

ANALISIS SPEKTRAL DATA MODIS UNTUK PEMANTAUAN HUTAN/LAHAN (STUDI KASUS PROVINSI SUMATRA SELATAN)

Agung Rusdiyatomoko¹ dan Any Zubaidah²

¹Alumni Jurusan Geografi Fisik dan Lingkungan, Fakultas Geografi,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Bidang Pemantauan Sumberdaya Alam dan Lingkungan – LAPAN
Jl. LAPAN No 70, Jakarta 13710, Indonesia
Telp. +62 21 8717715; 8710786, Fax. +62 21 8717715

Abstract

Spectral Analysis for Forest/Land Monitoring Using MODIS Data (case study South Sumatra Province). Forest/land condition of change information need rapid and accurate monitoring activity. This research explains the forest/land monitoring in South Sumatra province using Aqua/Terra MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) data. The main data is MODIS level 2 EVI (*Enhanced Vegetation Index*) parameter with spatial resolution of 500 m. EVI is vegetation index which are obtained from comparison of red canal and near red canal reflectance. The periode of analyse is from July 2004 to november 2005 and January 2005 to July 2005 every 16 days. The landcover/types observed are forest, plantation, and schrub/bush. Kernel *lowpass average* 3x3 filter is used for a training area. The result of this research are land cover/landuse monitoring based on EVI value spectral analyse and its analyse. Result show that EVI value which is different for each landcover/landuse. The differences are influenced by external and internal factors. Weather condition such as rain is the influence factor. The increasing EVI value in some value can be caused by dryness and forest fire. On the other hand, the increasing values because of rainy. Internal factors such as forest heterogeneity, type of plantation, and type of schrub/bush have the effect on EVI. In this research, landuse map was used as reference for land use classification

Keyword: MODIS, EVI, Forest/land, South Sumatra Province

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia mempunyai berbagai macam sumberdaya terutama sumberdaya hutan. Fakta menunjukkan luas hutan di Indonesia berkurang dari tahun ke tahun. Luas hutan alam asli Indonesia menyusut dengan kecepatan yang sangat mengkhawatirkan. Hingga saat ini, Indonesia telah kehilangan hutan aslinya sebesar 72 persen [World Resource Institute, 1997]. Diketahui bahwa fungsi utama hutan ada 3, yaitu: sistem pengatur iklim, sistem sumber daya, dan sistem pelindung. Fungsi sebagai sistem pengatur iklim karena hutan sebagai penyimpan CO₂, penyeimbang temperatur, penyaring udara, pengatur hujan wilayah, dan terkait dengan iklim

mikro. Fungsi sebagai sistem sumberdaya karena hasil hutan yang berupa kayu dan non kayu. Fungsi sistem pelindung berarti hutan sebagai pelindung tanah, penahan longsor, penyimpan air, sumber air tawar, dan pengatur permukaan air tanah.

Laju kerusakan hutan periode 1985-1997 tercatat 1,6 juta hektar per tahun, sedangkan pada periode 1997-2000 menjadi 3,8 juta hektar per tahun. Ini menjadikan Indonesia merupakan salah satu tempat dengan tingkat kerusakan hutan tertinggi di dunia. Di Indonesia berdasarkan hasil penafsiran citra Landsat tahun 2000 terdapat 101,73 juta hektar hutan dan lahan rusak, diantaranya seluas 59,62 juta hektar berada dalam kawasan hutan. [Badan Planologi Dephut, 2003]. Pemantauan hutan/lahan merupakan bagian

penting dalam manajemen hutan/lahan. Pemantauan memegang peranan dalam hal peringatan untuk bahaya degradasi hutan. Sistem pemantauan yang dilakukan banyak metodenya. Pemantauan hutan/lahan dengan sistem pengukuran lapangan memerlukan waktu lama dan biaya yang besar. Untuk itu, diperlukan suatu metode yang cepat dan akurat.

Penggunaan data satelit penginderaan jauh untuk sumberdaya telah banyak dimanfaatkan. Data penginderaan jauh tersebut banyak macamnya. Data tersebut sangat terkait dengan resolusi spasial, resolusi temporal dan resolusi spektral terutama untuk pendeteksian vegetasi. Semakin sering pemantauan dilakukan, informasi yang dihasilkan lebih baik. Untuk itu, diperlukan resolusi temporal yang tinggi. Akan tetapi semakin tinggi resolusi temporalnya, resolusi spasialnya semakin rendah. Resolusi spasial yang menengah diperlukan untuk pemantauan hutan/lahan.

