

HUBUNGAN BIOMASSA PENUTUP LAHAN DENGAN INDEKS VEGETASI DI KABUPATEN MAMUJU UTARA, SULAWESI BARAT

(Relationship Between Land Cover Biomass and Vegetation Indices in North Mamuju Regency, West Sulawesi)

oleh/by:

Melinda Rakhmawati¹

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan
Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Diterima (received): 10 Mei 2012; Disetujui untuk dipublikasikan (accepted): 7 September 2012

ABSTRAK

Estimasi biomassa dapat dilakukan dengan tiga pendekatan yaitu modeling, pengukuran di lapang dan penginderaan jauh (Lu,2006). Dari tiga pendekatan tersebut, pendekatan penginderaan jauh lebih dipilih karena dapat digunakan untuk kawasan dengan luasan besar. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis penutupan lahan melalui citra Landsat, membangun model hubungan antara biomassa atas permukaan dengan indeks vegetasi, dan mengetahui estimasi biomassa atas permukaan pada berbagai penutupan lahan di Kabupaten Mamuju Utara. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu persiapan, pengumpulan data, analisis data (koreksi geometri, interpretasi penutupan lahan, perhitungan indeks vegetasi, pemilihan model, estimasi biomassa Kabupaten Mamuju Utara pada berbagai penutupan lahan). Beberapa indeks vegetasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), TNDVI (Transformed Normalized Difference Vegetation Index), RVI (Ratio Vegetation Index), dan TRVI (Transformed Ratio Vegetation Index). Penutupan lahan di Kabupaten Mamuju Utara berjumlah 12 jenis yang umumnya didominasi oleh hutan, perkebunan dan kebun campuran. Penutupan mangrove, semak belukar, tegalan/ladang, sawah, tubuh air, rawa, tanah terbuka, tambak/empang dan pemukiman relatif lebih sedikit. Indeks vegetasi NDVI memiliki korelasi yang paling tinggi baik dari penutupan vegetasi alami maupun non alami dengan biomassa dengan R sebesar 60%. Jumlah estimasi biomassa atas permukaan di Kabupaten Mamuju Utara pada vegetasi alami: hutan primer 104,1 ton/ha, mangrove 79,0 ton/ha, semak belukar 36,0 ton/ha dan pada vegetasi non alami: perkebunan 66,1 ton/ha, kebun campuran 65,1 ton/ha, tegalan 52,1 ton/ha, sawah 5,6 ton/ha. Jumlah biomassa yang tersimpan bervariasi tergantung pada jenis penutup lahan, tanah dan pengelolaan. Semakin tua umur vegetasi, semakin tinggi kandungan biomasanya.

Kata Kunci: Penutup Lahan, Biomassa, Penginderaan Jauh, Indeks Vegetasi

ABSTRACT

There are three approaches used in biomass estimation, namely modeling, field measurement, and remote sensing (Lu, 2006). Among the three approaches, remote sensing approach is preferred because it can be applied for large extents areas. This research aims to analyze land cover using Landsat imagery, building a model of relationship between surface biomass using a vegetation index, and determining the surface biomass estimates for the various land cover in North Mamuju. This research was conducted through several stages i.e. preparation, data collection, data analysis (geometry correction,

interpretation of land cover, vegetation index calculation, model selection, and biomass estimation of various land cover) in North Mamuju Regency. The vegetation indices used in this study were NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), TNDVI (Transformed Normalized Difference Vegetation Index), RVI (Ratio Vegetation Index), and TRVI (Transformed Ratio Vegetation Index). Land cover in North Mamuju consisted of 12 types which in general are dominated by forests, plantations, and mixed farms. Meanwhile, the coverage of mangroves, scrub, moor/field, fields, water bodies, wetlands, open land, farms/ponds and settlements relatively small. Correlation between NDVI vegetation index and the land covers' biomass was the highest, both of the natural and non-natural vegetation covers with R of 60%. The estimated of total biomass on the surface natural vegetation were as follows: primary forest (104,1) ton/ha, mangrove 79,0 ton/ha, shrubs 36,0 ton/ha; and the non-natural vegetation: plantation 66,1 ton/ha, mixed farms 65.1 ton/ha, dry 52,1 ton/ha, rice 5,6 ton/ha. The amount of biomass stored in each land cover varied, depending on the land cover type, soil type, and management. The older of the vegetation, the greater biomass.

Keywords: Land Cover, Biomass, Remote Sensing, Vegetation Index

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Biomassa sangat relevan dengan isu perubahan iklim serta berperan penting dalam siklus karbon. (Brown, 1997). Penilaian biomassa dilakukan untuk mengetahui banyaknya bahan bakar kayu yang tersedia untuk digunakan dan mengetahui banyaknya biomassa yang tersedia pada satu waktu tertentu serta untuk menilai produktivitas dan keberlanjutan hutan. Biomassa juga merupakan indikator penting dalam penyerapan karbon, sehingga dapat diketahui berapa banyak biomassa yang hilang atau terakumulasi dari waktu ke waktu. (Parresol, 1999).

Estimasi biomassa dapat dilakukan dengan tiga pendekatan yaitu modeling, pengukuran langsung di lapangan dan Penginderaan Jauh (Lu, *et al*, 2006). Dari ketiga pendekatan tersebut, pendekatan dengan Penginderaan Jauh lebih dipilih karena dapat digunakan untuk kawasan dengan luasan besar. Salah satu pemanfaatan teknologi Penginderaan Jauh yaitu melalui citra Landsat. Estimasi biomassa melalui Citra Landsat dilakukan dengan pendekatan indeks vegetasi.

Dalam penelitian ini dilakukan estimasi biomassa atas permukaan dari beberapa tipe penutupan lahan dengan pendekatan

indeks vegetasi. Adapun tipe indeks vegetasi yang digunakan adalah NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), TNDVI (*Transformed Normalized Different Vegetation Index*), RVI (*Ratio Vegetation Index*), dan TRVI (*Transformed Ratio Vegetation Index*).

