscatter citra RADAR, ALOS PALSAR, dan lain lain (Achmad et al., 2013).

Harlinda (2015) melakukan penelitian terhadap pemodelan pendugaan biomassa menggunakan citra Landsat 8 di Hutan Pendidikan Gunung Walat, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa model eksponensial merupakan model penduga biomassa terbaik untuk menduga kandungan biomassa di kawasan hutan tersebut. Dari hasil penelitian tersebut juga diperoleh bahwa model eksponensial memiliki kelemahan yaitu koefisien determinasi yang kecil dan nilai *Root Mean Square Error* yang tinggi. Penelitian lain oleh Panggabean et al. (2013) tentang pendugaan cadangan karbon Above Ground Biomass (AGB) pada tegakan hutan alam di Kabupaten Langkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemetaan sebaran biomassa cadangan karbon melalui analisis citra Landsat dapat dilakukan dengan menggunakan model persamaan regresi $y = 168,79 + 69,50 \cdot \text{NDVI}$ yang menunjukkan korelasi yang kuat antara nilai kandungan karbon di lapangan dengan nilai NDVI.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan Nagari Padang Limau Sundai, Kecamatan Sangir Jujan, Kabupaten Solok Selatan, Provinsi Sumatera Barat dalam waktu 8 bulan dimulai dari bulan Agustus 2016 sampai bulan Maret 2017. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *non destructive* dengan menggunakan persamaan alometrik dan korelasi antara biomassa lapangan dengan nilai digital band 4, 5, 6 dan NDVI.

PELAKSANAAN PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini meliputi kegiatan pengumpulan data dan kegiatan analisis data dengan tahapan sebagai berikut:

PENGUMPULAN DATA

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini ada dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diambil langsung ke lapangan dengan survey langsung di Hutan Nagari Padang Limau Sundai. Data sekunder dikumpulkan dari data yang ada sebelumnya, baik data yang dikeluarkan oleh instansi terkait, penelitian sebelumnya maupun literatur pendukung lainnya.

PENGOLAHAN CITRA

Data citra satelit yang digunakan dalam pendugaan biomassa di Hutan Nagari Padang Limau Sundai adalah nilai digital band 4, 5, 6 dan NDVI Landsat 8 pada setiap plot pengamatan yang telah di *subset*. Pengolahan nilai NDVI menggunakan ekstensi *Interpreter* pada *software Erdas Imagine 2014* dengan cara memasukkan rumus :

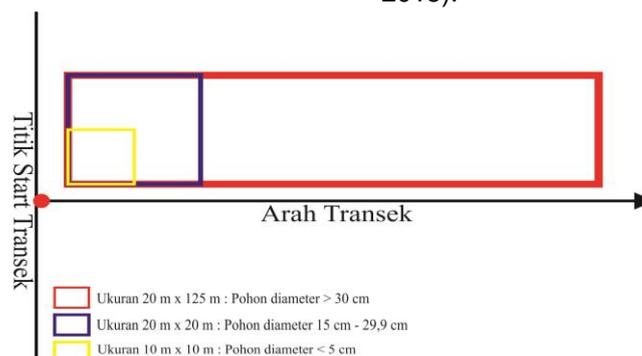
$$\text{NDVI} = \frac{\text{Band 5} - \text{Band 4}}{\text{Band 5} + \text{Band 4}} \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

Band 5 : Band NIR (Band Near Infrared)

Band 4 : Band Red

Klasifikasi nilai piksel untuk nilai NDVI berkisar antara -1 sampai dengan 1 dimana nilai NDVI yang rendah (negatif) mengidentifikasi wilayah badan air, bebatuan, pasir dan salju. Nilai NDVI yang tinggi (positif) mengidentifikasi wilayah vegetasi baik berupa padang rumput, semak belukar, maupun hutan. Sedangkan, nilai NDVI mendekati 0 umumnya mengidentifikasi lahan kosong (Harlinda, 2015).