Citra *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) merupakan citra yang dapat digunakan untuk memantau hutan/lahan. Kemampuan tersebut didasarkan pada resolusi temporal dalam skala harian, resolusi spektral yang tergolong banyak (36 kanal) dan 3 resolusi spasial (250m, 500m, 1km). Kajian citra MODIS dengan jumlah spektral yang banyak itu menarik untuk diteliti. Kajian spektral citra MODIS telah menghasilkan banyak keluaran, yaitu: *hotspot*, *Sea Surface Temperature*, *water vapour*, transformasi vegetasi (seperti *Enhanced Vegetation Index* (EVI) dan *Normalized Difference Index* (NDVI)), dan lain sebagainya.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bagian penting dalam pemantauan hutan/lahan. Terutama untuk mengetahui pola spektral MODIS untuk terapan hutan/lahan secara temporal. Informasi tersebut sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi hutan/lahan pada suatu wilayah sehingga diharapkan memberikan informasi adanya degradasi hutan yang pada akhirnya memberikan sistem informasi dini degradasi hutan.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan, yaitu:

1. Memantau kondisi hutan/lahan dengan menggunakan data Aqua/Terra MODIS khususnya EVI.
2. Menganalisis hasil pantauan secara temporal yaitu periode Juli 2004 - November 2004 dan periode Januari 2005 - Juli 2005 untuk 3 tipe penggunaan lahan, yaitu: Hutan, perkebunan dan semak belukar.

1.3. Ruang Lingkup penelitian

Lingkup penelitian ini menitikberatkan pada kajian spektral MODIS yaitu hasil klasifikasi EVI untuk memantau kondisi hutan/Lahan. EVI merupakan salah satu parameter MODIS Level 2. EVI adalah salah satu transformasi vegetasi yang diperoleh dari perbandingan reflektansi kanal merah dan inframerah dekat sensor MODIS. Dalam penelitian ini peta penggunaan lahan digunakan sebagai rujukan klasifikasi lahan. Penggunaan lahan yang diteliti adalah hutan, perkebunan, dan semak. Hutan dipilih karena hutan dianggap mempunyai vegetasi alami, sedangkan perkebunan sebagai merupakan vegetasi hasil olahan manusia yang bersifat temporal dan belukar sebagai vegetasi yang tumbuh akibat dari lahan yang telah mengalami pemanfaatan. Penelitian ini mengambil lokasi di Provinsi Sumatra Selatan. Hal tersebut disebabkan provinsi ini merupakan salah satu provinsi yang sering mengalami degradasi hutan (kebakaran hutan) dan alih fungsi hutan/lahan. Gambaran umum Provinsi Sumatra Selatan ditunjukkan dengan Gambar 1.



Gambar 1. Peta Administrasi Provinsi Sumatra Selatan

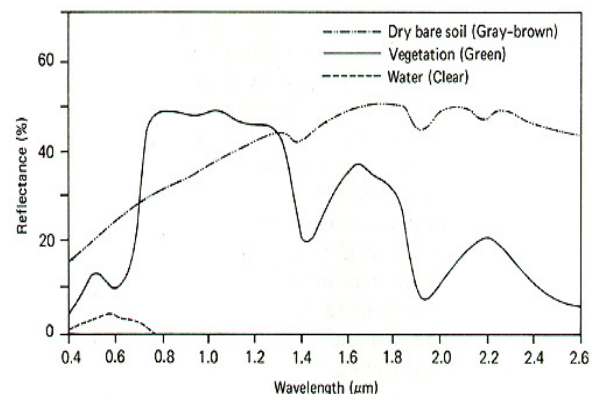
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. DASAR TEORI

2.1.1. Karakteristik Data Penginderaan Jauh

Pantulan setiap obyek memiliki karakteristik tertentu untuk setiap saluran spektral sehingga setiap obyek dapat dikenali perbedaannya. Hampir seluruh obyek terestrial memiliki pantulan baur, kecuali obyek air yang memiliki pantulan sempurna. Namun demikian, pada panjang gelombang mikro terjadi sebaliknya di mana obyek terestrial memiliki pantulan sempurna. Gambar 2 menunjukkan kurva pantulan spektral ideal untuk vegetasi sehat, tanah dan air. Karakteristik vegetasi dapat dikenali dengan menggunakan perbandingan antara spektrum band merah dengan infra merah dekat.

