

PENDUGAAN BIOMASSA ATAS PERMUKAAN DI KPHP UNIT X TEBO TIMUR

(Above Ground Biomass Estimation at KPHP Unit X Tebo Timur)

Agus Kurniawan Mastur^{1*}, Eva Achmad², dan Brems Renata Simbolon²

¹Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi

²Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Jambi

Jl. Lintas Jambi - Muara Bulian KM 15 Mendalo Indah Kabupaten Muaro Jambi, Jambi.

*Corresponding author: agus_kurniawan@unja.ac.id

ABSTRACT

Plant biomass is a carbon storage. The amount of biomass depends on the vegetation. This study aimed to analyze and predicted the above ground biomass stock in KPHP Unit X Tebo Timur. Regression analysis was used by correlating the biomass value from field measurement and the NDVI value from Landsat 8 imagery. Some of the regression equations tested were: linear, exponential, quadratic and rank. The best regression equation is used to estimate the biomass stock in KPHP Unit X Tebo Timur. The best model used to estimate above ground biomass stocks based on the NDVI value in East Tebo KPHP is quadratic with the equation $Y = 574.05 ((NDVI)^2) - 17.24$ ($R^2 = 85.5\%$). The analysis results showed that the above ground biomass stock in KPHP Unit X Tebo Timur was 9,695,091.39 tons.

Keywords: *above ground biomass, estimated, NDVI*

ABSTRAK

Biomassa tanaman merupakan penyimpan karbon. Jumlah biomassa tergantung pada vegetasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memprediksi stok biomassa di atas tanah di KPHP Unit X Tebo Timur. Analisis regresi digunakan dengan mengkorelasikan nilai biomassa dari pengukuran lapangan dan nilai NDVI dari citra Landsat 8. Beberapa persamaan regresi yang diuji adalah: linier, eksponensial, kuadrat dan rank. Persamaan regresi terbaik digunakan untuk mengestimasi stok biomassa di KPHP Unit X Tebo Timur. Model terbaik yang digunakan untuk mengestimasi stok biomassa di atas tanah berdasarkan nilai NDVI di KPHP Tebo Timur adalah model kuadrat dengan persamaan $Y = 574,05 ((NDVI)^2) - 17,24$ ($R^2 = 85,5\%$). Hasil analisis menunjukkan bahwa stok biomassa di atas tanah di KPHP Unit X Tebo Timur adalah 9.695.091,39 ton.

Kata kunci: biomassa di atas tanah, estimasi, NDVI

PENDAHULUAN

Hutan berperan penting dalam menyerap CO₂ di udara bebas (Widyasari *et al.* 2020). Dalam fotosintesis, CO₂ di atmosfer diikat oleh vegetasi dan disimpan dalam bentuk

biomassa. Penyerapan dan penyimpanan CO₂ oleh vegetasi hutan berperan penting untuk menurunkan konsentrasi CO₂ di atmosfer. Massa karbon tersimpan dalam biomassa pohon yang terdiri dari bagian akar, batang, cabang, ranting dan daun (Elias 2010). Lebih lanjut ditambahkan Purwanto *et al.* (2012) bahwa sebagai penyimpan karbon, hutan sangat berperan dalam siklus karbon secara global.

Kondisi hutan yang baik mampu menjaga konsentrasi CO₂ di atmosfer tetap stabil. Keadaan ini berdampak pada penurunan potensi bencana alam yang sering dikaitkan dengan fenomena Gas Rumah Kaca (GRK) dan efek perubahan iklim global (Junaidi 2007). Namun ancaman degradasi hutan dapat merubah komposisi tegakan vegetasi dalam kawasan hutan. Menurut Pelikka *et al.* (2018), perubahan penutupan lahan akan berpengaruh terhadap penyerapan karbon dan berdampak pada kondisi iklim.

Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi (KPHP) Unit X Tebo Timur adalah salah satu KPH yang dibentuk pada tahun 2010 yang meliputi kawasan hutan produksi terbatas dan hutan produksi. Kawasan KPHP Unit X Tebo Timur terbagi atas 3 blok pengelolaan yaitu: Blok Pemanfaatan HHK-HA, Blok Pemanfaatan HHK-HT dan Blok Pemberdayaan. Model pengelolaan kawasan yang diterapkan dan keragaman jenis tegakan vegetasi yang ada di kawasan ini menjadi faktor penentu dalam keberhasilan pengelolaan. Potensi biomassa di KPHP Unit X Tebo Timur belum teridentifikasi jumlah dan sebarannya. Data potensi biomassa dapat digunakan dalam perencanaan pengelolaan kawasan KPHP lebih lanjut.

Pendugaan biomassa dapat dilakukan dengan metode pemanenan secara langsung (*destructive sampling*) dan metode tidak langsung (*non-destructive sampling*). Pemanenan secara langsung dilakukan dengan cara penebangan untuk memperoleh data kuantitatif tanaman yaitu: berat basah dan berat kering kayu. Sedangkan metode tidak langsung dilakukan dengan menggunakan hubungan alometrik (Hairiah & Rahayu 2007). Ditambahkan Murdiyarso *et al.* (2004), bahwa persamaan alometrik dapat digunakan untuk menduga biomassa atas permukaan dengan mengkorelasikan biomassa dan komponen tegakan lainnya yang dapat diukur.

Pengukuran metode langsung hanya menghasilkan data cadangan saat pengukuran. Menurut Lu (2006), data penginderaan jauh dapat menjadi sumber data utama untuk menduga biomassa. Perpaduan metode statistika dan resolusi temporal dari data penginderaan jauh dapat menghasilkan informasi cadangan karbon suatu kawasan (Wahyuni 2012). Untuk mengestimasi cadangan karbon dalam cakupan wilayah yang lebih besar diperlukan transformasi hasil pengukuran langsung dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (Ulumudin *et al.* 2005; Achmad *et al.* 2013). Menurut Achmad *et al.* (2018), nilai biomassa dugaan dapat dihitung berdasarkan nilai NDVI dan nilai digital dari band dengan menggunakan model pendugaan.

Indeks vegetasi dapat digunakan dalam pendugaan jumlah biomassa. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) merupakan model yang paling tepat dalam menjelaskan nilai indeks vegetasi. (Bindu *et al*, 2020). Nilai NDVI merupakan nilai untuk mengetahui tingkat kehijauan daun tanaman dengan panjang gelombang inframerah yang sangat baik pada vegetasi. Hal ini karena sifat optik klorofil yang sangat khas yaitu menyerap spektrum merah dan memantulkan dengan kuat spektrum infra merah (Frahma *et al*. 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji jumlah dan sebaran biomassa atas permukaan di KPHP Unit X Tebo Timur menggunakan data penginderaan jauh yaitu Citra Landsat 8 yang dikorelasikan dengan hasil pengukuran langsung di lapangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan KPHP Unit X Tebo Timur dari Bulan Januari hingga April 2020. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain: *Global Positioning System* (GPS), kompas, alat tulis, kamera, tali, Citra Landsat 8 akuisisi tanggal 2 Mei 2019 *path/row* 126/061, Peta Batas KPHP Unit X Tebo Timur dan Peta Rupa Bumi Indonesia.

Analisis dan pengumpulan data lapangan dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu: analisis nilai NDVI, penentuan dan pengukuran biomassa lapangan, analisis korelasi nilai NDVI dan biomassa lapangan, pemilihan model pendugaan terbaik serta perhitungan cadangan biomassa di KPHP Unit X Tebo Timur.

$$\text{Penentuan nilai NDVI menggunakan rumus: } \text{NDVI} = \frac{\rho \text{ NIR} - \rho \text{ Red}}{\rho \text{ NIR} + \rho \text{ Red}}$$

Keterangan :

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

$\rho \text{ NIR}$ = Nilai reflektan kanal infra merah dekat (band 5)

$\rho \text{ Red}$ = Nilai reflektan kanal merah (band 4)

Citra hasil analisis nilai NDVI dideliniasi dengan batas kawasan KPHP. Nilai NDVI selanjutnya diklasifikasi kedalam 3 kelas untuk memudahkan dalam interpretasi dan analisis (Tabel 1).