Gambar 1. Jalur Transek dan Plot Pengamatan

PEMBUATAN PLOT PENGUKURAN BIOMASSA

Pengambilan dan pengumpulan data lapangan dilakukan dengan menggunakan metode *systematic with purpose start* pada 10 plot berukuran 20 m x 125 m yang di dalamnya terdapat plot berukuran 20 m x 20 m dan 10 m x 10 m yang terbagi kedalam 2 jalur transek sepanjang 2 km. (Hairiah *et al.*, 2011).

Pengambilan data sampel dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Pencatatan nama lokal dan/ atau nama latin (jika dapat diketahui) dari tumbuhan yang diukur.
2. Pengukuran dimensi tumbuhan, yaitu Diameter (DBH) tumbuhan.
3. Pengambilan sampel daun dari tumbuhan yang tidak teridentifikasi di lapangan untuk selanjutnya dijadikan herbarium.
4. Penghitungan biomassa pohon menggunakan persamaan alometrik Ketterings (2001):

$$B = 0,11\rho D^{2,62} \dots\dots\dots(2)$$

Ket:

B = Biomassa (kg/pohon)

ket:

Y = nilai biomassa di atas permukaan tanah

X_{4,5,6, NDVI} = nilai digital band 4, 5, 6 dan nilai NDVI

e = eksponensial

a, b = nilai estimasi parameter

VALIDASI MODEL

Validasi model bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan biomassa menggunakan model terpilih dengan hasil pengukuran biomassa menggunakan persamaan alometrik Ketterings *et al.* (2001), diacu dalam Hairiah dan Rahayu (2007), yang diasumsikan sebagai biomassa aktual. Validasi model yang digunakan pada penelitian ini adalah uji *chi-square*, simpangan agregat (SA) dan simpangan rata-rata (SR). *Chi-square* dapat dihitung menggunakan rumus dengan acuan William (1991) dalam Harlinda H (2015) :

$$x_{hitung}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}-y)^2}{y} \dots\dots\dots(3)$$

D = Diameter (cm)

ρ = Berat jenis kayu (g/cm³)

Nilai berat jenis kayu diperoleh dari Atlas Kayu Indonesia dan *World Agroforestry Center* (www.worldagroforestry.org), kecuali untuk jenis kayu yang nilai berat jenisnya tidak ada di buku dan *website* tersebut, nilai berat jenis kayu mengacu kepada nilai rata-rata berat jenis kayu di hutan alam sebesar 0,68 (Rahayu, 2006).

PENYUSUNAN MODEL

Penyusunan model penduga biomassa dilakukan berdasarkan variabel peubah pada citra Landsat 8, yaitu nilai digital pada masing-masing band dan nilai NDVI.

Tabel 1. Model yang digunakan untuk pendugaan biomassa.

Jenis Model	Bentuk Model
Model Eksponensial	$Y = e^{(a + bX_1 + cX_2 + \dots + nX_n)}$
Model Kuadratik	$Y = a + bX_1^2 + cX_2^2 + \dots + nX_n^2$
Model Linear	$Y = a + bX_1 + cX_2 + \dots + nX_n$
Model Pangkat	$Y = aX_1^b + X_2^c + \dots + X_n^n$

ket :

y = biomassa aktual

ŷ = biomassa dugaan

Uji simpangan agregat dan simpangan rata-rata bertujuan untuk mengukur keakuratan suatu model dengan membandingkan hasil pendugaan biomassa dengan hasil biomassa aktual. Semakin kecil nilai simpangan agregat dan simpangan rata-rata suatu model maka keakuratan model tersebut semakin tinggi. Nilai SA dan SR dapat dihitung menggunakan rumus dengan acuan Husch (1963) dalam Harlinda (2015):

$$SA = \frac{(\sum_{i=1}^n \hat{y} - \sum_{i=1}^n y)}{\sum_{i=1}^n \hat{y}} \dots\dots\dots(4)$$

$$SR = \left\{ \frac{|\sum_{i=1}^n \frac{\hat{y}-y}{\hat{y}}|}{n} \right\} \dots\dots\dots(5)$$

ket :

