

# ANALISIS CITRA ALOS PALSAR UNTUK ESTIMASI STOK KARBON ATAS PERMUKAAN PADA TEGAKAN TIAP EKOSISTEM HUTAN DI SPTN I SUKADANA TAMAN NASIONAL GUNUNG PALUNG, PROVINSI KALIMANTAN BARAT

Atika Cahyawati  
atikacahyawati@gmail.com

Projo Danoedoro  
projo.danoedoro@yahoo.com

## Abstract

*Gunung Palung National Park particularly in SPTN I Sukadana is a nature conservation area in the province of West Kalimantan, with high-value biodiversity dominated by primary forest is not disturbed so that it has an important role in reducing emissions. Since emissions can be derived from the information in carbon stocks in forest stands mainly contribute significantly to carbon storage. Method with remote sensing, especially ALOS PALSAR considered the most efficient in the extraction of information that is applied to a large area and is unaffected by atmospheric interference*

*The results of the classification unit of ecosystem types in SPTN I Sukadana can generally be divided into wetland and dryland ecosystems. Wetland ecosystems include mangrove forests, peat swamp forest, coastal forest, riparian forest, while for dry forest ecosystems includes dipterocarp forest, montane forest and heath forest. Some ecosystems are separated into primary and secondary, and differences in morphology and litology unit. Results estimate the carbon content in SPTN I Sukadana as much as 1,828,128 million tons in the sigma naught corrected image and 1,782,855 tons gamma naught corrected image is performed on the selected HV polarization by generating a correlation value (R) of 0.8. Carbon storage values obtained overall accuracy of 0.36 tonnes per pixel based on a logarithmic model of HV polarization corrections sigma naught and 0.31 tonnes per pixel on the results of gamma naught.*

*Keywords: Aboveground carbon stock, forest ecosystems, ALOS PALSAR, sigma naught, gamma naught, Gunung Palung National Park*

## Abstrak

Taman Nasional Gunung Palung khususnya di SPTN I Sukadana merupakan salah satu kawasan pelestarian alam yang ada di Provinsi Kalimantan Barat dengan keanekaragaman hayati bernilai tinggi yang didominasi oleh hutan primer tidak terganggu sehingga memiliki peranan penting dalam pengurangan emisi. Perhitungan emisi dapat diturunkan dari informasi cadangan karbon terutama pada tegakan hutan yang berkontribusi besar dalam penyimpanan karbon. Metode dengan penginderaan jauh khususnya citra ALOS PALSAR dinilai paling efisien dalam melakukan ekstraksi informasi yang diaplikasikan pada area yang luas dan tidak terpengaruh oleh gangguan atmosfer. Hasil klasifikasi satuan tipe ekosistem di SPTN I Sukadana secara umum dapat dibedakan menjadi ekosistem lahan basah dan ekosistem lahan kering. Ekosistem lahan basah meliputi hutan mangrove, hutan rawa gambut, hutan pantai, dan hutan riparian sedangkan untuk ekosistem hutan lahan kering meliputi hutan dipterokarpa, hutan pegunungan, dan hutan kerangas. Beberapa ekosistem tersebut dipisahkan menjadi primer dan sekunder dan perbedaan menurut satuan morfologi maupun litologinya. Hasil estimasi kandungan karbon di SPTN I Sukadana sebanyak 1.828.128 juta ton pada citra terkoreksi sigma naught dan 1.782.855 ton untuk citra terkoreksi gamma naught yang dilakukan pada polarisasi terpilih HV dengan menghasilkan nilai korelasi (R) sebesar 0,8. Diperoleh nilai akurasi simpanan karbon secara keseluruhan sebesar 0,36 ton per piksel berdasarkan polarisasi HV model logaritmik pada hasil koreksi sigma naught dan 0,31 ton per piksel pada hasil gamma naught.

