

PENDUGAAN CADANGAN KARBON PADA PERKEBUNAN TANAMAN TEH (*CA-MELLIA SINENSIS*) MELALUI CITRA PENGINDERAAN JAUH ALOS AVNIR-2

Karen Slamet Hardjo¹, Projo Danoedoro² dan Zuharnen³

Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia^{1,2,3}
karen@geo.ugm.ac.id

Diterima: 15 September 2013 ; Direvisi: Desember 2013.; Dipublikasikan: 31 Maret 2014

ABSTRAK Pemanasan global menjadi isu terkini dalam perubahan iklim, salah satu penyebabnya adalah pelepasan gas karbondioksida (CO₂) ke atmosfer. Tanaman teh menyerap CO₂, sehingga mampu berperan untuk mengurangi emisi karbon. Program *clean development mechanism* dalam piagam Kyoto, membutuhkan perhitungan cadangan karbon yang akurat dan terkini beserta agihan secara spasial. Tujuan penelitian untuk mengetahui hubungan respon spektral citra ALOS AVNIR-2 dan nilai indeks vegetasi dengan cadangan karbon tanaman teh dan Pendugaan cadangan karbon tanaman teh beserta agihannya pada perkebunan teh PT Pagilaran. Metodanya adalah pengolahan citra digital ALOS AVNIR-2 menggunakan algoritma indeks vegetasi (NDVI, RVI, SAVI, MSAVI-2, ARVI, GEMI), pengukuran sampel cadangan karbon tanaman teh dilapangan menggunakan rumus allometrik, analisis statistik hubungan respon spektral citra dan nilai indeks vegetasi dengan nilai cadangan karbon. Nilai korelasi tertinggi digunakan menghitung dan memetakan agihan cadangan karbon tanaman teh. Hasil penelitian tidak menunjukkan hubungan korelasi yang kuat antara saluran tunggal pada citra ALOS AVNIR-2 dengan cadangan karbon, yaitu nilai korelasi (r) < 0,21. Hasil korelasi nilai indeks vegetasi dengan cadangan karbon tertinggi adalah $r = 0,44$, diperoleh pada indeks vegetasi RVI (koefisien determinasi/ $R^2 = 0,196$). Pendugaan cadangan karbon pada perkebunan teh pagilaran sebesar 30.974,5 Ton, dengan agihan urutan terbesar dari afdeling Pagilaran, afdeling Kayulandak dan afdeling Andongsili.

Kata kunci : ALOS AVNIR-2, cadangan karbon, indeks vegetasi, tanaman teh

ABSTRACT Global warming is an issue of current climate change, one reason is the release of carbon dioxide (CO₂) into the atmosphere. Tea plants absorb CO₂, so can contribute to reducing carbon emissions. Programs *clean development mechanism* under the Kyoto charter, requiring the calculation of carbon stocks and their recent and accurate spatial. The aim of research to determine the relationship spectral response AVNIR ALOS-2 and the index vegetation with carbon stocks of tea plants and then estimated of carbon stocks of tea plant and it distributions in PT Pagilaran plantations. The method is digital image processing ALOS AVNIR-2 uses an algorithm vegetation index (NDVI, RVI, SAVI, MSAVI-2, ARVI, GEMI), sample measurements of carbon stocks of tea plants in the field using a formula allometric, statistical analysis-response relationship spectral image and index vegetation with the value of carbon stocks. The highest correlation value is used calculate and mapping the carbon stocks tea plant. Results of the study did not show a strong correlation between a single channel on AVNIR ALOS-2 with carbon stocks, ie the value of the correlation (r) < 0.21. The correlation value of index vegetation with the highest carbon stocks are $r = 0.44$, obtained in the vegetation index RVI (coefficient of determination / $R^2 = 0.196$). Estimation of carbon stocks in the tea plantations Pagilaran of 30,974.5 tons, the largest spread of the sequence is Afdeling Pagilaran, Afdeling Kayulandak, and Afdeling Andongsili.