SA = simpangan agregat

SR = simpangan rata-rata

y = biomassa aktual

ŷ = biomassa dugaan

n = jumlah pohon

PEMILIHAN MODEL

Pemilihan model dilakukan berdasarkan nilai R^2_{adj} tertinggi (mendekati 100%) serta nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) yang terkecil. Koefisien determinasi terkoreksi (R^2_{adj}) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$R^2_{adj} = \frac{JKS/(n-p)}{JKT/(n+p)} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

Sedangkan akar tengah kuadrat sisaan (RMSE) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$MSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n - p) \dots \dots \dots (7)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} \dots \dots \dots (8)$$

dimana :

- MSE = kuadrat tengah sisa
- RMSE = akar kuadrat tengah sisa
- y_i = biomassa ke- i
- \hat{y}_i = rata-rata biomassa ke- i
- n = jumlah plot
- p = jumlah parameter yang digunakan

Model dengan menggunakan lebih dari satu peubah rentan terjadi multikolinearitas. Oleh karena itu, pada saat penyusunan dengan pemilihan model terbaik dilakukan pengujian multikolinearitas. Multikolinearitas suatu model dapat dilihat dari *Variance Inflated Factors* (VIF), jika nilai VIF suatu model > 10 maka mengindikasikan terjadi multikolinearitas.

PEMBUATAN PETA SEBARAN BIOMASSA

Peta sebaran biomassa dibuat berdasarkan model terbaik. Penentuan banyaknya kelas diperoleh dengan acuan Riska (2011) :

$$K = 1 + (3.3) \log n \dots \dots \dots (9)$$

dimana :

- K = jumlah kelas
- n = jumlah data

Sedangkan, perhitungan selang kelas diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I = (B_{max} - B_{min}) / K \dots \dots \dots (9)$$

dimana :

- I = Interval kelas
- B_{max} = Biomassa maksimum

- B_{min} = Biomassa minimum
- K = Jumlah kelas

UJI AKURASI PETA

Perhitungan akurasi peta dilakukan untuk mengetahui tingkat keterwakilan dan akurasi terhadap peta sebaran biomassa yang telah dibuat. Tingkat akurasi diketahui dengan pengujian nilai *Overall Accuracy* dan *Kappa Accuracy* yang diformulasikan oleh Jaya (2010) sebagai berikut :

$$OA = \frac{\sum_i X_{ii}}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}} \times 100\% \dots \dots \dots (11)$$

dimana :

- X_{ii} = nilai diagonal dari matrik kontingensi baris ke- i dan kolom ke- i
- X_{i+} = jumlah piksel dalam kolom ke- i
- X_{+i} = jumlah piksel dalam baris ke- i
- N = jumlah titik contoh

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Biomassa Pada Setiap Plot Pengamatan

Biomassa terbesar terdapat pada plot 03 jalur transek Sungai Kinang Kecil, hal ini dapat diduga karena pengaruh dominasi pohon berdiameter sedang dan besar (≥ 15 cm) dan jumlah pohon di dalam plot ini relatif banyak dibandingkan dengan plot pengamatan lainnya (Tabel 2). Sedangkan, biomassa terkecil terdapat pada plot 04, jalur transek yang sama, hal ini dapat diduga karena didominasi oleh pohon berdiameter kecil (≥ 5 cm – 14,99 cm) dan jumlah pohon di dalam plot ini relatif sedikit dibandingkan dengan plot pengamatan lainnya.

Korelasi Antara Biomassa Lapangan, Nilai Citra Digital Citra Landsat 8 dan NDVI

Berdasarkan nilai korelasi pada Tabel 3, diketahui bahwa nilai NDVI mempunyai korelasi yang kuat terhadap biomassa. Hal ini sejalan dengan Jensen (2005), menyatakan bahwa indeks vegetasi dapat digunakan sebagai parameter biofisik dan biomassa. Semakin rapat suatu vegetasi, maka biomasnya akan semakin besar.