Kata Kunci: Karbon Atas Permukaan, Ekosistem Hutan, ALOS PALSAR, *sigma naught*, *gamma naught*, Taman Nasional Gunung Palung

## **PENDAHULUAN**

Kawasan hutan di Indonesia mencapai sekitar 60 persen dari luas total Indonesia. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 41 tahun 1999 tentang kehutanan, hutan merupakan suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Selain itu diterangkan juga dalam Undang-Undang Nomor 18 tahun 2013 tentang pencegahan dan pemberantasan kerusakan hutan, bahwa hutan di Indonesia memiliki peranan yang penting dalam menjaga keseimbangan iklim global sehingga apabila terjadi penyimpangan pemanfaatan fungsi hutan maka akan berakibat merusak ekosistem hutan.

Dalam era perubahan iklim sekarang ini, banyak negara yang mencoba untuk mengurangi jumlah emisi gas rumah kaca yang dilepaskan ke atmosfer. Indonesia yang memiliki areal hutan yang luas memainkan peran penting untuk mencapai target pengurangan emisi. Selain itu, berdasarkan hasil konferensi iklim yang menyatakan bahwa seluruh negara harus mampu menekan kenaikan suhu kurang dari 2 derajat Celcius. Untuk itu, sebuah negara harus mampu mengukur emisi dan serapan GRK dari hutan agar bisa lebih memahami, mengelola, dan semakin mengurangi emisi sebagai respon terhadap perubahan iklim. Sistem MRV (pengukuran, pelaporan

dan verifikasi) yang terpercaya diperlukan untuk mendukung semua upaya pengurangan emisi GRK (INCAS, 2013).

Pengukuran stok karbon menggunakan teknik penginderaan jauh diyakini merupakan teknik paling efisien jika diaplikasikan pada area yang luas karena dapat menghemat biaya, tenaga, dan waktu. Saat ini, pengukuran stok karbon banyak menggunakan teknik penginderaan jauh dengan sistem optik melalui data multispektral dimulai dari resolusi rendah, menengah, hingga tinggi. Namun, data multispektral ini sebagian besar hanya merekam pada bagian kanopinya saja dengan melihat kondisi daunnya. Selain itu, data multispektral ini juga memiliki kelemahan jika diaplikasikan pada daerah-daerah yang sering mengalami tutupan awan. Untuk mengatasi kondisi tersebut, saat ini ada teknologi penginderaan jauh sistem aktif yang mampu beroperasi pada siang maupun malam hari dengan berbagai cuaca termasuk dapat menembus awan tebal. Salah satu citra yang memiliki kemampuan tersebut adalah ALOS PALSAR yang memiliki panjang gelombang L.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian:

- a. Citra ALOS PALSAR level 1.5 dan level RTC polarisasi HH dan HV resolusi 12,5 meter (Sumber: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu>)
  - ALPSRP188837160 *path* 429 *frame* 7160 perekaman 10 agustus 2009
  - ALPSRP182127150 *path* 429 *frame* 7150 perekaman 25 juni 2009
- b. Peta Kawasan Taman Nasional Gunung Palung skala 1:50.000 (Balai Taman Nasional Gunung Palung)
- c. Peta Rupabumi Indonesia Kabupaten Ketapang skala 1:50.000
- d. Peta *Landsistem* skala 1:250.000 (RePPProT 1987)
- e. Data hasil pengukuran lapangan (data jenis tegakan dan diameter tegakan)

Alat yang digunakan dalam penelitian:

- a. Seperangkat komputer AMD FX™ - 4350 Quad Core Processor 4,20 Ghz RAM 8 GB 64 bit
- b. Perangkat lunak pengolahan citra digital ENVI 4.3
- c. Perangkat lunak pengolahan citra ASF MapReady 2.3.17
- d. Perangkat lunak pengolahan SIG ArcGIS 10.2
- e. SPSS v.17
- f. Alat survei: Pita meter, Tali rafia, meteran, alat tulis.

## Tahap Penelitian

### A. Koreksi radiometrik dan geometrik Citra Landsat 8

Citra radar ALOS PALSAR level 1.5 dengan resolusi 12,5 meter yang digunakan dalam penelitian ini

umumnya sudah terkoreksi geometrik dengan sistem proyeksi global GRS80, sehingga masih diperlukan koreksi geometrik lokal. Citra tersebut akan dirubah kedalam proyeksi Universal Transverse Mercator Datum WGS84 Zona 49M. Koreksi geometrik dilakukan dengan menggunakan metode *image to map* dengan transformasi GCP mengikuti persamaan orde 1, orde 2, orde 3 berdasarkan dari kondisi relief dari permukaan obyek yang diamati. Citra yang dijadikan acuan adalah citra DEM ALOS PALSAR level RTC resolusi 12,5 meter dan Peta RBI Lembar Ketapang skala 1:50.000.