Pengolahan citra mempunyai empat macam resolusi sebagai ukuran daya pisah pada citra, yaitu meliputi resolusi spektral, resolusi spasial, resolusi radiometrik, dan resolusi temporal. Resolusi adalah kemampuan suatu sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi yang secara spasial berdekatan atau yang secara spektral mempunyai kemiripan. Resolusi spektral adalah kemampuan suatu sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi (obyek) berdasarkan pantulan atau pancaran spektralnya. Resolusi spasial adalah ukuran terkecil obyek yang masih dapat dideteksi oleh suatu sistem pencitraan. Semakin kecil ukuran obyek yang dapat terdeteksi, berarti resolusinya semakin halus atau semakin tinggi. Resolusi radiometrik adalah resolusi yang menunjukkan kemampuan sensor untuk mencatat respon spektral obyek. Kemampuan ini dikaitkan dengan kemampuan koding (coding), yaitu pengubahan intensitas pantulan spektral menjadi angka digital dan dinyatakan dalam bit (Danoedoro, 1996).



Gambar 2. Kurva pantulan spektral ideal untuk vegetasi sehat, tanah, dan air

2.1.2. Karakteristik Data MODIS

Citra MODIS merupakan citra dengan 36 kanal dengan 3 resolusi spasial. Karakteristik citra MODIS disajikan dalam Tabel 1. Adapun kanal yang umumnya dimanfaatkan untuk pemantauan vegetasi adalah kanal 1 dan 2. Adapun karakteristik kanal tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Citra MODIS

Orbit	705 km, 10:30 a.m. descending node (Terra) or 1:30 p.m. ascending node (Aqua), sun-synchronous, near-polar, circular
Scan Rate	20.3 rpm, cross track
Swath Dimensions	2330 km (cross track) by 10 km (along track at nadir)
Telescope	17.78 cm diam. off-axis, afocal (collimated), with intermediate field stop
Size	1.0 x 1.6 x 1.0 m
Weight	228.7 kg
Power	162.5 W (single orbit average)
Data Rate	10.6 Mbps (peak daytime); 6.1 Mbps (orbital average)
Quantization	12 bits
Spatial Resolution	250 m (bands 1-2) 500 m (bands 3-7) 1000 m (bands 8-36)
Design Life	6 years

Sumber:

<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>

Tabel 2. Karakteristik Band 1 dan 2 pada Citra MODIS

Primary Use	Band	Bandwidth ¹ (nm)	Spectral Radiance ² (W/m ² -μm-sr)	Required SNR ³
Land/Cloud/Aerosols Boundaries	1	620 - 670	21.8	128
	2	841 - 876	24.7	201

Sumber: <http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>

2.1.3. Pemantauan Penggunaan Lahan

Teknologi penginderaan jauh mampu melakukan pemantauan penggunaan lahan. Hal tersebut didasarkan pada prinsip penginderaan jauh yaitu melakukan deteksi suatu obyek tanpa menyentuhnya. Pemantauan yang dilakukan terkait dengan resolusi citra baik resolusi temporal, resolusi spasial dan resolusi spektral. Pemantauan tersebut dapat dilakukan harian, mingguan dan seterusnya. Pemantauan penggunaan lahan telah banyak dilakukan.

EVI merupakan salah satu index yang digunakan untuk menentukan index vegetasi. Adapun formula penentuan EVI ini adalah sebagai berikut:

$$EVI = G * \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + C_1 * \rho_{Red} - C_2 * \rho_{Blue} + L} \quad (1)$$

ρ_{NIR} = NIR Reflectance

ρ_{Red} = Red Reflectance

ρ_{Blue} = Blue Reflectance

C_1 = Atmosphere Resistance Red Correction Coefficient

C_2 = Atmosphere Resistance Blue Correction Coefficient

L = Canopy Background Brightness Correction Factor

G = Gain Factor

Nilai koefisien diambil dari algoritma EVI dimana, $L=1$, $C_1 = 6$, $C_2 = 7.5$, and $G = 2 - 2.5$.

Dari formula di atas tampak jelas jika EVI melibatkan reflektan pada kanal biru begitu pula faktor-faktor koreksi kanopi maupun atmosfer.