MODEL PENDUGA BIOMASSA

Di dalam suatu persamaan regresi, antar peubah bebas memiliki hubungan linier yang kuat dapat terjadi. Uji multikolinieritas adalah salah satu uji yang dilakukan untuk

memastikan bahwa semua peubah bebas dalam sebuah model regresi tidak memiliki hubungan linier yang kuat. Peubah dapat dikatakan baik jika nilai VIF < 10 dan nilai *Tolerance* > 0,10.

Tabel 2. Hasil perhitungan biomassa plot pengamatan.

No.	Jalur Transek	Kode Plot	Biomassa (Ton/ Ha)
1	Sungai Kinang Kecil	Plot 01	204,46
2		Plot 02	102,40
3		Plot 03	451,45
4		Plot 04	89,10
5		Plot 05	299,58
6	Sungai Kinang Besar	Plot 01	262,94
7		Plot 02	169,41
8		Plot 03	231,12
9		Plot 04	144,37
10		Plot 05	164,35
TOTAL			2119,74

Tabel 3. Nilai korelasi peubah nilai digital citra dan nilai NDVI terhadap biomassa.

	Biomassa	Band 4	Band 5	Band 6	NDVI
Biomassa	1	-0,181	0,643*	0,493	0,581*
Band 4	-0,181	1	-0,566*	-0,466	-0,786**
Band 5	0,643*	-0,566*	1	0,958**	0,944**
Band 6	0,493	-0,466	0,958**	1	0,879**
NDVI	0,581*	-0,786**	0,944**	0,879**	1

* berkorelasi

Tabel 4. Uji multikolinieritas semua peubah.

	Tolerance	VIF
Band 4	0,609	1,642
Band 5	0,021	47,390
Band 6	0,073	13,774
NDVI	0,101	9,874

Dari Tabel 4, diperoleh peubah bebas yang memiliki nilai VIF < 10 dan nilai *Tolerance* > 0,10 terdapat pada peubah band 4 dan NDVI. Penyusunan model regresi menggunakan semua peubah dan peubah dengan nilai VIF < 10.

Uji keberartian model regresi pada semua model penduga biomassa yang diperoleh pada Tabel 5 menunjukkan bahwa biomassa dapat diduga menggunakan peubah nilai digital band dan nilai NDVI citra Landsat 8. Namun, pada beberapa model, peranan nilai digital band dan nilai NDVI terhadap biomassa tidak terlalu besar ($R^2_{adj} < 50\%$). Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh banyaknya band yang digunakan dan data

keseluruhan belum mewakili kondisi lapangan sebenarnya.

Nilai R^2_{adj} yang terbesar terdapat pada model kuadratik dengan semua peubah sedangkan yang terkecil terdapat pada model linier dengan peubah VIF < 10. Hines dan Montgomery (1990), diacu dalam Harlinda (2015), menyatakan bahwa meskipun suatu model memiliki R^2_{adj} yang besar, tidak berarti model tersebut merupakan model terbaik.

Validasi Model

Uji validasi terhadap model penduga biomassa yang diperoleh berdasarkan nilai simpangan agregat (SA), simpangan rata-rata (SR), uji *Chi-Square*, nilai bias, dan nilai RMSE.

Tabel 5. Model penduga biomassa.

Model	Parameter	Persamaan	Fhit	R ² adj (%)	s
Eksponensial	Semua	$Y = e^{(-27,40707 + 0,00461 X_4 - 0,00011 X_5 - 0,00197 X_6 + 50,79023 \text{ NDVI})}$	9,354	78,8	0,227
	Peubah VIF < 10	$Y = e^{(-17,23070 + 0,00215 X_4 + 16,86189 \text{ NDVI})}$	5,508	50,0	0,348
Kuadratik	Semua	$Y = - 221,4237 + (2,19E-05 X_4^2) + (5,76E-06 X_5^2) - (2,76E-05 X_6^2) + (5186,5014 \text{ NDVI}^2)$	4,184	58,6	69,140
	Peubah VIF < 10	$Y = - 877,5340 + 0,0000123 X_4^2 + 8563,9429 \text{ NDVI}^2$	1,476	9,6	102,182
Linier	Semua	$Y = - 4724,1045 + 0,8100 X_4 + 0,0547 X_5 - 0,5582 X_6 + 8914,0108 \text{ NDVI}$	10,142	80,3	47,751
	Peubah VIF < 10	$Y = - 3763,0837 + (0,3574 X_4) + (3349,4174 \text{ NDVI})$	4,062	40,5	82,889
Pangkat	Semua	$\text{Log } Y = - 28,2477 + (13,3460 \text{ LX}_4) + (16,9925 \text{ LX}_5) - (22,8727 \text{ LX}_6) + (2,39408 \text{ LNDVI})$	2,944	46,4	0,156
	Peubah VIF < 10	$\text{Log } Y = - 29,1989 + (8,9559 X_4) + (4,7104 \text{ NDVI})$	1,595	11,7	0,201