Keywords : AVNIR ALOS-2, carbon stock, vegetation index, tea plants

PENDAHULUAN

Perubahan iklim menjadi isu yang penting bagi kehidupan manusia saat ini, hal tersebut terkait dengan perubahan sosial ekonomi dan perubahan lingkungan. Perubahan iklim ini disebabkan karena pemanasan global, Pemanasan global terjadi karena perubahan kesetimbangan energi panas yang terdapat di bumi. Kesetimbangan energi ini salah satu penyebabnya adalah semakin banyaknya gas rumah kaca yang

dilepaskan ke atmosfer bumi. Sumber gas rumah kaca terutama gas karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan dari kegiatan manusia terutama penggunaan energi bahan bakar serta kegiatan alih tata guna lahan dan kehutanan (KLH, 2004).

Protokol Kyoto telah menyepakati untuk mengurangi emisi gas rumah kaca terutama pada

negara-negara industri. Mekanisme fleksibilitas pengurangan efek gas rumah kaca ini melalui tiga mekanisme, yaitu : Join Implementation (JI), Emission Trading (ET), dan Clean Development Mechanism (CDM). Melalui CDM ini Indonesia bisa mendapatkan kompensasi atas penghindaran pemanfaatan lahan yang menyebabkan deforestasi dan degradasi lahan/hutan sehingga mampu menahan laju emisi karbon [Kementrian Kehutanan, 2008].

Tanaman teh (*Camellia Sinensis*) seperti halnya tanaman hutan mampu mengolah CO₂ sebagai sumber karbon yang digunakan untuk fotosintesis, oleh karena itu tanaman teh dapat berperan layaknya tanaman hutan dalam penyerapan CO₂. Secara alami gas CO₂ diproses oleh vegetasi, termasuk tanaman teh, melalui fotosintesis dan menghasilkan oksigen, oleh karena itu tanaman teh dapat berperan sebagai salah satu komponen pengelolaan lingkungan dan pengurangan efek pemanasan global.

Mengingat peranan penting dari tanaman teh dari segi sosial ekonomi maupun konservasi lingkungan, termasuk pengurangan emisi karbon, maka usulan tanaman teh sebagai salah satu pengurangan emisi karbon dalam pelaksanaan CDM menjadi salah satu alternatif yang patut diperhitungkan, sehingga melalui mekanisme ini diharapkan dapat mengurangi laju pengurangan luas tanaman teh. Untuk itu perlu dilakukan estimasi perhitungan cadangan karbon pada tanaman teh ini.

Pendugaan cadangan karbon melalui Citra ALOS AVNIR-2 diharapkan mampu berperan dalam pendugaan cadangan karbon tanaman teh selain informasi yang didapat akurat dan terkini dengan citra dapat diketahui agihannya secara spasial.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui hubungan respon spektral citra ALOS AVNIR-2 dengan cadangan karbon tanaman teh; (2) untuk mengetahui hubungan beberapa formula indeks vegetasi pada data penginderaan jauh citra ALOS AVNIR-2 dengan cadangan karbon tanaman teh; (3) untuk mengetahui indeks vegetasi mana yang paling sesuai untuk melakukan pendugaan cadangan karbon pada tanaman teh; dan (4) memetakan sebaran potensi cadangan karbon pada perkebunan tanaman teh pada daerah penelitian

METODE PENELITIAN

Metode penelitian diawali dengan melakukan pra-pengolahan citra ALOS AVNIR-2 melalui proses koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Koreksi radiometrik menggunakan 3 tahapan koreksi yaitu :

kalibrasi at sensor radiance, kalibrasi at sensor reflectance dan kalibrasi at surface reflectance. Selanjutnya dilakukan proses penerapan algoritma indeks vegetasi pada citra yang telah dikoreksi, Algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut :

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

$$NDVI = \frac{\rho_{IMD} - \rho_M}{\rho_{IMD} + \rho_M}$$

Ratio Vegetation Index (RVI)

$$RVI = \frac{\rho_{IMD}}{\rho_M}$$

Soil Adjust Vegetation Index (SAVI)

$$SAVI = \frac{(1 + L)(\rho_{IMD} - \rho_M)}{\rho_{IMD} + \rho_M + L}$$

Modified Soil Adjusted Vegetation Index 2 (MSAVI-2)

MSAVI-2=

$$\frac{1}{2} 2\rho_{IMD} + 1 - \sqrt{(2\rho_{IMD} + 1)^2 - 8(\rho_{IMD} - \rho_M)}$$

Atmospheric Resistant Vegetation Index (ARVI)

$$ARVI = \frac{\rho_{IMD} - \rho_{Mb}}{\rho_{IMD} + \rho_{Mb}}$$

Global Environmental Monitoring Index (GEMI)

$$GEMI = \frac{2}{3} * (1 - 0,25\frac{2}{3}) - (\frac{\rho_M - 0,125}{1 - \rho_M})$$

Dimana : ρ_{IMD} = Saluran Inframerah

ρ_{IM} = Saluran Merah

Pada tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan cadangan karbon di lapangan, perhitungan cadangan karbon dilapangan diambil pada plot-plot sampel dilapangan. Penentuan titik plot sampel dilapangan didasarkan pada peta unit satuan pemetaan yang dibuat dari hasil overlay peta kemiringan lereng dan peta arah hadap lereng. Plot sampel yang diukur dilapangan sebanyak 90 titik plot sampel dengan rincian 60 titik untuk membangun model dan 30 titik untuk uji validasi. Sampel plot lapangan seluas 20 x 20 meter, setiap tanaman teh yang masuk dalam plot sampel diukur diameter batang tanaman teh (5cm dibawah cabang utama) untuk kemudian dihitung cadangan karbon permukaan menggunakan rumus alometrik berikut:

$$Y_{CTajuk} = 0.0629 D^{1.1850}$$

$$Y_{Ccabang} = 0.0293 D^{1.3035}$$

$$Y_{Cbatang} = 0.0994 e^{0.1772 D}$$

Cadangan karbon di permukaan tanah = Yc tajuk + Yc Cabang + Yc Batang.