Citra ALOS PALSAR daerah penelitian telah terkoreksi radiometrik berupa koreksi *slant range ke ground range*, dan *multi look complex* sehingga tidak tampak sebagai SLC lagi, namun pada citra tersebut masih terdapat *speckle* yang dapat menghambat pengolahan citra maupun interpretasi visual, untuk mengurangi *noise* pada citram maka akan dilakukan koreksi radiometrik berupa filtering. Koreksi radiometrik dilakukan untuk mereduksi *speckle* dengan metode lee dan frost pada berbagai ukuran jendela 3x3, 5x5, 7x7, 9x9, 11x11, lalu dipilih pada hasil yang memberikan kenampakan citra yang dianggap baik.

Kalibrasi citra ALOS PALSAR dilakukan pada input data citra ALOS PALSAR level 1.5 dengan mengubah *nilai digital* (DN) kedalam satuan dB (desibel) menggunakan

*sigma naught* dengan persamaan (Shimada dalam Imhoff (2002) dan Kim (2012):

$$\sigma^{\circ} = 10 * 10 \log_{10}(DN^2) + CF$$

sehingga menghasilkan nilai koefisien hamburan balik pada tiap piksel citra. Sedangkan pada data citra ALOS PALSAR level RTC sudah terkoreksi sampai pada *gamma naught* level *terrain* (JAXA, 2008).

### B. Identifikasi Tipe Ekosistem

Identifikasi ekosistem dilakukan melalui interpretasi visual dengan menggunakan pendekatan fotomorfik dari citra radar, geomorfologi, dan ekologinya dengan melihat kondisi topografinya, tutupan lahan, bentuklahan, jenis tanah, dan vegetasi dominan pada setiap satuan lahan.

### C. Penentuan Nilai Biomassa dan Karbon

Hubungan antara stok biomassa di atas permukaan dengan nilai *backscatter* pada hasil *sigma naught* maupun *gamma naught* pada citra ALOS PALSAR polarisasi HH dan HV dapat dianalisis melalui persamaan regresi secara linier dan logaritmik pada masing-masing polarisasi HH dan HV terhadap hasil pengukuran karbon di lapangan.

Persamaan allometrik yang digunakan dalam menentukan stok karbon ada tegakan yaitu menggunakan persamaan Brown (1996).

$$Y = 42.69 - 12.800(D) + 1.242(D^2)$$

### D. Pengambilan Data di Lapangan

Pengumpulan data lapangan dilakukan melalui pengukuran tegakan hutan. Beberapa variabel tegakan yang harus diukur di lapangan yaitu diameter pohon setinggi dada (DBH), jenis pohon dan tinggi pohon. Survei lapangan meliputi pengecekan jenis ekosistem, penentuan jenis vegetasi dominan pada tiap satuan lahan dan pengambilan sampel pengukuran parameter biofisik tegakan. Pengukuran diameter tegakan dilakukan pada setinggi dada sekitar 1,3 meter.

### E. Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk mengukur perbedaan antara nilai pendugaan dari suatu model dengan nilai aktual. Nilai pendugaan dari suatu model diperoleh dari nilai hasil pendekan spektral dan topografi. Metode yang digunakan dalam uji akurasi adalah *Standard Error* (SE), dimana nilai ketidak akuratan suatu model ditunjukkan oleh besar kecilnya SE yang dihasilkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Klasifikasi Satuan Tipe Ekosistem

SPTN I Sukadana Taman Nasional Gunung Palung memiliki ekosistem yang dapat dibagi dalam ekosistem yang berada di lahan basah dan ekosistem di lahan kering. Ekosistem di lahan basah meliputi hutan mangrove, hutan riparian, dan hutan pantai di pegunungan granit terkikis, sedangkan pada ekosistem hutan dilahan kering meliputi Hutan Primer Dipterokarpa Lereng Kaki