Tabel 6. Uji validasi model penduga biomassa semua peubah.

Model	Persamaan	SA	SR (%)	X ² hit	Bias	RMSE
Eksponensial	$Y = e^{(-27,40707 + 0,00461 X_4 - 0,00011 X_5 - 0,00197 X_6 + 50,79023 \text{ NDVI})}$	-0,468*	12,36	43,14	1,21	14,89
Kuadratik	$Y = - 221,4237 + (2,19E-05 X_4^2) + (5,76E-06 X_5^2) - (2,76E-05 X_6^2) + (5186,5014 \text{ NDVI}^2)$	0,774*	78,07	30.576,6	418,22	464,05
Linier	$Y = - 4724,1045 + 0,8100 X_4 + 0,0547 X_5 - 0,5582 X_6 + 8914,0108 \text{ NDVI}$	0,000003*	16,57	63,27	2,54	20,38
Pangkat	$\text{Log } Y = - 28,2477 + (13,3460 \text{ LX}_4) + (16,9925 \text{ LX}_5) - (22,8727 \text{ LX}_6) + (2,39408 \text{ LNDVI})$	0,221*	22,12	1,47	28,74	29,48

Tabel 7. Uji validasi model penduga biomassa peubah VIF < 10

Model	Persamaan	SA	SR (%)	X ² hit	Bias	RMSE
Eksponensial	$Y = e^{(-17,23070 + 0,00215 X_4 + 16,86189 \text{ NDVI})}$	-1,764*	26,33	175,74	4,09	28,28
Kuadratik	$Y = - 877,5340 + 0,0000123 X_4^2 + 8563,9429 \text{ NDVI}^2$	0,850*	85,27	84267,80	694,24	771,05
Linier	$Y = - 3763,0837 + (0,3574 X_4) + (3349,4174 \text{ NDVI})$	0,0000004*	26,81	209,53	8,73	34,84
Pangkat	$\text{Log } Y = - 29,1989 + (8,9559 X_4) + (4,7104 \text{ NDVI})$	0,358	35,84	7,33	56,60	57,64