Tujuan

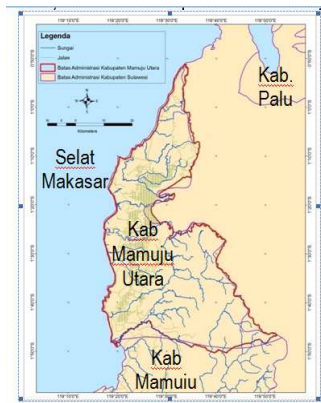
Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Interpretasi penutupan lahan dan mentransformasikan indeks vegetasi melalui citra Landsat.
2. Membangun model hubungan antara biomassa atas permukaan dengan indeks vegetasi.
3. Mengestimasi biomassa atas permukaan pada berbagai penutupan lahan di Kabupaten Mamuju Utara.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Kabupaten Mamuju Utara, Sulawesi Barat. Secara geografis terletak pada posisi: 0° 40' 10" – 10° 50' 12" Lintang Selatan dan 119° 25' 26" – 119° 50' 20" Bujur Timur dari Jakarta, (0° 0' 0" Jakarta = 160° 48' 28" Bujur Timur Greenwich). Peta lokasi penelitian disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat Kabupaten Mamuju Utara, Paser, Flores Timur dan Tabalong tahun 2010, Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 2014-63 Gimpubia, 2014-52 Marthasari, 2014-54 Pasangkayu, 2014-33 Banggaiba tahun 1991, skala 1:50.000. Alat yang digunakan berupa seperangkat komputer yang dilengkapi software ArcView 3.3, ArcGIS, ERDAS Imagine 9.2, ENVI 4.5 dan Microsoft Excel.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, secara ringkas tahapan penelitian disajikan pada **Gambar 2**. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

Pengumpulan data

Tahap ini dilakukan pengumpulan data sekunder, yang berupa data biomassa lapang yang bersumber dari (KLH, 2010). Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 43 yang menyebar pada 4 Kabupaten yaitu Kabupaten Flores Timur, Mamuju Utara, Paser dan Tabalong, seperti yang disajikan pada **Tabel 1**.

Analisis data

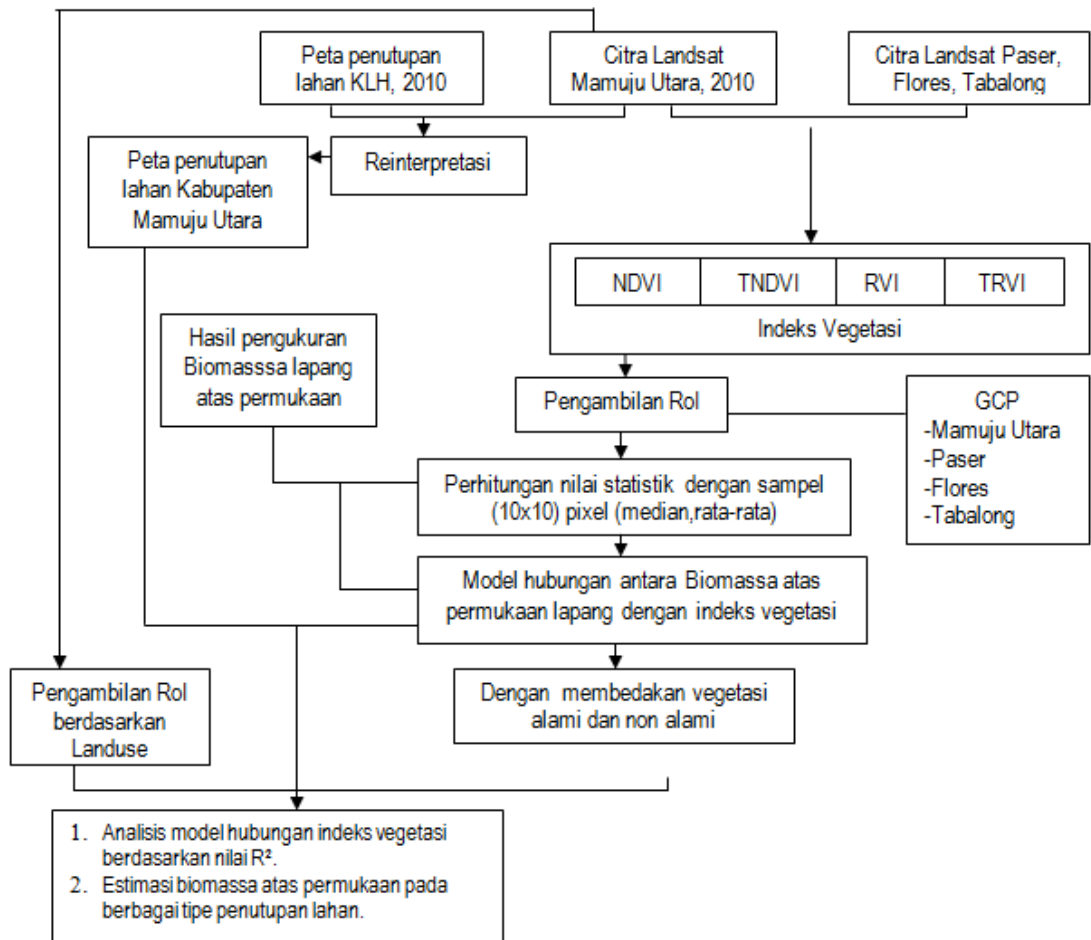
Analisis data yang dilakukan adalah koreksi geometri, interpretasi penutupan lahan, transformasi indeks vegetasi. Model hubungan antara biomassa atas permukaan lapang dengan indeks vegetasi, estimasi biomassa atas permukaan Kabupaten Mamuju Utara menggunakan beberapa formula indeks vegetasi seperti tersaji pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Jumlah Sampel Biomassa Lapang Kab. Flores Timur, Mamuju Utara, Paser dan Tabalong