2.2. METODOLOGI

Metode penelitian menggambarkan cara bagaimana variabel penelitian ditentukan,

dihitung dan dianalisa sesuai dengan tujuan penelitian.

2.2.1. Data

Data yang digunakan adalah citra MODIS 16 harian untuk EVI. Data yang berhasil dikumpulkan adalah data periode Juli 2004 sampai dengan November 2004 dan Januari 2005 sampai dengan Juli 2005.

2.2.2. Pengumpulan Data

Data MODIS level 2 khususnya EVI dikumpulkan sesuai tahun perekaman Data ini diperoleh dari hasil download dari NASA, dengan cara melakukan ftp: e0dps01u.ecs.nasa.gov. Adapun data yang diperoleh disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 3: Data Periode Juli 2004 – November 2004

No	Data	Tanggal
1	MOD13A1.A2004209. h28v09.004.2004233002513	27 Jul 04
2	MOD13A1.A2004225. h28v09.004.2004246021031	12 Ags 04
3	MOD13A1.A2004241. h28v09.004.2004271105847	28 Ags 04
4	MOD13A1.A2004257. h28v09.004.2004279215349	13 Sep 04
5	MOD13A1.A2004273. h28v09.004.2004294150019	29 Sept 04
6	MOD13A1.A2004289. h28v09.004.2004313113035	15 Okt 04
7	MOD13A1.A2004305. h28v09.004.2004325091427	31 Okt 04
8	MOD13A1.A2004321. h28v09.004.2004344215439	16 Nov 04

Tabel 4: Data Periode Januari 2005 – Juli 2005

No	Data	Tanggal
1	MOD13A1.A2005001. h28v09.004.2005027160955	1 Jan 05
2	MOD13A1.A2005017. h28v09.004.2005038224329	17 Jan 05
3	MOD13A1.A2005033. h28v09.004.2005055160331	2 Feb 05
4	MOD13A1.A2005065. h28v09.004.2005094225036	6 Mar 05
5	MOD13A1.A2005097. h28v09.004.2005136210547	7 Apr 05
6	MOD13A1.A2005113. h28v09.004.2005145104430	23 Apr 05
7	MOD13A1.A2005145. h28v09.004.2005171150549	25 Mei 05
8	MOD13A1.A2005161. h28v09.004.2005180073225	10 Jun 05
9	MOD13A1.A2005193. h28v09.004.2005219045528	12 Jul 05

2.2.3. Pengolahan Data

2.2.3.1. Proses Koreksi Awal (*Pre-Processing*)

Data yang diperoleh merupakan data dengan format hdf. Data ini telah terkoreksi sistematis tetapi belum terkoreksi geometrik sehingga diperlukan rektifikasi manual. Adapun rektifikasi yang dilakukan yaitu dengan data vektor pantai yang telah terakusisi.

2.2.3.2. Kompilasi dan Pengolahan Data EVI

Hasil perolehan data periode Juli 2004 sampai November 2004 di gabung setelah dilakukan koreksi sistematis geometri. Begitu pula data periode Januari 2005 sampai dengan Juli 2005. Penggabungan dilakukan dengan menggunakan *software* ERMapper. Penggabungan ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai EVI pada setiap periode perekaman.

2.2.3.3. Pembuatan Training Area

Pemantauan penggunaan lahan secara keseluruhan tidak dapat dilakukan dengan baik karena nilai EVI setiap piksel berbeda. Untuk itu, digunakan sampel. Sampel di yang diambil dengan cara pembuatan training. Penarikan garis untuk training area ini pun sulit dilakukan karena setiap piksel mempunyai nilai EVI yang berbeda tajam. Identifikasi penggunaan lahan dilakukan dengan

merujuk pada peta penggunaan lahan yang telah ada. Penggunaan lahan yang dipilih adalah hutan, perkebunan, dan semak belukar.

Pemakaian filter kernel *lowpass average 3x3* digunakan untuk memudahkan sampling area. Filter *lowpass* digunakan untuk penghalusan data. Data yang asli masih sangat kasar tetapi setelah mengalami proses filterisasi maka data akan menjadi halus. Matrik 3x3 digunakan dengan harapan nilai yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan nilai asli piksel. Filter ini berfungsi untuk memudahkan penarikan sampel. Hasil filter tidak dikaji karena adanya perubahan nilai piksel hasil filterisasi.