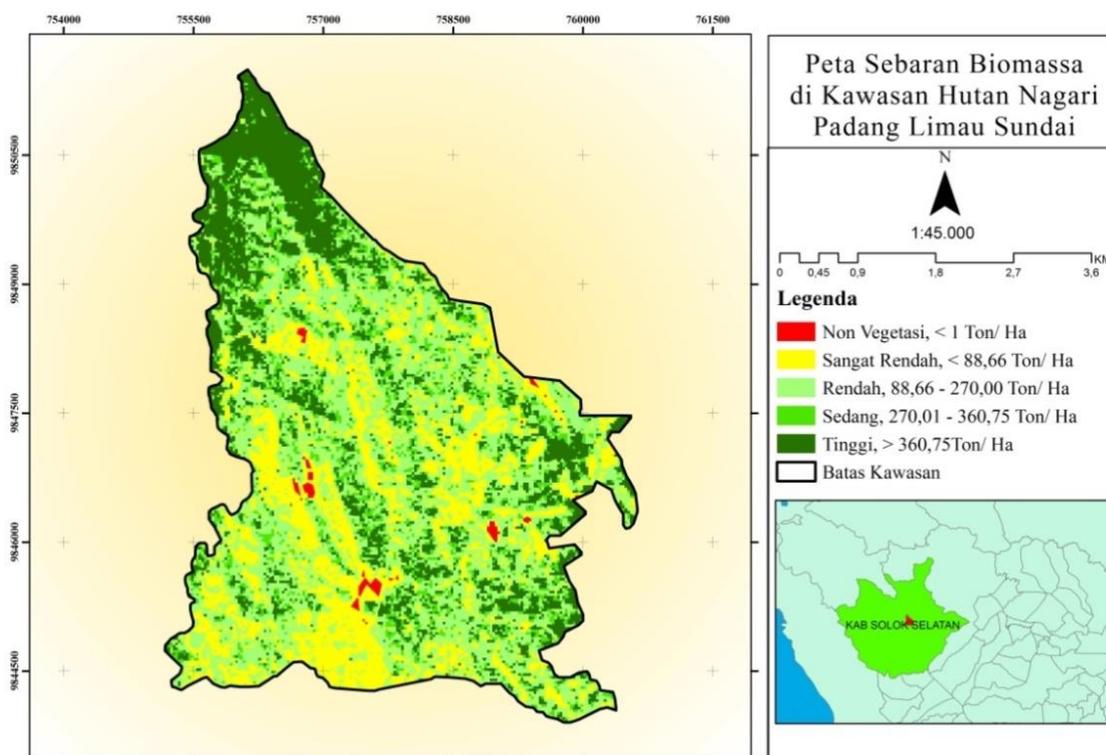
Berdasarkan nilai SA semua model yang diuji dapat dikatakan valid, namun berdasarkan SR tidak ada model yang valid. Kriteria pengujian ini mengacu pada Chapman dan Meyer (1949) dan Husch (1963) dalam Harlinda (2015), yang menyatakan bahwa simpangan agregat model penduga pohon

sebaiknya tidak lebih dari 1. Spurr (1952) dalam Harlinda (2015), menyatakan bahwa model dikatakan valid jika simpangan rata – rata tidak lebih dari 10 %. Berdasarkan uji *Chi-Square*, model pangkat dengan peubah VIF < 10 yang dapat dikatakan valid.

Berdasarkan nilai bias, hampir semua model penduga biomassa memiliki nilai cukup kecil kecuali model linier dan pangkat dengan semua peubah. Nilai bias menunjukkan besarnya kesalahan sistematis yang dapat terjadi pada kegiatan pengukuran, pemilihan contoh dan teknik pendugaan parameter. Nilai bias dapat bernilai positif dan negatif (Akca,

1995, diacu dalam Muhdin, 1999). Berdasarkan nilai RMSE, hampir semua model penduga biomassa memiliki nilai cukup besar kecuali model eksponensial dan kuadratik dengan semua peubah. Nilai RMSE menunjukkan ketepatan suatu model yang digunakan, semakin kecil nilai RMSE-nya maka semakin akurat ketepatan modelnya.

Peta Sebaran Biomassa



Gambar 2. Peta sebaran biomassa dengan menggunakan model eksponensial

Tabel 8 Perbandingan biomassa dugaan dengan biomassa aktual.

Jalur Transek	Plot	Nilai Pikel	Biomassa Dugaan (Ton/ ha)	Biomassa Aktual (Ton/ ha)
Sungai Kinang Kecil	1	5,553625	258,17	204,46
	2	4,660125	105,65	102,4
	3	6,109063	449,92	451,45
	4	4,675063	107,24	89,10
	5	5,798375	329,76	299,58
Sungai Kinang Besar	1	5,300581	200,45	262,94
	2	5,069375	159,07	169,41
	3	5,358813	212,47	231,12
	4	5,184125	178,42	144,37
	5	5,276813	195,75	164,35

Uji Akurasi Peta

Pengujian akurasi ini bertujuan untuk mengetahui ketelitian dari hasil klasifikasi. Akurasi sering dianalisis menggunakan suatu

matriks kontingensi yaitu suatu bujur sangkar yang memuat jumlah piksel yang diklasifikasi. Matriks ini sering disebut dengan *error matrix* atau *confusion matrix*.

Tabel 9. Uji Akurasi peta sebaran biomassa.