Penutupan Lahan	Kabupaten				Jumlah
	Flores Timur	Mamuju Utara	Paser	Tabalong	
Hutan Primer (Hp)	1	2	1	-	4
Hutan Sekunder (Hs)	3	-	1	1	5
Perkebunan (Kb)	-	2	1	2	5
Kebun Campuran (Kc)	2	2	1	1	6
Mangrove (Mgv)	2	2	1	-	5
Rawa (Rw)	1	1	1	1	4
Semak Belukar (Sb)	2	-	1	2	5
Savana (Svn)	1	-	-	-	1
Sawah (Sw)	-	-	1	2	3
Tegalan (Tg)	1	1	1	2	5
Total	13	10	9	11	43

Tabel 2. Formula Indeks Vegetasi

No	Formula	Tipe indeks vegetasi	Rumus	Sumber
1	NDVI	Normalized Different Vegetation Index	$(NIR-Red)/(NIR+Red)$	Deering <i>et. al</i> , 1975
2	TNDVI	Transformed Normalized Different Vegetation Index	$\sqrt{\left(\frac{NIR - Red}{NIR + Red}\right) + 0,5}$	Deering <i>et. al</i> , 1975
3	RVI	Ratio Vegetation Index	$\frac{NIR}{Red}$	Rouse <i>et. al</i> , 1974
4	TRVI	Transformed Ratio Vegetation Index	$\sqrt{\frac{NIR}{Red}}$	Rouse <i>et. al</i> , 1974



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

PEMBAHASAN

Interpretasi Penutupan Lahan Tahun 2010

Peta penutupan lahan bersumber dari (KLH, 2010), namun pada beberapa lokasi dijumpai ketidaktepatan koreksi geometri dan deliniasi penggunaan lahan. Beberapa ketidaktepatan kenampakan objek di citra dapat dilihat pada **Gambar 3**.

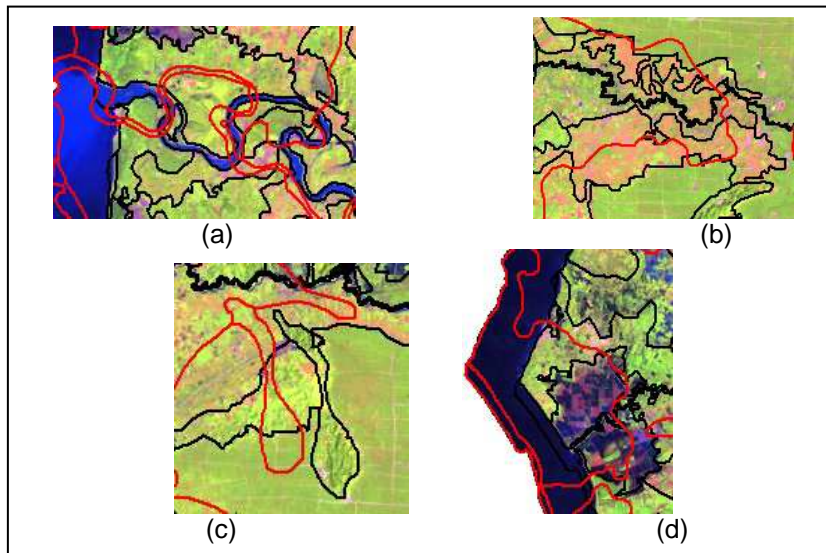
Dalam interpretasi penutupan dari citra Landsat digunakan kombinasi band 543 (RGB). Adapun karakteristik kenampakan kelas penutupan lahan pada citra Landsat yang terdapat di Kabupaten Mamuju Utara disajikan pada **Gambar 4**.

Penutupan Lahan Tahun 2010

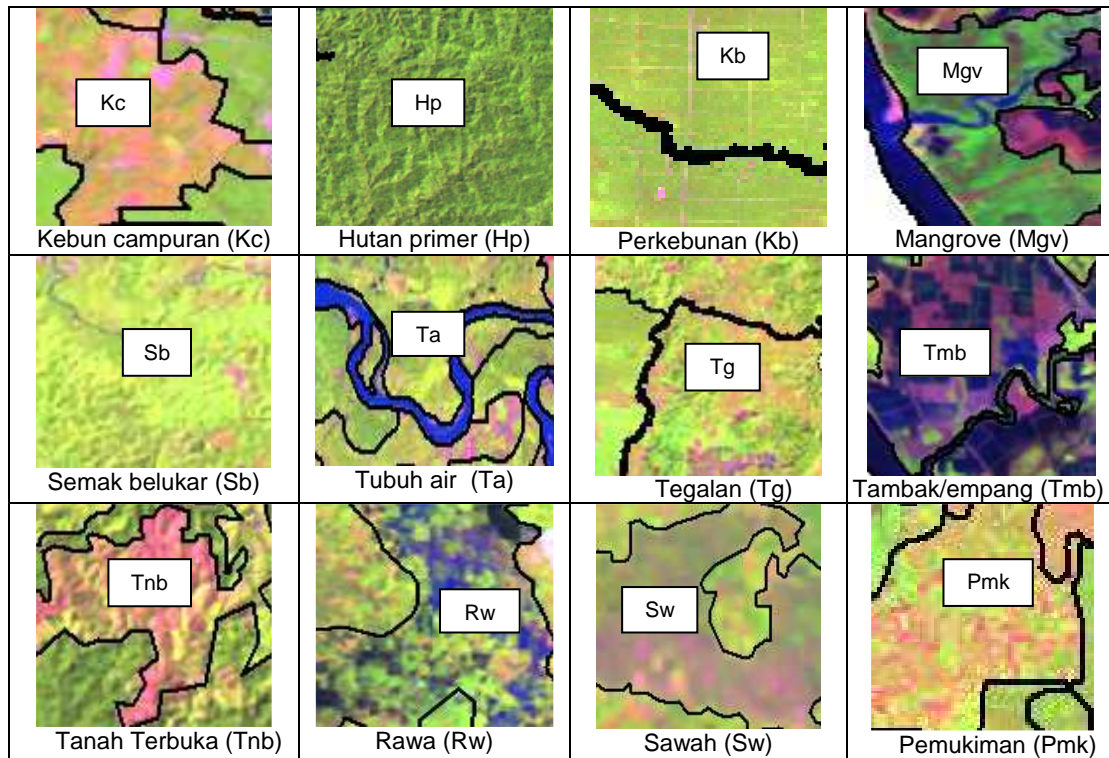
Kelas penutupan lahan setelah dilakukan revisi mengalami penambahan dari 9