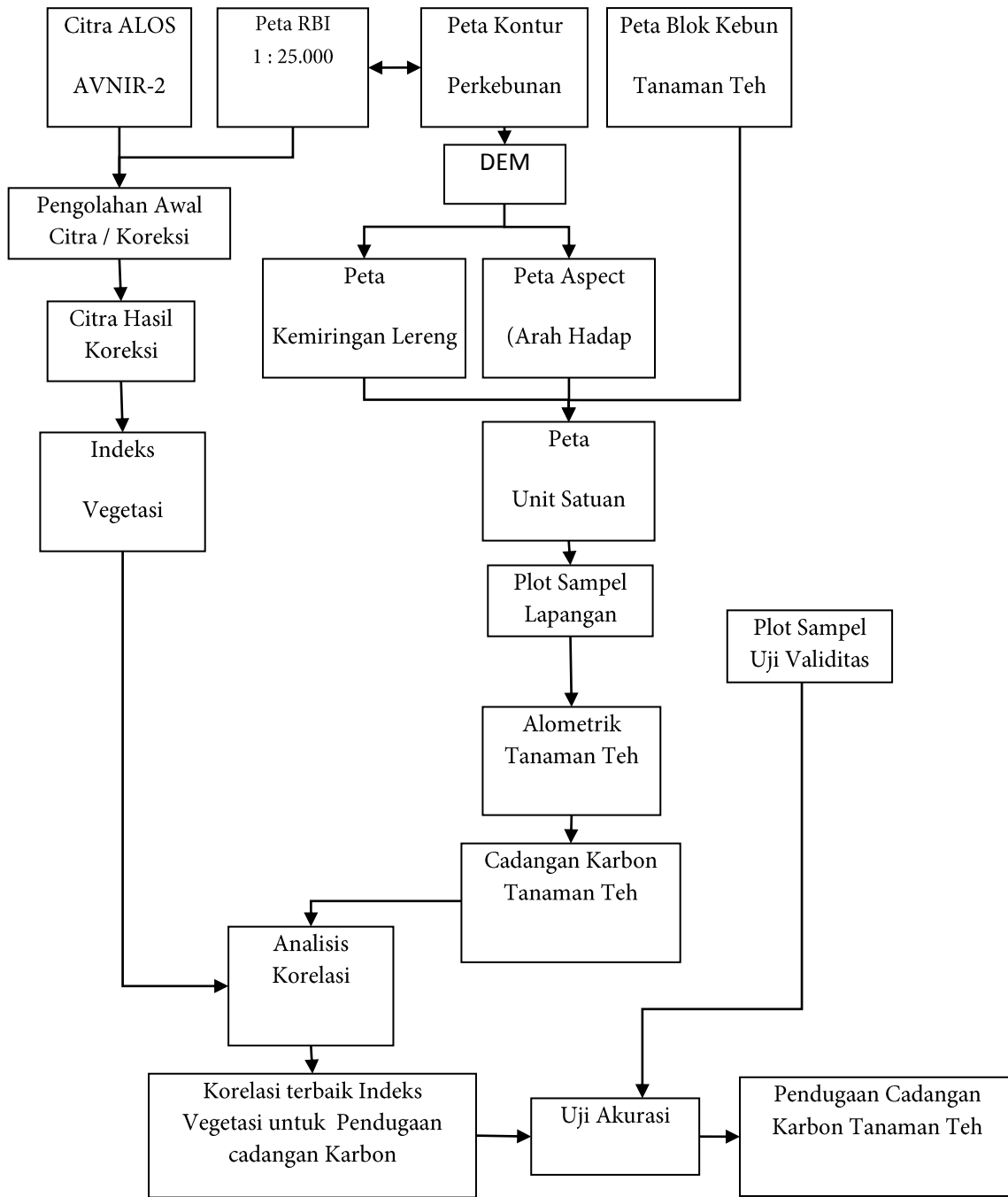
Hasil perhitungan cadangan karbon setiap tanaman teh pada plot sampel dijumlahkan kemudian dibagi 4, dengan asumsi 20 x 20 meter terdiri dari 4 piksel pada citra. Hasil ini dilakukan analisis korelasi regresi linear sederhana untuk mengetahui kekuatan hubungan antara nilai piksel citra dan cadangan karbon tanaman teh.

Hasil dari analisis korelasi pada setiap tahapan koreksi citra adalah sebagai berikut Tabel 1. Dari hasil tersebut yang korelasi tertinggi dimiliki pada indeks vegetasi RVI pada citra hasil kalibrasi at sensor reflektance, dengan koefisien determinasi sebesar 0,196 maka derajat kekuatan korelasinya (r) adalah 0,44. Nilai ini menunjukkan derajat kekuatan hubungan adalah sedang. Mendasarkan pada persamaan ini maka dibangun model untuk pendugaan cadangan karbon tanaman teh di kebun pagilaran. Agihan cadangan karbon seperti yang tertera pada Gambar 1. Dari peta di Gambar 1 tersebut dapat dihitung jumlah cadangan karbon permukaan tanaman teh yang terdapat diperkebunan pagilaran adalah 30.974.458,19 kg atau 30.974,5 Ton atau rata-rata 32,87 ton/Ha.