Biomassa	Non Biomassa	B Sangat Rendah	B Rendah	B Sedang	B Tinggi	Kolom Total	UA (%)
Non Biomassa	10	0	0	0	0	10	100
B Sangat Rendah	0	90	0	0	0	90	100
B Rendah	0	0	52	0	0	52	100,00
B Sedang	0	0	0	60	0	60	100,00
B Tinggi	0	0	2	2	64	68	94,12
Baris Total	10	90	54	62	64	280	
PA (%)	100	100,00	96,30	96,77	100		
OA (%)	98,57						
K (%)	98,24						

* UA = User's Accuracy; PA = Producer's Accuracy; OA = Overall Accuracy; K = Kappa Accuracy

Berdasarkan Tabel 9, data hasil uji akurasi dapat dihitung besarnya *User's Accuracy*, *Producer's Accuracy*, *Overall Accuracy* dan *Kappa Accuracy*. *User's accuracy* (akurasi pengguna) adalah akurasi yang diperoleh dengan membagi jumlah piksel yang benar dengan total piksel dalam kolom. *Producer's accuracy* (akurasi pembuat) adalah akurasi yang diperoleh dengan membagi piksel yang benar dengan total piksel *training area* per kelas. Hasil *user's accuracy* pada Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai terbesar adalah 100 % pada hasil klasifikasi non biomassa, biomassa sangat rendah, biomassa rendah dan biomassa sedang, sedangkan nilai terkecil adalah 94,12 % pada hasil klasifikasi biomassa tinggi. Hasil *producer's accuracy* menunjukkan bahwa nilai terbesar terdapat pada hasil klasifikasi non biomassa, biomassa sangat rendah dan biomassa tinggi yaitu sebesar 100 %, sedangkan nilai terkecil terdapat pada hasil klasifikasi biomassa rendah yaitu sebesar 96,30 %. Untuk mengetahui keseluruhan akurasi maka digunakan uji akurasi umum (*Overall accuracy*). Berdasarkan hasil uji akurasi umum diperoleh nilai sebesar 98,57 %, yang menggambarkan bahwa uji akurasi umum ini sudah memenuhi syarat minimal tingkat

ketelitian pemetaan menggunakan penginderaan jauh sebesar 85 %. Akan tetapi, akurasi ini umumnya *overestimate* sehingga jarang digunakan sebagai indikator yang baik untuk pengklasifikasian karena hanya menggunakan piksel yang terletak pada diagonal suatu matriks kontingensi. Oleh karena itu, pengujian akurasi dilakukan lagi dengan menggunakan *Kappa accuracy*. Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai uji *Kappa accuracy* diperoleh sebesar 98,24 %. Hasil uji *Kappa accuracy* menjelaskan bahwa hasil uji akurasi klasifikasi pemetaan cukup tinggi, sehingga peta simpanan biomassa tersebut dapat digunakan.

KESIMPULAN

Perhitungan biomassa dugaan di Kawasan Hutan Nagari Padang Limau Sundai memiliki hasil yang tidak berbeda jauh. Selisih terbesar antara biomassa dugaan dengan biomassa aktual terdapat pada plot 01 jalur transek Sungai Kinang Kecil, yaitu 53,71 ton/ha, sedangkan selisih terkecil terdapat pada plot 03 jalur transek Sungai Kinang Kecil, yaitu 1,53 ton/ha.

Pendugaan nilai kandungan biomassa di kawasan Hutan Nagari Padang Limau Sundai dapat dilakukan dengan menggunakan

data biomassa aktual dan nilai digital citra Landsat 8. Nilai pendugaan biomassa dapat dihitung berdasarkan nilai digital band asli dan NDVI melalui model pendugaan biomassa terbaik berdasarkan beberapa kriteria, yaitu R^2_{adj} terbesar, standar deviasi terkecil, bias terkecil dan RMSE terkecil. Berdasarkan kriteria tersebut, model penduga biomassa terbaik adalah model eksponensial dengan peubah nilai digital 4, 5, 6 dan nilai NDVI.