2.2.4. Analisis Data

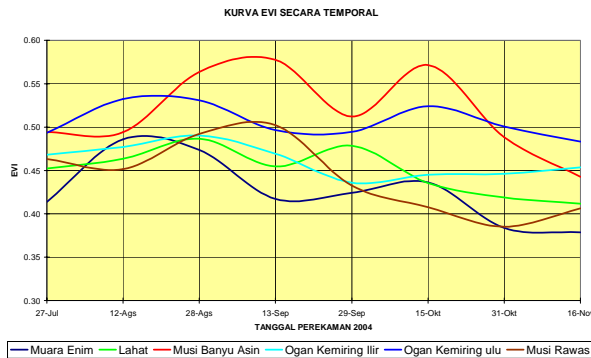
Metode analisa yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisa deskriptif kuantitatif kualitatif dan diskripsi komparatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

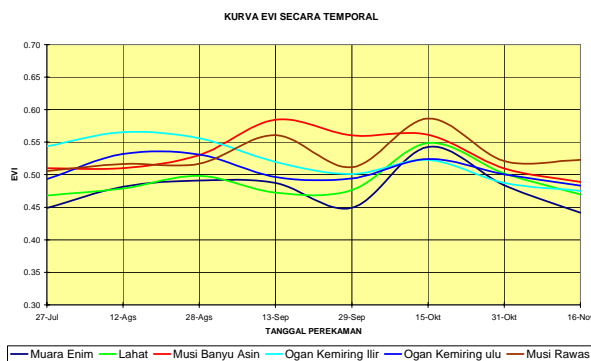
3.1. Pemantauan Hutan/Lahan Tahun 2004

3.1.1. Pemantauan Hutan

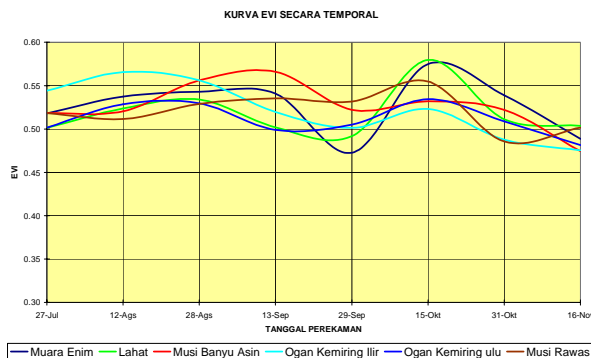
Hasil olahan data untuk pemantauan hutan periode Juli 2004 sampai dengan November 2004 menunjukkan bahwa nilai minimal adala 0,38 di Kabupaten Muara Enim pada bulan Oktober dan November. Adapun nilai maksimal ada di Kabupaten Musi Banyuasin dengan nilai EVI sebesar 0.58 pada bulan September 2004. Hasil pantauan secara keseluruhan periode Juli 2004 sampai dengan November 2004 menunjukkan rata-rata nilai EVI adalah sebesar 0.47. Gambar 3. menunjukkan bahwa nilai spektral vegetasi yang ditunjukkan dengan nilai EVI mengalami perbedaan pada setiap kabupaten. Hal ini disebabkan karena tipe vegetasi yang berbeda dan dimungkinkan adanya degradasi hutan. Adapun degradasi hutan yang mempengaruhi nyata adalah kebakaran hutan.



Gambar 3. Kurva EVI Hutan Periode Juli 2004 – November 2004



Gambar 4. Kurva EVI Perkebunan Periode Juli 2004 – November 2004



Gambar 5. Kurva EVI Semak/belukar periode Juli 2004 – November 2004

3.1.2. Pemantauan Perkebunan

Hasil pemantauan penggunaan lahan untuk kebun tahun 2004 periode bulan Juli 2004 sampai dengan November 2004 menunjukkan nilai maksimal EVI adalah 0.59 di Kabupaten Musi Rawas pada bulan Oktober 2004. Sebaliknya, nilai minimal EVI yaitu 0.44 terjadi pada bulan

November 2004 di Kabupaten Muara Enim. Adapun rata-rata nilai EVI adalah 0.51. Gambar 4 menggambarkan kurva EVI untuk perkebunan.

