

PENGAJIAN NILAI INDEKS VEGETASI DATA MODIS DENGAN MENERAPKAN BEBERAPA ALGORITMA PENGOLAHAN DATA INDEKS VEGETASI

Indah Prasasli, Kaimoko Ari Sambodo
Pcneliti Bidang Aplikasi Daia Pengindcraan Jauh

ABSTRACT

The vegetation index (VI) that is extracted from MODIS data using several algorithms still needs to develop and to study. It is due to MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) data that is relatively new in the operation and data application. The study aims to compare sensitivity applications of 3 algorithms for extraction of vegetation index data. The simulation in this research is using MODIS data level IB with all resolutions (250m, 500m, and 1000m) for Kalimantan Island dated May 17, 2002 by applying NDVI algorithm (Normalized Difference Vegetation Index), SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), and SARVI (Soil and Atmosphere Resistant Vegetation Index.)

The result of this research shows that the application of SAVI and SARVI algorithms in cloud-dominated location will have higher vegetation index value as much as 0.001 - 0.04 unit with SAVI model, if compared with a value of IV with NDVI model. In the vegetation area, NDVI is relatively higher compared with SAVI and can be higher or lower compared with SARVI value, depending on the condition of how much influential factor of atmospheric water vapor, aerosol content and canopy background that can be reduced and corrected by applying the SARVI model. In the meanwhile, in urban area, the applying of SAVI model will be lower as much as 0.14 - 0.15 unit, and about 0.1 - 0.15 unit with SARVI model if compared with NDVI.

ABSTRAK

Nilai indeks vegetasi (IV) yang diekstraksi dari data MODIS berdasarkan beberapa algoritma masih perlu dikembangkan dan dikaji. Hal ini dikarenakan data MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) relatif masih baru dalam operasi dan aplikasi datanya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan sensitivitas penggunaan 3 (tiga) algoritma untuk ekstraksi data indeks vegetasi. Simulasi dalam kajian ini menggunakan data MODIS level IB pada semua resolusi (250 m, 500 m, dan 1000 m) untuk wilayah P. Kalimantan tanggal 17 Mei 2002 dengan menerapkan algoritma NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), dan SARVI (Soil and Atmosphere Resistant Vegetation Index).

Hasil pengkajian memperlihatkan bahwa penggunaan algoritma SAVI dan SARVI pada lokasi yang didominasi oleh awan akan memiliki nilai indeks vegetasi lebih tinggi sebesar 0.001 - 0.04 satuan dengan model SAVI, dan sekitar 0.26 - 0.9 satuan dengan model SARVI, bila dibandingkan dengan nilai IV dengan model NDVI. Pada daerah vegetasi, nilai NDVI relatif lebih tinggi dibandingkan dengan nilai SAVI dan dapat lebih tinggi atau lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai SARVI. tergantung oleh kondisi seberapa besar faktor pengaruh kandungan uap air atmosfer, kandungan aerosol dan latarbelakang kanopi yang bisa direduksi dan dikoreksi oleh penggunaan model SARVI tersebut. Sementara itu pada daerah sekitar perkotaan, penggunaan model SAVI akan lebih rendah sebesar 0.14 - 0.15 satuan. dan sekitar 0.1 - 0.15 satuan dengan model SARVI bila dibandingkan dengan model NDVI.

1 PENDAHULUAN

Nilai indeks vegetasi (IV) merupakan salah satu parameter hasil ekstraksi data penginderaan jauh yang digunakan sebagai parameter fisis vegetasi. Nilai IV ini dapat mencerminkan tingkat kehijauan dan kondisi vigor vegetasi (Malingreau, 1986) dan penerapannya dapat melengkapi informasi tentang dinamika vegetasi dalam skala global

(Justice et al., 1986). Oleh karena itu, data IV tersebut dapat dimanfaatkan untuk tujuan pemantauan kondisi lahan bervegetasi pada suatu wilayah yang cukup luas.

Penggunaan secara operasional dari global dari data IV harus dapat diperbandingkan antar waktu ke waktu dan antar lokasi ke lokasi. tidak hanya dalam hal cara perhitungannya

sama tetapi juga dalam hal nilai hasil IV yang tidak akurat. Dari pengkajian-pengkajian yang telah dilakukan diperoleh bahwa IV tidak hanya berguna dalam hal manfaatnya untuk mendeteksi perubahan dan pemantauan kondisi permukaan, pendugaan beberapa parameter biofisik vegetasi tetapi juga didapatkan bahwa penggunaan IV memiliki keterbatasan-keterbatasan. Keterbatasan-keterbatasan inilah yang menjadi dasar dari teknik-teknik optimasi dan pemahaman dalam penggunaan dan interpretasi produk IV.