kelas menjadi 12. Penambahan kelas penutupan lahan dan luas dari masing-masing tipe penutupan lahan sebelum dan sesudah revisi disajikan pada **Tabel 3**.

Penutupan Lahan Kabupaten Mamuju Utara Tahun 2010 disajikan pada **Gambar 5**. Dimana pada peta penutupan lahan nampak bahwa penutupan lahan hutan primer mendominasi di Kabupaten Mamuju Utara. Penutupan lahan dominan kedua ditempati oleh perkebunan sawit yang hampir menyebar merata dari bagian utara sampai bagian selatan. Kebun campuran tersebar pada bagian utara dan selatan. Pemukiman mendominasi pada kawasan dekat perkebunan. Namun penyebaran mangrove hanya terdapat pada kawasan yang berapa dekat laut atau pantai. Sedangkan semak belukar dan tegalan menyebar secara acak.



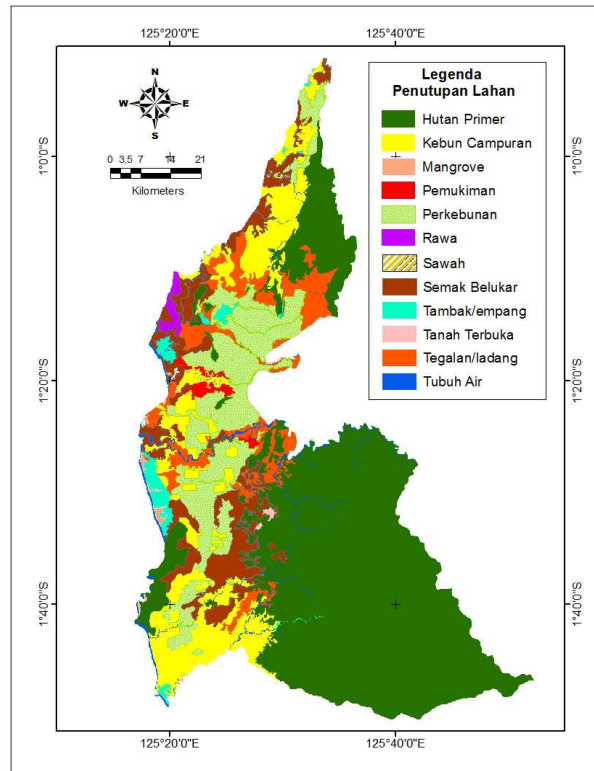
Gambar 3. Contoh Batas Objek yang Belum Diperbaiki (merah) dan Sudah Diperbaiki (hitam) pada (a & d) Tubuh Air, (b) Kebun Campuran, (c) Hutan



Gambar 4. Kenampakan Penutupan Lahan pada Citra Landsat Kab. Mamuju Utara, Tahun 2010

Tabel 3. Luas Penutupan Lahan Kabupaten Mamuju Utara Tahun 2010

Penutupan Lahan KLH (sebelum revisi)			%	Penutupan Lahan (setelah revisi)			%
Nama	Kode	Luas (ha)		Nama	Kode	Luas (ha)	
Hutan Primer	Hp	149.229,1	50	Hutan Primer	Hp	151.318,0	49
Kebun Campuran	Kc	60.315,7	20	Kebun Campuran	Kc	41.055,0	16
Perkebunan	Kb	56.997,8	19	Perkebunan	Kb	40.386,0	13
Mangrove	Mgv	289,5	1	Mangrove	Mgv	1.240,0	0
Rawa	Rw	1.208,3	1	Rawa	Rw	1.641,0	1
Tambak/Empang	Tmb	6.579,8	2	Tambak/Empang	Tmb	5.082,0	2
Tanah Terbuka	Ta	21,1	1	Tanah Terbuka	Ta	399,5	0
Tegalan/Ladang	Tg	21.098,6	7	Tegalan/Ladang	Tg	21.598,0	7
Tubuh Air	A	2.244,8	0	Tubuh Air	A	5.167,0	3
				Semak Belukar	Sb	27.681,2	8
				Sawah	Sw	182,0	0
				Pemukiman	Pmk	2.235,0	1
Jumlah	9	297.984,7	100		12	297.984,7	100



Gambar 5. Peta Penutupan Lahan Kabupaten Mamuju Utara Tahun 2010

Karakteristik Biomassa Atas Permukaan Hasil Pengukuran Lapangan

Biomassa atas permukaan hasil pengukuran lapangan pada Kabupaten Flores Timur, Mamuju Utara, Paser dan Tabalong yang bersumber dari (KLH, 2010) disajikan pada **Tabel 4**.