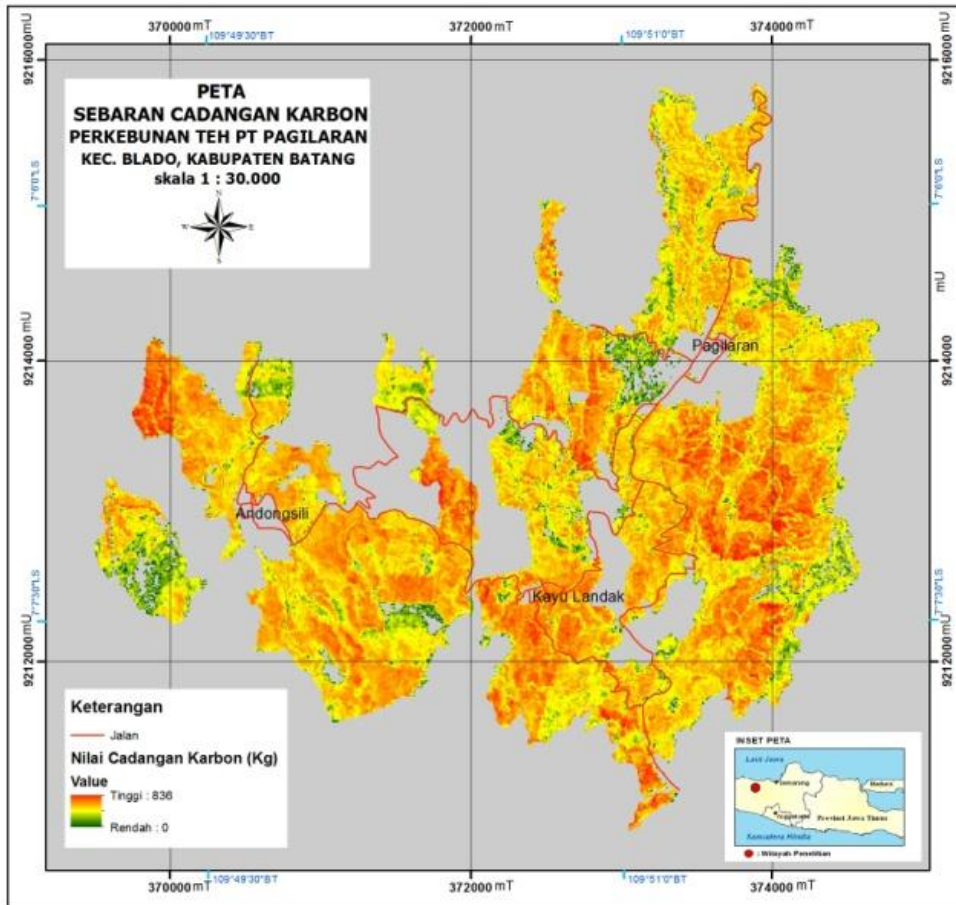
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Korelasi pada Citra Hasil Kalibrasi di Sensor Radians, Sensor Reflectance, dan Surface Reflectance

Saluran Tunggal atau Indeks Vegetasi	Persamaan dan koefisien determinasi		
	Sensor Radians	Sensor Reflectance	Surface Reflectance
Saluran 1 (biru)	y = -0.000x + 51.11 R ² = 0.008	y = -3E-07x + 0.047 R ² = 0.008	y = -3E-07x + 0.008 R ² = 0.008
Saluran 2 (hijau)	y = -0.001x + 40.04 R ² = 0.061	y = -1E-06x + 0.040 R ² = 0.061	y = -1E-06x + 0.011 R ² = 0.061
Saluran 3 (merah)	y = -0.001x + 21.97 R ² = 0.048	y = -1E-06x + 0.025 R ² = 0.048	y = -1E-06x + 0.006 R ² = 0.048
Saluran 4 (inframerah)	y = -0.002x + 74.03 R ² = 0.013	y = -4E-06x + 0.111 R ² = 0.013	y = -4E-06x + 0.111 R ² = 0.013
NDVI	y = 1E-05x + 0.538 R ² = 0.003	y = 5E-05x + 0.640 R ² = 0.147	y = 2E-05x + 0.884 R ² = 0.029
RVI	y = 0.002x + 20.8 R ² = 0.003	y = 0.00085x + 4.626 R² = 0.196	y = 0.002x + 20.8 R ² = 0.003
SAVI	y = -5E-06x + 0.252 R ² = 0.003	y = 3E-05x + 0.214 R ² = 0.132	y = -5E-06x + 0.252 R ² = 0.003
MSAVI-2	y = -5E-06x + 0.205 R ² = 0.004	y = 3E-05x + 0.173 R ² = 0.133	y = -5E-06x + 0.205 R ² = 0.004
ARVI	y = -1E-06x + 0.852 R ² = 0.000	y = 4E-05x + 0.417 R ² = 0.094	y = -1E-06x + 0.852 R ² = 0.000
GEMI	y = -9E-06x + 0.408 R ² = 0.011	y = 3E-05x + 0.408 R ² = 0.111	y = -9E-06x + 0.408 R ² = 0.011