Tabel 1. Kisaran tingkat kerapatan NDVI

No.	Kisaran NDVI	Tingkat Kerapatan
1.	-1 s/d 0,32	Jarang
2	0,32 s/d 0,42	Sedang
3.	0,42 s/d 1	Rapat

Sumber : *Departemen Kehutanan, (2003)*

Klasifikasi tutupan lahan KPHP Unit X dilakukan dengan menggunakan klasifikasi terbimbing. Agar representatif, hasil klasifikasi tutupan lahan dan kelas NDVI dijadikan rujukan dalam penentuan titik sampel di lapangan (Tabel 2). Pertimbangan proporsional luasan di tiap kelas tutupan lahan dan kelas NDVI menjadi dasar utama dalam penentuan jumlah titik sampel.

Tabel 2. Sebaran titik plot sampel berdasarkan kelas NDVI dan tutupan lahan di KPHP Unit X Tebo Timur

Kelas NDVI	Jumlah plot sampel tiap tutupan lahan						Jumlah
	Hutan Primer	Hutan Sekunder	Tanaman Campuran	Hutan Tanaman	Perkebunan	Lahan Kosong	
Tinggi	5	5	-	9	5	-	24
Sedang	-	2	-	2	1	-	5
Rendah	-	1	-	-	-	-	1

Pengukuran langsung biomassa dilakukan secara langsung dengan metode *non-destructive* pada titik sampel pengamatan yang telah ditetapkan. Pengamatan di lapangan berupa pengukuran diameter (Dbh) yaitu 130 cm dari permukaan tanah, tutupan lahan dan jenis vegetasi yang ditemukan. Plot sampel berbentuk bujur sangkar berukuran 20m x 20m (untuk pohon), didalamnya terdapat subplot berukuran 10m x 10m (untuk tiang) dan 5m x 5m (untuk pancang). Plot berbentuk lingkaran dengan jari-jari $r = 17,8m$ digunakan untuk pengukuran tanaman perkebunan dan hutan tanaman.

Data hasil pengukuran plot sampel di lapangan diolah dan dianalisis menggunakan persamaan alometrik untuk menentukan jumlah biomassa tiap luasan plot sampel. Pendugaan total biomassa dalam kawasan KPHP menggunakan korelasi antara nilai NDVI (variabel bebas) dan pengukuran biomassa langsung di lapangan (variabel terikat). Nilai NDVI hasil pengolahan Citra Landsat 8 diambil dan disesuaikan pada koordinat titik pengukuran plot sampel di lapangan.

Uji regresi dilakukan untuk mengetahui hubungan kedua variabel tersebut antara lain menggunakan model linear, eksponensial, kuadratik dan pangkat. Dari keempat model tersebut dipilih salah satu model terbaik dalam menduga sebaran biomassa di KPHP Unit X Tebo Timur. Pemilihan model berdasarkan kriteria: Uji *Chi-square*, Simpangan Agregat, Simpangan Rata-Rata, *Root Mean Square Error* (RMSE) dan bias.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks Vegetasi dan Penutupan Lahan di KPHP Unit X Tebo Timur

Hasil analisis menunjukkan kerapatan vegetasi di KPHP Unit X Tebo Timur beragam. Semakin rapat vegetasi maka nilai indeks vegetasi akan semakin tinggi. Luas

kawasan dengan indeks vegetasi rapat (NDVI = 0,42 - 1) yaitu 73.631,6 ha dan merupakan yang terluas di lokasi penelitian. Kawasan dengan indeks vegetasi sedang (NDVI = 0,32 - 0,42) dan indeks vegetasi jarang (NDVI = -1 - 0,32) masing-masing seluas 5.028,78 ha dan 22.672,5 ha.

Tutupan lahan di KPHP Unit X Tebo Timur didominasi oleh hutan tanaman yaitu sebesar 43% dari keseluruhan kawasan KPHP (44.155 ha). Tutupan lahan hutan sekunder sebesar 22% (22.682,7 ha) dan perkebunan sebesar 21% (21.330,1 ha) merupakan kelas tutupan lahan terluas kedua dan ketiga. Tutupan lahan lainnya yang teridentifikasi pada Citra Landsat 8 dan ditemukan di lapangan yaitu : hutan primer sebesar 4% (4.563,9 ha), tanaman campuran sebesar 6% (6.561,7 ha) dan tanah terbuka (lahan kosong) sebesar 4% (4.031 ha).