Urutan rata-rata biomassa hasil pengukuran lapangan hutan primer, hutan sekunder, perkebunan dan kebun campuran memiliki jumlah estimasi biomassa dalam kelompok 4 besar dibandingkan penutupan lahan lainnya. Hal ini berkaitan dengan umur tanaman yang mempengaruhi tempat penyimpanan biomassa. Lebih Lanjut Rahayu, *dkk* (2006) mengatakan, tumbuhan atau pohon berumur panjang yang tumbuh di hutan maupun kebun campuran (agroforestri) merupakan tempat penimbunan atau penyimpanan biomassa

yang jauh lebih besar dari pada tanaman semusim. Oleh karena itu, hutan alami dengan keragaman jenis pepohonan berumur panjang dan serasah yang banyak merupakan gudang penyimpanan biomassa tertinggi (baik di atas maupun di dalam tanah).

Indeks Vegetasi Pada Berbagai Penutupan Lahan

Penyebaran titik sampel lapangan pada berbagai penutupan lahan di Kabupaten Flores Timur, Mamuju Utara, Paser, dan Tabalong menghasilkan grafik kisaran nilai indeks vegetasi pada masing-masing penutupan lahan yang dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Pada masing-masing indeks vegetasi perolehan nilai terbesar ditempati oleh penutupan lahan hutan primer, sedangkan

perolehan nilai terendah terdapat pada penutupan lahan sawah, yang artinya semakin besar nilai indeks vegetasi yang diperoleh mengindikasikan adanya vegetasi yang berumur tua dengan vegetasi yang lebat dan kondisi tanaman yang sehat, sehingga perolehan nilai reflektannya besar karena tingginya kandungan klorofil pada tanaman tersebut. Sedangkan perolehan nilai yang relatif kecil mengindikasikan bahwa vegetasi tersebut berumur relatif muda dengan

vegetasi yang jarang serta kenampakan objek tersebut didominasi adanya genangan air dengan kerapatan tanaman yang relatif jarang. Menurut (Howard dan Lillesand & Kiefer *dalam* Sobirin *et al.*, 2007) perbedaan nilai reflektan yang bervariasi selain dipengaruhi karakteristik vegetasi, seperti umur dan jenis pohon, struktur daun dan tutupan kanopi, juga dipengaruhi oleh karakter tanah dan kondisi atmosfer.

Tabel 4. Karakteristik Biomassa Atas Permukaan Hasil Pengukuran Lapang pada Kabupaten Flores Timur, Mamuju Utara, Paser dan Tabalong

No	Koordinat		Sampel	Kabupaten	Biomassa (kg)/ha	Biomassa (ton)/ha	Rataan Biomassa (ton)/ha
	X	Y					
1	103,9	-2,25	Hp	Paser	85.761,30	85,76	181,0
2	119,51	-1,72	Hp01	Mamuju Utara	302.273,80	302,27	
3	122,99	-8,3	Hp 02	Flores Timur	84.391,00	84,39	
4	119,58	-1,12	Hp 02	Mamuju Utara	251.565,70	251,57	
5	115,57	-1,8	Hs	Tabalong	92.047,60	92,05	85,5
6	103,91	-1,80	Hs 01	Paser	39.371,20	39,37	
7	122,89	-8,3	Hs 02	Flores Timur	66.644,50	66,64	
8	122,68	-8,5	Hs 03	Flores Timur	144.080,30	144,08	
9	104,10	-2,14	Kb	Paser	134.306,30	134,31	283,6
10	119,38	-1,3	Kb 01	Mamuju Utara	584.047,00	584,05	
11	115,56	-2,1	Kb I	Tabalong	132.329,10	132,33	
12	103,72	-1,67	Kc	Paser	9.196,20	9,20	145,0
13	115,66	-1,79	Kc	Tabalong	125.237,00	125,24	
14	123,23	-8,3	Kc 01	Flores Timur	506.444,40	506,44	
15	119,47	-1,06	Kc 01	Mamuju Utara	37.783,30	37,78	
16	122,71	-8,6	Kc 02	Flores Timur	107.856,60	107,86	
17	119,39	-1,16	Kc 02	Mamuju Utara	83.424,00	83,42	72,7
18	104,21	-1,80	Mgv	Paser	5.598,20	5,60	
19	123	-8,3	Mgv 01	Flores Timur	44.122,40	44,12	
20	122,79	-8,4	Mgv 02	Flores Timur	135.014,50	135,01	
21	119,29	-1,45	Mgv 02	Mamuju Utara	105.882,90	105,88	12,2
22	122,78	-8,4	Rw	Flores Timur	21.265,60	21,27	
23	119,36	-1,19	Rw	Mamuju Utara	11.079,60	11,08	
24	104,25	-1,81	Rw	Paser	4.174,00	4,17	5,2
25	103,82	-1,79	Sb	Paser	2.840,80	2,84	
26	115,44	-2,14	Sb I	Tabalong	10.418,30	10,42	
27	115,44	-2,15	Sb II	Tabalong	2.247,50	2,25	9,7
28	123,06	-8,4	Svn	Flores Timur	9.730,20	9,73	
29	104,39	-1,54	Sw	Paser	4.500,00	4,50	2,3
30	115,62	-2,07	Sw I	Tabalong	151,4	0,15	
31	123,01	-8,3	Tg	Flores Timur	68.029,10	68,03	25,1
32	104,11	-2,26	Tg	Paser	2.136,80	2,14	
33	115,56	-2,01	Tg I	Tabalong	18.505,50	18,51	
34	115,57	-2	Tg II	Tabalong	11.623,40	11,62	

Nilai Indeks Vegetasi	20.00									
	IIb	IIs	Kb	Kc	Mg _v	Rw	Sb	Svn	Sw	Tg
TRVI median	2,29	2,05	1,92	2,11	2,05	1,78	1,53	1,92	1,52	1,67
TRVI rata-rata	2,31	2,06	1,96	2,14	2,07	1,82	1,53	1,96	1,54	1,70
RVI median	5,20	4,36	3,91	4,64	4,47	3,33	2,34	3,75	2,34	2,00
RVI rata-rata	5,39	4,42	3,96	4,74	4,55	3,44	2,35	3,92	2,39	2,94
TNDVI median	1,08	1,04	1,03	1,05	1,03	0,98	0,95	1,04	0,95	0,98
TNDVI rata-rata	1,08	1,04	1,03	1,05	1,03	0,98	0,95	1,04	0,95	0,98
NDVI median	0,66	0,59	0,56	0,61	0,52	0,49	0,40	0,57	0,40	0,45