Uji akurasi hasil pemetaan sebaran biomassa memiliki nilai uji akurasi yang baik yaitu *Overall Accuracy* sebesar 98,57 % dan *Kappa Accuracy* sebesar 98,24 %. Nilai uji *Kappa Accuracy* menjelaskan bahwa hasil klasifikasi pemetaan cukup tinggi, sehingga hasil pemetaan sebaran biomassa dapat digunakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Fakultas Kehutanan Universitas Jambi dan *Fauna & Flora International Merangin Project* yang telah memberikan izin dan kesempatan mengikuti kegiatan HCVF di Hutan Nagari Padang Limau Sundai.

DAFTAR PUSTAKA

- [Dephut] Departemen Kehutanan. 2008. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor : P. 49/ Menhut – II/ 2008 Tentang Hutan Desa. Jakarta.
- [Dephut] Martawijaya A, Kartasujana I, Kadir K, Prawira SA. 2005. Atlas Kayu Indonesia Jilid I. Cetakan II. Bogor.
- [Dephut] Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YI, Prawira SA, Kadir K. 1989. Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Bogor.
- [Dephut] Muslich M, Wardani M, Kalima T, Rulliaty S, Damayanti R, Hadjib N, Pari G, Suprpti S, Iskandar MI, Abdurachman, Basri E, Heriansyah I, Tata HL. 2013. Atlas Kayu Indonesia Jilid IV. Bogor.
- [Dephut] Sutisna U, Wardani M, Kalima T, Mandang YI, Hadjib N, Pari G, Sumarni G, Abdurrohman S, Barly, Iskandar MI, Rachman O, Basri E, Lisnawati Y, Iskak, Doom F. 2004. Atlas Kayu Indonesia Jilid III. Bogor.
- Achmad E, INS Jaya, MB Saleh, B KUncahyo. 2013. Biomass Estimation Using ALOS PALSAR for Identification of Lowland Forest Transition Ecosystem in Jambi Province. JMHT Vol. XIX, (2): 145-155, August 2013 EISSN: 2089-2063 <http://dx.doi.org/10.7226/jtfm.19.2.145>.
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. *World Agroforestry Center* : Bogor.
- Harlinda H. 2015. Model Penduga Biomassa Menggunakan Citra Landsat di Hutan Pendidikan Gunung Walat [Skripsi]. Bogor : IPB.
- Jaya INS. 2010. Analisis Citra Digital : *Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Bogor : IPB.
- Jensen JR. 2005. *Introductory Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective*. New Jersey (US) : Prentice Hall.
- Muhdin. 1999. Analisa Beberapa Rumus Penduga Volume Log : Studi Kasus Pada Jenis Meranti (*Shorea spp.*) di areal HPH PT. Siak Raya Timber, Provinsi Riau. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 5 (2) : 33 – 44.
- Panggabean MLE, Rahmawati, Riswan. 2013. Pendugaan Cadangan Karbon *Above Ground Biomass* (AGB) pada Tegakan Hutan Alam di Kabupaten Langkat. Medan : USU.
- Pradhana A. 2012. Pendugaan Biomassa Tegakan Pinus Menggunakan *BackscatterAlos Palsar*, Umur, dan Tinggi Tegakan : Kasus Di KPH Banyumas Barat, Jawa Tengah [Skripsi]. Bogor : IPB.
- Rahayu, S., B. Lusiana, dan M. Van Noordwijk. 2006. Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan 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).
- Riska A. 2011. Pendugaan Biomassa Atas Permukaan Pada Tegakan Pinus (*Pinus merkusii Jungh et De Vriese*) Menggunakan Citra ALOS PALSAR Resolusi Spasial 50 M dan 12.5 M (Studi

Kasus di KPH Banyumas) [Skripsi]. Bogor
: IPB.
Sitanggang. 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit
Masa Depan : Sistem Penginderaan Jauh

Satelit LDCM (Landsat 8). Jurnal LAPAN
Vol. 11 No. 2. Jakarta.
World Agroforestry Center. 2017. [Internet]
Wood Density. Tersedia pada :
www.worldagroforestry.org