Hutan primer yang ditemukan di lapangan memiliki ciri biofisik seperti banyaknya pohon yang sudah tua, tutupan tajuk yang rapat, tegakan yang sudah mati masih berdiri tegak dan sedikit cahaya matahari yang dapat menembus lantai hutan. Berdasarkan spesiesnya hutan primer dan hutan sekunder banyak ditumbuhi oleh spesies medang, mahang, karau, melabai, nango, kundur, duhut, arung, kasai, tapus, klampayen dan piontang yang memiliki diameter batang cukup besar. Sedangkan pada perkebunan dan tanaman campuran didominasi oleh tanaman karet dan akasia.

Nilai Biomassa KPHP Unit X Tebo Timur

Berdasarkan analisis regresi, dari 4 model yang dianalisis untuk mengkorelasikan data biomassa hasil pengukuran lapangan dengan nilai NDVI didapat nilai koefisien determinasi (R^2) yang tidak jauh berbeda. Semua model menunjukkan nilai R^2 diatas 85%. Hal ini berarti 85% nilai biomassa atas permukaan dapat diinterpretasi dan dijelaskan dengan nilai NDVI, sedangkan 15% lainnya disebabkan oleh faktor lain. Hasil analisis regresi dan uji validasi data dari 4 model persamaan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis regresi dan uji validasi data tiap persamaan regresi

Model	Persamaan	Nilai					
		Chi-square	SA	SR (%)	RMSE	Bias	R^2
Eksponensial	$Y = 1,98e^{((5,76(NDVI))}$	656,50	-3,49	-497,34	74,59	-73,80	86,3
Power	$Y = 6,47(NDVI^{2,37})$	1.042,45	-122,31	-17.208,20	99,04	-99,04	85,9
Kuadratik	$Y = 574,05((NDVI)^2) - 17,24$	275,49	-0,22	-82,57	41,91	-3,03	85,5
Linear	$Y = 483,13(NDVI) - 117,42$	300,04	-0,24	-126,5	3,97	-3,16	85,2

Untuk analisis pendugaan cadangan biomassa atas permukaan perlu dipilih 1 model terbaik dalam merepresentasikan data biomassa di KPHP Unit X Tebo Timur. Dari keempat model tersebut selanjutnya diberikan skor dari masing-masing parameter uji validasi model

persamaan (Tabel 4). Model yang menghasilkan jumlah skor paling kecil dianggap model terbaik.

Tabel 4. Peringkat masing-masing model persamaan regresi

No.	Model Regresi	Peringkat						Jumlah skor
		Chi-Square	SA	SR (%)	RMSE	Bias	R ²	
1.	Eksponensial	3	3	3	3	3	1	16
2.	Power	4	4	4	4	4	2	22
3.	Kuadratik	1	1	1	2	1	3	9
4.	Linear	2	2	2	1	2	4	13

Keterangan : 1 = Sangat bagus, 2 = Bagus, 3 = Sedang, 4 = Buruk

Model kuadratik merupakan model terbaik dalam merepresentasikan jumlah biomassa berdasarkan nilai NDVI. Persamaan kuadratik yang dihasilkan yaitu $Y = 574,05((NDVI)^2) - 17,24$ ($R^2 = 85,5\%$). Sebesar 85,5% nilai biomassa atas permukaan dapat diprediksi berdasarkan nilai NDVI.