Penutupan Lahan

Gambar 6. Grafik Kisaran Nilai Indeks Vegetasi Masing-Masing Penutupan Lahan Pada Indeks Vegetasi NDVI, TNDVI, RVI dan TRVI

Hubungan Biomassa Atas Permukaan dengan Indeks Vegetasi pada Vegetasi Alami dan Non Alami

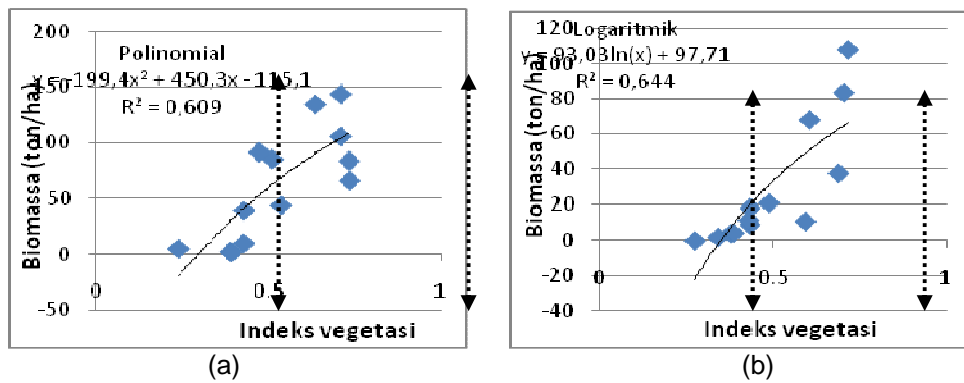
Berdasarkan pengukuran biomassa lapang dan nilai spektral dari indeks vegetasi (**Tabel 5**), diturunkan persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antara parameter-parameter tersebut. Hasil penelitian menunjukkan korelasi positif antara keempat indeks vegetasi dengan pengukuran biomassa lapang. Pada masing-masing gambar menunjukkan peningkatan biomassa tanaman yang digambarkan dalam persamaan polinomial

dan logaritmik dengan nilai R²=0,6. Nilai R² merupakan nilai yang menunjukkan tingkat korelasi antara variabel yang dihubungkan, dalam hal ini indeks vegetasi dan biomassa.

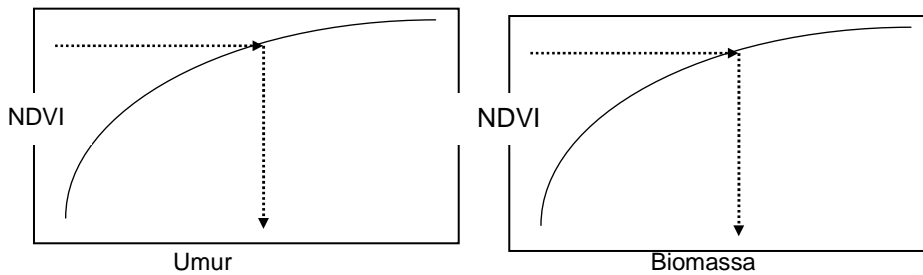
Nilai R² sebesar 0,6 menunjukkan bahwa persamaan tersebut dapat menggambarkan 60% hubungan antara nilai spektral indeks vegetasi dengan biomassa. Dari 16 model regresi yang diperoleh, dipilih 2 model regresi dengan perincian 1 model yang mewakili vegetasi alami dan 1 model vegetasi non alami untuk masing-masing indeks vegetasi yang dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Tabel 5. Persamaan Regresi dan Koefisien Determinasi Masing-Masing Indeks Vegetasi pada Penutupan Lahan Alami dan Non Alami

Tipe	Hubungan	Persamaan	R ²
Alami	Biomassa-NDVI(rata-rata)	$y = -199,4x^2 + 450,3x - 115,1$	0,609
	Biomassa-NDVI(median)	$y = -90,65x^2 + 328,2x - 82,30$	0,594
	Biomassa-TNDVI(rata-rata)	$y = -649,7x^2 + 1724,x - 1015$	0,513
	Biomassa-TNDVI(median)	$y = -268,4x^2 + 943,3x - 616$	0,502
	Biomassa-RVI(rata-rata)	$y = 71,75\ln(x) - 29,99$	0,477
	Biomassa-RVI(median)	$y = 71,56\ln(x) - 28,74$	0,478
	Biomassa-TRVI(rata-rata)	$y = 142,4\ln(x) - 28,85$	0,476
	Biomassa-TRVI(median)	$y = 141,8\ln(x) - 27,45$	0,477
Non alami	Biomassa-NDVI(rata-rata)	$y = 95,13\ln(x) + 97,09$	0,638
	Biomassa-NDVI(median)	$y = 93,03\ln(x) + 97,71$	0,644
	Biomassa-TNDVI(rata-rata)	$y = 313,5\ln(x) + 31,00$	0,580
	Biomassa-TNDVI(median)	$y = 313,4\ln(x) + 32,65$	0,590
	Biomassa-RVI(rata-rata)	$y = 371,4\ln(x) - 265,2$	0,492
	Biomassa-RVI(median)	$y = 378,7\ln(x) - 265,6$	0,507
	Biomassa-TRVI(rata-rata)	$y = 759,1\ln(x) - 270,5$	0,507
	Biomassa-TRVI(median)	$y = 775,8\ln(x) - 271,2$	0,524



Gambar 7. Kurva Biomassa dengan Indeks Vegetasi NDVI (a) Penutupan Lahan Alami, (b) Penutupan Lahan Non Alami