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Peta Cadangan Sebaran Carbon

KESIMPULAN

1. Hubungan respon spektral citra ALOS AVNIR-2, pada masing-masing saluran dengan nilai cadangan karbon tanaman teh tidak menunjukkan hubungan yang kuat dengan nilai koefisien korelasi (r) masih dibawah 0,25.
2. Hubungan nilai indeks pada transformasi indeks vegetasi yang diujikan yaitu NDVI, RVI, SAVI, MSAVI-2, ARVI, GEMI pada penelitian ini tidak menunjukkan hubungan yang kuat dengan korelasi tertinggi (r) adalah 0,44 yang dimiliki oleh indeks vegetasi RVI.
3. Rendahnya korelasi antara indeks vegetasi dan cadangan karbon disebabkan karena perlakuan tanaman teh yang diusahakan sehingga hubungan antara diameter tanaman teh dan perhitungan biomassa/cadangan karbon sangat rendah.
4. Dari hasil pemodelan pendugaan cadangan karbon melalui indeks vegetasi RVI, yang memiliki korelasi tertinggi, pada perkebunan tanaman teh PT. Pagilaran memiliki jumlah cadangan karbon sebesar 30.974,5 Ton, dengan agihan urutan terbesar dari afdeling pagilaran, afdeling kayulandak dan afdeling andongsili.

DAFTAR PUSTAKA

- Danoedoro, P., (2012). Pengantar Penginderaan Jauh Digital, Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Hariyadi, (2005). Kajian Potensi Cadangan Karbon pada Pertanaman Teh dan Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Kawasan Taman Nasional Gunung Halimun, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Disertasi , Sekolah Pascasarjana, IPB, Bogor .
- JAXA, (2008). ALOS Data User Handbook, Earth Observation Research and Application Center, Japan Aerospace Exploration Agency.
- Jensen, J.R.(1986). Introductory Digital Image Processing : A Remote Sensing Perspective. New Jersey, Pearson Prentice Hall.
- KLH, (2004). UU No 17 Tahun 2004 tentang pengesahan Kyoto Protocol atas Konvensi kerangka Kinerja Perserikatan bangsa bangsa tentang perubahan iklim, Kementrian Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Kaufman, Yoram J., and Didier Tanre. (1992). Atmospherically resistant vegetation index

- (ARVI) for EOS-MODIS., *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on* 30.2 P.261-270.
- McCoy, Roger M., (2005). *Field Methods in Remote Sensing*. The Guilford Press.
- Pinty, B., and M. M. Verstraete. (1992), GEMI: a non-linear index to monitor global vegetation from satellites, *Vegetatio* 101.1 P.15-20.
- Qi, J., Chebouni, A., Huete, A.R., Kerr, Y.A. and Sorooshian, S., (1994). A Modified Soil Adjusted Vegetation Index, *Remote Sensing of Environment*. Volume 48 : 119 – 126.
- Sutaryo, Dandun (2009). Penghitungan Biomassa Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon. *Wetlands International Indonesia Programme*.
- Teillet, P.M., Staenz, K., and William, D.J. (1997). Effect spectral. spatial and Radiometric Characteristic on remote sensing vegetation indices of forested regions. *Remote Sensing of Environment Journal*, Volume 61: 139 – 145.