Pegunungan Vulkan Tua Batuan Granit Terdenudasi Kuat, hutan Primer Dipterokarpa Lereng Atas Vulkan Tua Batuan Granit Terdenudasi Kuat, Hutan Primer Pegunungan Vulkan Tua Batuan Granit Terkikis Kuat, hutan sekunder dipterokarpa pegunungan vulkan tua batuan granit terdenudasi lemah, hutan sekunder dipterokarpa perbukitan struktural batupasir terdenudasi lemah, hutan primer kerangas lereng kaki pegunungan vulkan tua batuan kuarsa terdenudasi kuat, hutan sekunder kerangas dataran kaki pegunungan vulkan tua batuan kuarsa. Berikut ini disajikan peta tipe ekosistem (gambar 1).



Gambar 1. Peta satuan tipe ekosistem

### Kandungan Karbon Tiap Ekosistem

Hasil estimasi stok karbon dari citra ALOS PALSAR polarisasi HV menggunakan regresi non linier logaritmik pada citra terkoreksi sigma naught dan gamma naught dapat dilihat pada tabel (tabel 5.6), SPTN I Sukadana memiliki jumlah total stok karbon sebanyak 1.828.128 ton pada hasil citra terkoreksi sigma naught dan 1.782.855 ton pada hasil citra terkoreksi gamma naught dengan luas area total 48.323 hektar. Ekosistem yang memiliki luasan area terbesar

yaitu hutan primer pegunungan vulkan tua dengan luas 19.098 hektar dan juga memiliki simpanan karbon terbanyak di antara ekosistem lainnya yaitu seberat 586.077 ton pada hasil koreksi sigma naught dan 727.660 pada gamma naught. Nilai tersebut sebanding dengan luasan areanya, namun jika dilihat dari simpanan karbon rata-rata per piksel, hasil antara sigma naught dan gamma naught memiliki perbedaan yaitu ekosistem hutan primer pegunungan menempati posisi terendah kedua setelah hutan mangrove melinsum yaitu sebesar 0,43 ton/piksel pada hasil koreksi sigma naught sedangkan pada gamma naught sebesar 0,69 ton per piksel dengan urutan tertinggi diantara kelas ekosistem lainnya. Berdasarkan peta simpanan karbon (lampiran 5.7), hutan primer pegunungan didominasi oleh kelas karbon pertama yaitu antara 0,005 – 0,609 ton/piksel pada hasil koreksi sigma naught dan kelas ketiga (tinggi) pada gamma naught. Perbedaan ini disebabkan karena data citra terkoreksi sigma naught masih menonjolkan efek variasi topografi sehingga area pegunungan yang dalam cakupan far range akan memiliki value yang rendah.

Hutan sekunder dipterokarpa pegunungan batuan granit memiliki luas area 5.395 hektar dengan simpanan karbon sebanyak 212.753 ton, hutan primer pantai batuan granit dengan luas area 426,2 hektar dengan simpanan karbon sejumlah 16.886 ton. Jumlah rata-rata karbon hutan primer pantai sama dengan nilai rata-rata karbon pada hutan sekunder dipterokarpa di pegunungan batuan

granit dengan luas area yang jauh lebih besar dibandingkan dengan hutan primer pantai yaitu seluas 5.395,9 hektar dengan karbon sejumlah 212.753 ton pada hasil koreksi sigma naught dan 203.255 pada hasil koreksi gamma naught. Berdasarkan tabel hutan primer kerangas memiliki nilai rata-rata karbon per piksel lebih kecil dari hutan primer dipterokarpa namun lebih besar dari hutan sekunder dipterokarpa.