Gambar 8. Kurva Hubungan NDVI dengan Umur dan Biomassa Tanaman

Tabel 6. Perhitungan Indeks Vegetasi Berdasarkan Penutupan Lahan

Tipe Penutupan Lahan	Penutupan Lahan	NDVI	
		Rata-rata	Median
Alami	Hutan primer	0,71	-
	Mangrove	0,58	-
	Semak belukar	0,41	-
Non alami	Perkebunan	-	0,71
	Kebun campuran	-	0,70
	Tegalan	-	0,61
	Sawah	-	0,34

Pada umumnya hubungan antara biomassa dan indeks vegetasi membentuk kurva seperti yang dilihat pada **Gambar 8**, dengan data lapang berupa satu jenis tanaman yang sama dan berbagai umur. Namun kurva yang diperoleh belum terbentuk secara sempurna. Hal ini kemungkinan dikarenakan sampel data lapang yang diperoleh tidak satu jenis tanaman dan data yang

digunakan kurang representatif dan bervariasi. Oleh karena itu kurva yang diperoleh hanya berlaku untuk kisaran nilai antara 0,24-0,73. Bila diperoleh NDVI < 0,24 akan diasumsikan dengan nilai 0,24. Demikian juga untuk nilai > 0,73 akan diasumsikan dengan nilai 0,73. Hal ini digunakan untuk menghindari estimasi yang *under* atau *over estimate*.

Implementasi Penggunaan Model Terpilih Untuk Estimasi Biomassa Atas Permukaan

Perhitungan estimasi biomassa atas permukaan di Kabupaten Mamuju Utara pada penutupan lahan alami dan non alami dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Jenis vegetasi hutan primer di Kabupaten Mamuju Utara terdiri dari tanaman Gmelina, Eukaliptus, coklat, durian, gamal dan meranti. Perolehan biomassa pada hutan primer pada beberapa penelitian bervariasi, antara lain: Dharmawan, *dkk* (2010) sebesar 206,32 ton/ha, Siahaan (2009) memperoleh biomassa jenis tanaman Eukaliptus pada umur 1-5 tahun sebesar 120,57 ton/ha. Estimasi biomassa yang diperoleh pada penelitian ini memiliki jumlah biomassa yang mendekati biomassa tanaman Eukaliptus pada umur 1-5 tahun.

Penelitian yang dilakukan oleh Bismark, *dkk.*, (2008) yang dilakukan di hutan mangrove Cagar Biosfer Pulau Siberut, Sumatera Barat, biomassa atas permukaan yang terdiri dari *R. Apiculata*, dan jenis *B. Gymnorhiza* cukup rendah yaitu sebesar 49,13 ton/ha. Hasil penelitian Wulansari (2008) menunjukkan bahwa nilai biomassa pada hutan mangrove sebesar 261,74 ton/ha. Perolehan biomassa mangrove dari beberapa peneliti relatif besar dari hasil

estimasi pada penelitian ini, adapun perolehan nilai yang mendekati hasil penelitian ini yaitu pada mangrove dengan jenis *R. Apiculata*, dan jenis *B. Gymnorhiza*.

Pada citra Landsat semak belukar mengindikasikan tanaman yang relatif memiliki kerapatan yang jarang yang umumnya berupa kawasan bekas lahan kering yang telah tumbuh kembali dengan dominasi vegetasi rendah sehingga perolehan biomasanya pun relatif lebih kecil 36,0 ton/ha, dibandingkan hutan primer dan mangrove. Dalam penelitian yang dihasilkan oleh Sofiyuddin (2007) diketahui bahwa biomassa untuk semak belukar berkisar antara (4,58-59,80) ton/ha. Prasetyo (2000) dalam Muzahid (2008) memperoleh biomassa semak belukar yang berada di Jambi yaitu sebesar 30 ton/ha. Sementara Lusiana (2005) dalam Muzahid (2008) memperoleh biomassa semak belukar yang berada di Kabupaten Nunukan sebesar 35 ton/ha. Sehingga perolehan estimasi biomassa pada semak belukar mendekati perolehan biomassa pada hasil penelitian Muzahid (2008).

Perkebunan di Kabupaten Mamuju Utara didominasi oleh tanaman sawit. Tomich *et al.*, (1998) dalam Asyisanti (2004) memperoleh biomassa sawit dengan umur 20 tahun di Kabupaten Nunukan, Kaltim sebesar 182 ton/ha.

Tabel 7. Perhitungan Estimasi Biomassa pada Penutupan Lahan Alami dan Non Alami

Indeks vegetasi	Penggunaan Lahan	Rata-Rata	R ²	Persamaan Regresi	Total biomassa (ton/ha)
ALAMI					
NDVI	Hutan primer	0,71	0,609	$y = -199,4x^2 + 450,3x - 115,1$	104,1
	Mangrove	0,58			79,0
	Semak belukar	0,41			36,0
NON ALAMI					
		Median	R ²		
NDVI	Perkebunan	0,71	0,644	$y = 93,03\ln(x) + 97,71$	66,1
	Kebun campuran	0,70			65,1
	Tegalan	0,61			52,1
	Sawah	0,37			5,60

Hasil estimasi dengan menggunakan NDVI relatif lebih rendah dari hasil penelitian Asyisanti (2004), dimana perbedaan tersebut dapat disebabkan karena adanya perbedaan umur. Dalam hal ini biomassa sawit yang lebih rendah mengindikasikan umur yang masih muda.