Tabel 5. Luas Biomassa Menurut Kelas di KPHP Unit X Tebo Timur

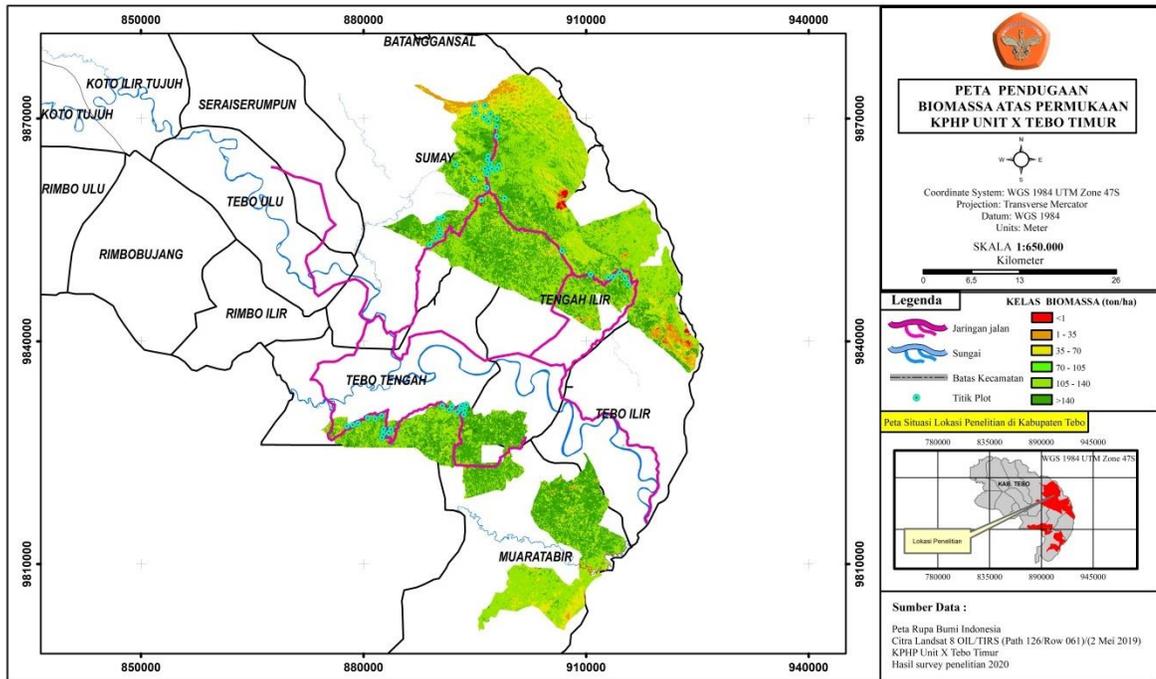
No.	Kelas Biomassa (ton/ha)	Keterangan	Luas	
			(ha)	(%)
1.	<1	Non-biomassa	428,55	0,42
2.	1 – 35	Biomassa sangat rendah	3.378,99	3,27
3.	35 – 70	Biomassa kecil	11.057,2	10,70
4.	70 – 105	Biomassa sedang	51.897,7	50,24
5.	105 – 140	Biomassa tinggi	35.216,7	34,09
6.	>140	Biomassa sangat tinggi	1.319,85	1,28
Jumlah			103.298,99	100

Berdasarkan hasil analisis, jumlah cadangan biomassa di KPHP Unit X Tebo Timur yaitu sebesar 9.695.091,39 ton dengan rata-rata jumlah biomassa 93,85 ton/ha. Cadangan biomassa ini tersebar tidak merata di kawasan KPHP Unit X Tebo Timur dan sangat tergantung kondisi tutupan lahan. Semakin baik tutupan lahan maka kandungan biomassa akan semakin besar. Cadangan biomassa terbesar berada di bagian tengah KPHP Unit X Tebo Timur dengan penutupan lahan hutan tanaman dan perkebunan. Pada bagian tepi, nilai biomassa relatif lebih kecil dengan penutupan lahan hutan sekunder dan tanah terbuka.

Klasifikasi nilai biomassa hasil pemodelan spasial dengan NDVI dilakukan untuk memudahkan dalam menginterpretasi sebaran cadangan biomassa. Nilai biomassa diklasifikasikan dalam 6 kelas yaitu: <1 ton/ha, 1-35 ton/ha, 35-70 ton/ha, 70-105 ton/ha, 105-140 ton/ha, >140 ton/ha dan 1 kelas lainnya merupakan wilayah tidak bervegetasi (non-biomassa). Tabel luasan pendugaan biomassa menurut kelas di KPHP Unit X Tebo Timur

disajikan pada Tabel 5. Peta sebaran pendugaan biomassa di KPHP Unit X Tebo Timur disajikan pada Gambar 1.