3.1.3. Pemantauan Semak Belukar

Gambar 5 menjelaskan bahwa semak belukar mempunyai nilai EVI yang relatif sama. Nilai rata-rata EVI untuk pemantauan periode bulan Juli 2005 sampai dengan November 2005 adalah 0.52. Nilai minimal EVI terdapat di Kabupaten Musi Banyu Asin dengan nilai EVI 0.47 pada bulan November. Nilai maksimal terdapat di Kabupaten Lahat dengan nilai EVI 0.50. Data hotspot sangat berguna untuk membantu analisis ini.

3.2. Pemantauan Hutan/Lahan Tahun 2005

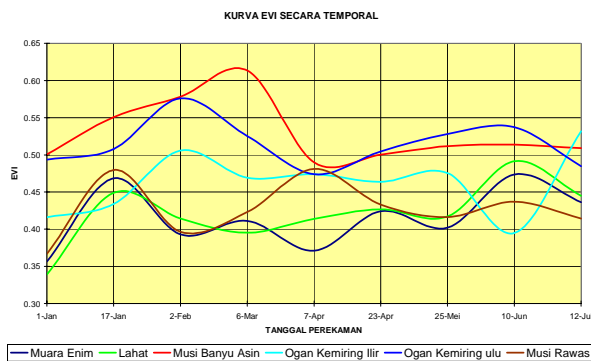
3.2.1. Pemantaun Hutan

Hasil pemantauan hutan periode Januari 2005 sampai dengan Juli 2005 menunjukkan nilai maksimal 0.61 ada di Kabupaten Musi Banyu Asin bulan Maret. Nilai minimal di adalah 0.34 di Kabupaten Lahat pada bulan Januari 2005. Adapun rata-rata nilai EVI adalah 0.46. Gambar 6 menunjukkan kurva EVI periode Januari 2005 sampai dengan Juli 2005.

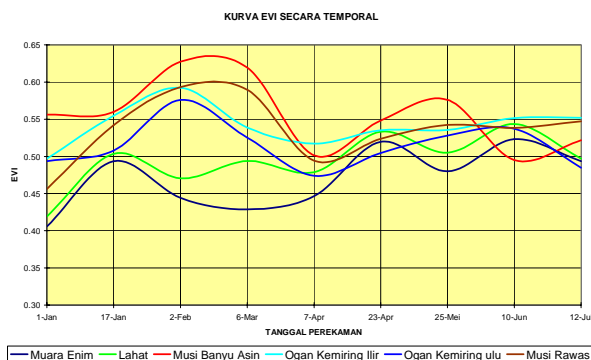
Nilai EVI Hutan periode Juli 2004 sampai dengan November 2004 dan periode Januari 2005 sampai dengan Juli 2005 mempunyai pola yang tidak teratur. Nilai EVI tersebut kadang kala tinggi dan kadang rendah. Hasil pemantauan Nilai EVI 2 periode tersebut menunjukkan Kabupaten Musi Banyu Asin mempunyai nilai EVI yang tidak konstan walaupun Nilai EVI untuk Kabupaten ini termasuk tinggi.

4.2.2. Pemantauan Perkebunan

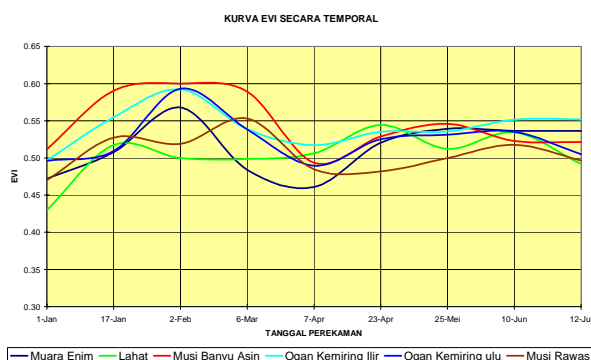
Nilai EVI pada periode Januari 2005 sampai dengan Juli 2005 mempunyai EVI maksimal 0.60 di Kabupaten Musi Banyu Asin pada bulan Februari. Nilai EVI minimal terdapat di Kabupaten Lahat pada bulan Januari dengan nilai 0.43. Adapun rata-rata nilai EVI adalah 0.52. Nilai EVI ini termasuk tinggi.