Hutan primer kerangas yang berada di lereng kaki pegunungan vulkan tua dan berbatasan langsung dengan ekosistem hutan lainnya seperti hutan primer dipterokarpa, hutan primer pegunungan, dan hutan dataran rawa gambut. komposisi floranya pun tidak jauh berbeda, yang membedakan adalah diameter pohon pada hutan kerangas lebih kecil. Untuk hutan mangrove dengan luas area 364,7 hektar memiliki karbon sejumlah 10.138 ton dengan nilai rata-rata karbon per piksel cukup rendah yaitu sebesar 0,43 ton per piksel pada hasil koreksi sigma naught dan 0,31 ton per piksel pada hasil koreksi gamma naught. Kemudian untuk ekosistem dengan penggunaan lahan berupa lahan pertanian dan semak belukar tidak dilakukan perhitungan karena dianggap dan dilakukan generalisasi bahwa pada area tersebut tidak terdapat tegakan.

ekosistem	Karbon (ton)	Karbon	Luas (ha)	Rata-rata karbon per piksel (ton/piksel) $\sigma^0$	Rata-rata karbon per piksel (ton/piksel) $\gamma^0$
Hutan Sekunder Dipterokarpa Pegunungan Batuan Granit Terkikis Lemah	212.753	203.255	5.395,9	0,63	0,59
Hutan Sekunder Dipterokarpa Perbukitan Struktural Batupasir Terendudasi	21.216	21.187	569,5	0,58	0,58
Hutan Primer Pegunungan Vulkanik Tua Batuan Granit Terkikis Kuat	586.077	727.660	19.098,4	0,42	0,69
Hutan Primer Dipterokarpa Lereng Kaki Vulkanik Tua Batuan Granit Terendudasi Sedang	40.111	28.305	756,6	0,97	0,59
Hutan Primer Dipterokarpa Lereng Atas Vulkanik Tua Batuan Granit Terendudasi Kuat	130.144	107.693	2.530,4	0,80	0,67
Hutan Primer Kerangas Lereng Kaki Vulkanik Tua Batuan Kuarsa Terendudasi	219.409	183036	4.736,6	0,72	0,60
Hutan Sekunder Kerangas Dataran Kaki Vulkanik Tua Batuan Kuarsa	28.288	20.945	845,4	0,52	0,38
Hutan Riparian Dataran Banjir	6.375	4955	209,1	0,47	0,37
Hutan Mangrove Melinusum	10.138	7378	364,7	0,43	0,31
Hutan Primer Dataran Rawa Gambut	549.732	472.314	11.671,2	0,74	0,63
Hutan Primer Pantai Batuan Granit	16.886	13.505	426,2	0,63	0,50
Semak Belukar Dataran Alluvial	-	-	610,03	-	-
Lahan Pertanian Dataran Alluvial	-	-	90,34	-	-
Semak Belukar Rawa Gambut	-	-	218,05	-	-
Dataran Kaki Perbukitan	-	-	1.019,08	-	-
Semak Belukar Dataran Rawa Gambut	-	-	-	-	-
Total	1.828.128	1.782.855	48.323,69	-	-

## Uji Akurasi

Nilai *standard error of estimate* antara hasil pengukuran karbon pada sampel uji akurasi untuk citra terkoreksi sigma naught sebesar 0,369. Nilai 0,369 diartikan sebagai tingkat ketelitian pengukuran karbon sebesar sekitar 0,369 ton per piksel, sedangkan pada citra terkoreksi gamma naught menghasilkan nilai *standard error of estimate* sebesar 0,31. Tabel perbandingan nilai karbon uji akurasi dapat dilihat pada tabel 5.5. Ada beberapa kemungkinan yang menyebabkan nilai akurasi pada penelitian ini diantaranya adalah titik sampel uji akurasi ada yang berada pada lereng yang menghadap sensor sehingga sinyal hamburan baliknya lebih kuat, kemudian sampel yang berada di area yang terkena efek *shadow* yang menyebabkan nilai hamburan baliknya lebih rendah. Selain itu juga tahun perekaman citra ALOS PALSAR yang tidak sesuai dengan survei lapangan yakni terpaut berbeda 6 tahun.