Potensi biomassa dengan kelas sedang (70-105 ton/ha) memiliki sebaran terluas yaitu 51.897,7 ha (50,24% dari luas KPHP), sedangkan kelas biomassa kelas sangat besar (>140 ton/ha) hanya 1.319,85 ha atau 1,28% dari luas keseluruhan KPHP Unit X Tebo Timur.



Gambar 1. Peta Pendugaan Biomassa KPHP Unit X Tebo Timur

KESIMPULAN

Cadangan biomassa di KPHP Unit X Tebo Timur sebesar 9.695.091,39 ton. Model persamaan kuadratik merupakan model terbaik dalam menduga biomasa atas permukaan di KPHP Unit X Tebo Timur yaitu $Y = 574,05((NDVI)^2) - 17,24$ dengan R^2 sebesar 85,5%

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi (KPHP) Unit X Tebo Timur dan semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, E., Jaya, I. N. S., Saleh, M. B., & Kuncahyo, B. (2013). Biomass Estimation Using ALOS PALSAR for Identification of Lowland Forest Transition Ecosystem in Jambi

- Province. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 19(2), 145-155.
<https://doi.org/10.7226/jfm.19.2.145>
- Achmad E, Nursanti, Manalu JHB. 2018. Model spasial pendugaan biomassa di atas permukaan tanah di Hutan Nagari Padang Limau Sundai Kabupaten Solok Selatan Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Silva Tropika* 2(3):67-76.
- Bindu G, Rajan P, Jishnu ES, Joseph KA. 2020. Carbon stock assessment of mangroves using remote sensing and geographic information system. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 23(2020):1-9.
- Elias, Wistara NJ, Dewi M, Hania Purwitasari H. 2010. Model persamaan massa karbon akar pohon dan *root-shoot ratio* massa karbon. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 16(2):113-117.
- Frahma YF, Cahyono BE, Nugroho AT. 2018. Analisis tingkat kehijauan hutan daerah pertambangan Sawahlunto dengan metode NDVI berdasarkan Citra Landsat Tahun 2006-2016. *Spektra : Jurnal Fisika dan Aplikasinya* 3(1):37-46.
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Junaedi A. 2007. Kontribusi hutan sebagai rosot karbondioksida. *Jurnal Info Hutan* 5(1):1-7.
- Lu D. 2005. The potential and challenge of remote sensing-based biomass estimation. *International Journal of Remote Sensing* 27(7):1297–1328.
- Murdiyarto D, Rosalina U, Hairiah K, Muslihat L, Suryadiputra INN, Jaya A. 2004. Petunjuk Lapangan : Pendugaan Cadangan Karbon pada Lahan Gambut.. Bogor. Wetlands International – Indonesia Programmed an Wildlife Habitat Canada.
- Pellikka PKE, Heikinheimo V, Hietanen J, Schafer E, Siljander M, Heiskanen J. 2018. Impact of land cover change on aboveground carbon stocks in Afriomontane landscape in Kenya. *Applied Geography* 94 (2018):178-189.
- Purwanto RH, Rohman, Maryudi A, Yuwono T, Permadi DB, Sanjaya M. 2012. Potensi biomasa dan simpanan karbon jenis-jenis tanaman berkayu di hutan rakyat Desa Nglanggeran, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 6(2):128-141.
- Ulumudddin YI, Sulistyawati E, Hakim DM, Harto AB. 2005. Korelasi stok karbon dengan karakteristik spektral Citra Landsat: Studi kasus Gunung Papandayan. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV “Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa”:1-12.
- Wahyuni NI. 2012. Integrasi penginderaan jauh dalam penghitungan biomasa hutan. *Info BPK Manado* 2(2):115-126.

Widyasari NAE, Saharjo BH, Solichin, Istomo. 2010. Pendugaan biomassa dan potensi karbon terikat di atas permukaan tanah pada hutan rawa gambut bekas terbakar di Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 15(1):41-49.