Gambar 6. Kurva EVI hutan periode Januari 2005 – Juli 2005



Gambar 7. Kurva EVI kebun periode Januari 2005 – Juli 2005



Gambar 8. Kurva EVI semak/belukar periode Januari 2005 – Juli 2005

Nilai EVI kebun periode Juli 2004 sampai dengan November 2004 dan periode Januari 2005 sampai Juli 2005 tidak sama. Gambar 4 dan 6 menunjukkan periode Januari 2005 sampai Juli 2005 ada faktor yang mempengaruhi karena nilai EVI pada Kabupaten Musi Banyu Asin tergolong tinggi sedangkan Kabupaten Muara Enim dan Lahat mempunyai nilai sebaliknya yaitu bernilai

EVI relatif tidak melonjak. Faktor eksternal hujan dimungkinkan sebagai faktor yang mempengaruhi.

4.2.3. Pemantauan Semak Belukar

Nilai EVI periode Januari 2005 sampai dengan Juli 2005 untuk pemantauan semak belukar mempunyai nilai minimal 0.43 di Kabupaten Lahat pada bulan Januari. Nilai maksimal EVI 0.60 di Kabupaten Musi Banyuasin pada bulan Februari. Adapun nilai rata-rata EVI periode Januari 2005 sampai Juli 2005 adalah 0.52. Kabupaten Musi Banyu Asin mempunyai potensi distribusi semak dengan tingkat EVI yang tinggi hal ini ditunjukkan dengan nilai EVI yang tinggi selama 3 data pengamatan dengan satu data mencapai titik maksimal periode pantauan Januari 2005 sampai dengan Juli 2005.

Nilai EVI pada belukar pada periode 2004 dan 2005 tidak mengalami perbedaan yang mencolok. Nilai EVI 2 periode tersebut relatif stabil hal tersebut ditunjukkan dengan kurva EVI yang relatif sama setiap waktu pemantauan. Faktor hujan dimungkinkan sebagai faktor eksternal yang mempengaruhi tingginya nilai EVI di daerah ini.

4. KESIMPULAN

Pemantauan hutan/lahan dapat dilakukan dengan menggunakan data citra dengan resolusi sedang seperti data MODIS. Kurva EVI yang mengalami penurunan mempunyai identifikasi adanya gangguan pada obyek pantauan untuk itu diperlukan pantauan. Pemantauan ini dapat memberikan informasi tentang adanya degradasi hutan/lahan. Faktor eksternal dan internal sangat mempengaruhi hasil pemantauan. Keheterogenan hutan, jenis perkebunan, dan jenis semak belukar merupakan faktor internal yang mempengaruhi pemantauan. Faktor cuaca berupa hujan dan kekeringan merupakan faktor yang eksternal yang mempengaruhi kurva EVI terhadap waktu, begitu pula pengaruh kebakaran hutan. Pemanfaatan data MODIS khususnya penggunaan transformasi vegetasi akan lebih sempurna jika dilakukan pengukuran di lapangan dengan menggunakan peralatan yang memadai sehingga diperoleh korelasi yang baik antara data lapangan dan analisa spektral MODIS. Data penggunaan lahan berupa peta penggunaan lahan skala detil diperlukan untuk pemantauan hutan/lahan yang heterogen.

DAFTAR PUSTAKA

Danoedoro, Projo, 1996. Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada

<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php> (Juli 2005)

<http://www.walhi.or.id/kampanye/hutan/hutpunah> (20 Ags 2005)

<http://www.geo.wvu.edu/geog755/spring98/01/intro.htm> (7 Sept 2005)

Huete, A. et al, 1999. Modis Vegetation Index (MOD 13) Algorithm Theoretical Basis Document version 3.

http://krsc.kari.re.kr/kari/sub/satellite/download/satellite_04/MODIS/atbd_mod13.pdf (20 Ags. 2005)

Schowengerd, Robert, 1983. Techniques For Image Processing and Classification in Remote. New York: Academic Press. Inc

Surlan, dkk. 1999. Identifikasi Kebakaran Hutan/Lahan Berdasarkan Analisis Multispektral dan Multispektral dan Multitemporal Data Landsat-TM. Majalah LAPAN Edisi Penginderaan Jauh No. 01 Vol. 01 Januari 1999:0126-0480

Swain, Philip H, and Davis, Shirley M, 1974. Remote Sensing: The Quantitative Approach. New York: Mc Graw-Hill Inc

LAMPIRAN

Contoh Hasil EVI dan Pengambilan Sampel untuk Penggunaan Lahan Hutan Sebelum dan Sesudah Dilakukan Filter