Kebun campuran di Kabupaten Mamuju Utara didominasi tanaman ketapang, pisang, sasuar, angkana, pinang, dan kelapa. Perolehan biomassa melalui NDVI memiliki nilai biomassa pada kisaran nilai yang relatif tidak jauh berbeda pada beberapa penelitian lain. Yuli (2003) memperoleh biomassa kebun campuran pada umur 15, 20, 25, 30, 35, 38, 40, 50 dan 55 tahun yang masing-masing memperoleh biomassa (40,66; 64,86; 67,54; 66,08; 179,32; 199,82; 185,56; 445,16; 140,30) ton/ha. Sorel (2007) memperoleh biomassa kebun campuran pada tanaman kemiri, durian, cengkeh, kayu manis dan alpukat di Kabupaten Limapuluh Kota, Sulawesi Barat sebesar 198 ton/ha.

Tegalan di Kabupaten Mamuju Utara didominasi tanaman palawija, seperti jagung, singkong, ubi. Sitompul (2003) memperoleh biomassa total tanaman jagung dan kedelai pada 45 hst sebesar 35,3 ton/ha dan 32 ton/ha. Sehingga perolehan estimasi biomassa pada tanaman palawija masih terdapat pada rentang nilai biomassa yang relatif tidak jauh.

Sedangkan penutupan lahan sawah didominasi oleh tanaman padi, dimana perolehan estimasi biomassa pada padi relatif lebih rendah dibandingkan penutupan lahan non alami lainnya. Hal ini disebabkan karena padi memiliki tegakan yang relatif kecil. Rahayu dkk., (2005) memperoleh biomassa pada sistem rotasi padi dataran tinggi sebesar 4,8 ton/ha.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penutupan lahan di Kabupaten Mamuju Utara berjumlah 12 jenis yang pada umumnya didominasi oleh hutan,

perkebunan dan kebun campuran. Sedangkan mangrove, semak belukar, tegalan/ladang, sawah, tubuh air, rawa, tanah terbuka, tambak/empang dan pemukiman relatif lebih sedikit.

Indeks vegetasi NDVI memiliki korelasi yang paling tinggi dengan biomassa dinilai dari besarnya R^2 dari persamaan yang dihasilkan yaitu sebesar 60%, baik dari penutupan vegetasi alami maupun non alami. Dengan demikian indeks vegetasi NDVI merupakan indeks yang paling baik digunakan untuk mengestimasi biomassa di Kabupaten Mamuju Utara pada berbagai penutupan lahan.

Jumlah nilai estimasi biomassa atas permukaan di Kabupaten Mamuju Utara pada vegetasi alami: hutan primer 104,1 ton/ha, mangrove 79,0 ton/ha, semak belukar 36,0 ton/ha dan pada vegetasi non alami: perkebunan 66,1 ton/ha, kebun campuran 65,1 ton/ha, tegalan 52,1 ton/ha, sawah 5,6 ton/ha.

Saran

Perlu penambahan data sampling biomassa di lapang yang lebih representatif berdasarkan jenis tanaman dengan umur tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyisanti. 2004. *Potensi karbon di atas permukaan tanah pada hutan rakyat (Studi Kasus di Desa Karyasari, Kabupaten Bogor, Jawa Barat)*. Sripksi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bismark, M., Endro, Subiandono, dan Heriyant N.M. (2008). *Keragaman dan Potensi Jenis Serta Kandungan Karbon Mangrove di Sungai Subelen Siberut, Sumatera Barat*, Bogor: Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Hutan Alam. Indonesia.
- Brown, Sandra, 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer. (FAO Forestry Paper-134)*. FAO, Rome.

- Dharmawan, I. W. S., I. Samsuedin dan C. A. Siregar. 2010. Dinamika potensi biomasa karbon pada lanskap hutan bekas tebangan. *Jurnal Penelitian Hutan. Pusat Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. Bogor*. Manuskrip.
- KLH. 2010. Laporan Kegiatan Perhitungan Karbon Berdasarkan Tipe Tutupan Lahan di Daerah Kabupaten Mamuju Utara Provinsi Sulawesi Barat. Jakarta.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E., 2004. Relationships between forest stand parameters and Landsat TM spectral responses in the Brazilian Amazon Basin. *Forest Ecology and Management*.
- Muzahid, H.A. 2008. *Potensi Simpanan Karbon di Hutan Alam Tropika Indonesia*. Skripsi Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Parresol, R., 1999. Assessing Tree and Stand Biomass: A Review with Examples and Critical Comparisons. *Forest Science*, 45: 573-593.
- Prasetyo A. 2010. *Pendugaan Perubahan Cadangan Karbon di Tambling Wildlife Nature Conservation Taman Nasional Bukit Barisan Selatan* Skripsi. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rahayu, S., B. Lusiana dan M. V. Noordwijk. 2006. Pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. ICRAF. Bogor.
- Siahaan, AF. 2009. *Pendugaan Simpanan Karbon di atas Permukaan Lahan pada Tegakan Eukaliptus (Eucalyptus sp.) di Sektor Habinsaran PT. Toba Pulp Lestari Tbk*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sitompul, S.M. 2003. Potensi Produksi dan Pengembangan Teknologi Kedelai dan Jagung Dalam Sistem Agroforestri. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*. Univ. Brawijaya. Malang.
- Sofiyuddin, M. 2007. *Potensi Hutan Rakyat Jati dan Mahoni yang Teridentifikasi Untuk Perdagangan Karbon: Studi Kasus di Desa Selopuro, Kecamatan Baturetno, Kabupaten Wonogiri*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sorel, D. 2007. *Potensi sistem agroforestry untuk kegiatan proyek karbon kehutanan di Kabupaten Limapuluh Kota Sumatera Barat*. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wulansari, M. 2008. *Perbandingan Stok Karbon pada Hutan Mangrove dan Non-Mangrove di Pulau Dua, Banten*. Skripsi. Program Studi Sarjana Biologi, ITB. Bandung.
- Yuly. 2003. *Prospek Pengelolaan Agroforestry Untuk Tujuan Perdagangan Karbon Di Desa Karacak, Kecamatan Leuwiliang, Kabupaten Bogor*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.