Kode	X	Y	Karbon Lapangan	Karbon Uji Akurasi $\sigma^a$	Karbon Uji Akurasi $\gamma^b$
HSD03	384519.01	9868660.99	0,968	0,395	0,237
HSD06	381876.44	9868138.27	0,757	0,424	0,480
HSD07	389045.07	9868005.79	0,853	0,460	0,472
HSD02	401316.69	9867047.59	1,207	0,297	0,564
HSD07	390554.66	9866677.97	0,927	0,168	0,376
HSD10	381551.32	9866094.36	0,854	0,826	0,753
HPD03	402015.16	9865951.57	1,603	1,020	1,182
HPG04	399830.00	9865841.00	1,394	1,635	1,248
HSD11	382116.35	9865779.49	1,469	1,702	1,486
HPD03	401433.00	9865330.00	0,970	0,168	0,870
HSD14	387939.60	9863969.18	1,086	0,827	1,103
HPG07	400165.89	9863294.78	1,205	0,801	0,954
HSD15	386656.12	9862443.03	0,902	0,467	0,722
HSD16	387459.47	9862335.29	0,848	0,305	0,650
HSD17	387862.00	9862265.00	0,764	0,334	0,563
HSD18	388044.33	9861971.19	1,336	1,425	1,147
HMV03	393256.63	9855296.35	0,572	0,460	0,493
HSK01	405870.86	9853893.42	0,673	0,425	0,552
HPK04	410801.61	9849818.66	0,994	1,196	0,926
HSK03	412572.74	9849325.32	0,296	0,685	0,375
HSK04	413230.73	9849067.29	0,182	0,597	0,204

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

Taman Nasional Gunung Palung khususnya di SPTN I Wilayah Sukadana terdiri atas ekosistem hutan lahan basah dan ekosistem hutan lahan kering. Secara umum ekosistem hutan lahan basah terdiri dari hutan mangrove, hutan riparian, hutan pantai, dan hutan rawa gambut. Sedangkan pada hutan lahan kering berupa hutan dipterokarpa, hutan pegunungan, dan hutan kerangas. Masing-masing ekosistem memiliki karakteristik flora atau jenis vegetasi dominan tertentu yang menjadi penciri ekosistem tersebut dan berpengaruh pada simpanan karbon tegakan. Berdasarkan penilaian secara visual, komposit citra ALOS PALSAR terkoreksi *sigma naught* dinilai mampu untuk membedakan ekosistem ditinjau dari penutup/penggunaan lahan, satuan morfologinya dan proses dominan.

Polarisasi HV hubungan yang lebih kuat ( $R = 0,8$ ) terhadap simpanan karbon tegakan dibanding dengan polarisasi HH baik pada ekosistem hutan lahan basah maupun hutan lahan kering. Hutan lahan

kering memberikan nilai hubungan lebih kuat terhadap nilai hamburan balik dibandingkan dengan hutan lahan basah. Tingkat ketelitian estimasi nilai simpanan karbon secara keseluruhan sebesar 0,36 ton per piksel berdasarkan polarisasi HV model logaritmik pada hasil koreksi *sigma naught* dan 0,31 ton per piksel pada hasil *gamma naught*.

Total simpanan karbon atas permukaan pada tegakan di SPTN I Sukadana sekitar 1.828.128 juta ton pada citra terkoreksi *sigma naught* dan 1.782.855 ton dan untuk simpanan karbon pada tiap ekosistem jumlahnya bervariasi tergantung pada karakteristik flora dimana hal tersebut berkaitan dengan tingkat kerapatan tegakan ataupun besarnya diameter tegakan di ekosistem tertentu. Berdasarkan polarisasi HV dengan model regresi logaritmik, kelas simpanan karbon berkisar antara 0,005 sampai dengan 2,6 ton per piksel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brown, S., Sathaye, J., Canel, M., Kauppi, P., 1996, *Mitigation of Carbon Emission to the Atmosphere by Forest Management*, Commonwealth Forestry Review Vol 75 [80-91]
- Imhoff, M.L. 2002. *Radar backscatter and biomass saturation: ramifications for global biomass inventory*. Geoscience and Remote Sensing: Vol 33 [511-518].
- JAXA., 2008, *ALOS Data Users Handbook, Earth Observation Research and Application*

*Center Japan Aerospace  
Exploration Agency, [http: //  
www.eorc nasda. go.  
jp/alos/doc/handbk](http://www.eorc.nasda.go.jp/alos/doc/handbk). Diakses  
Tanggal 2 November 2015.*

Small, D. 2011. *Flattening Gamma:  
Radiometric Terrain Correction  
for SAR Imagery*. IEEE  
Transaction on Geoscience and  
Remote Sensing Vol 8, Page  
3081 – 3093.