Keterbatasan-keterbatasan yang berasal dari berbagai pengaruh eksternal meliputi: kalibrasi dan karakteristik instrumen, kondisi liputan dan bayangan awan, pengaruh atmosferis yang disebabkan oleh keragaman tingkat kandungan aerosol, kandungan uap air, dan awan residual, serta konfigurasi dari matahari-target-sensor dan interaksi-interaksi yang dihasilkan dari permukaan dan atmosferis yang anisotropi terhadap besarnya sinyal yang menjadi sangat dipengaruhi oleh sudut datangnya (Huete, Justice, vanLeeuwen, 1996).

Selanjutnya Huete, Justice, van Leeuwen (1996) menyatakan bahwa selain pengaruh-pengaruh eksternal, terdapat pula pengaruh yang berasal dari kanopi vegetasi yang akan membatasi penggunaan dan/atau interpretasi dari IV yang meliputi:

- Adanya kontaminasi dari *background* kanopi yang akan mempengaruhi besarnya nilai rV . Besarnya tingkat kontaminasi ini akan sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, penutupan serasah daun pada permukaan, adanya salju, dan tingkat kelambaban permukaan tanah.
- Masalah tingkat saturasi yang menyebabkan nilai-nilai IV beragam terhadap perubahan-perubahan jumlah, tipe dan kondisi vegetasi yang secara normal berhubungan dengan sinyal dari tingkat kepekatan kandungan klorofil pada kanopi vegetasi yang rapat.

Data IV tersebut dapat diturunkan dari nilai reflektansi kanal hijau dan merah data satelit penginderaan jauh optik dengan menerapkan beberapa model atau algoritma yang dikembangkan oleh banyak peneliti guna mendapatkan nilai indeks yang akurat dan mampu mewakili dinamika perubahan yang terjadi pada vegetasi baik dalam skala waktu maupun ruang. Dengan demikian, masing-masing model ekstraksi data indeks vegetasi tersebut memiliki sensitivitas yang berbeda dan diusahakan untuk dapat mencerminkan keadaan vegetasi yang sebenarnya

dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang mungkin dapat mempengaruhi penurunan nilai indeks vegetasi.

Satelit MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) merupakan satelit pengamatan lingkungan masa depan yang nantinya diharapkan dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pemantauan kondisi lahan bervegetasi. Hal ini dikarenakan satelit ini mempunyai wilayah cakupan yang luas, yakni 2330 Km dengan resolusi spasial 250 Km (kanal 1 dan 2) dan resolusi spektral yang tinggi (36 kanal) serta resolusi temporal yang kurang lebih sama dengan satelit NOAA-AVHRR, yakni 1 - 2 hari serta menggunakan data 12 bit pada semua kanal (Wan, 1999). Selain itu, satelit MODIS merupakan penyedia data untuk proses-proses pengkajian global tentang atmosfer, daratan dan lautan (Salomonson et al., 1989 dalam Wan, 1999). Dengan demikian, satelit ini mempunyai kemampuan yang lebih sesuai untuk dapat digunakan dalam kegiatan pemantauan pada suatu wilayah yang cukup luas

Pemanfaatan data MODIS untuk menurunkan berbagai data turunannya seperti data indeks vegetasi belum banyak dilakukan oleh peneliti di Indonesia. Hal ini dikarenakan data MODIS tersebut relatif masih baru dalam pengoperasiannya terlebih dalam hal pemanfaatannya. Oleh karena itu, aplikasi data MODIS tersebut untuk menurunkan data indeks vegetasi masih perlu dikembangkan dan dikaji.

Tulisan ini merupakan hasil kajian nilai indeks vegetasi yang diekstraksi dari algoritma NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*), dan SARVI (*Soil and Atmosphere Resistant Vegetation Index*) dengan menggunakan data MODIS sebagai data masukan. Selain itu, juga memaparkan permasalahan atau faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai indeks vegetasi yang dihasilkan oleh suatu algoritma.

2 DATA DAN METODE

2.1 Data dan alat

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data MODIS level IB pada semua resolusi (250m, 500m, dan 1000m) untuk wilayah P. Kalimantan pada tanggal 1 Mei 2002. Data ini diperoleh dari GITSDA, Thailand. Data yang digunakan telah dikoreksi secara geometris dengan menerapkan metode linier. Pemrosesan data dengan menggunakan

perangkat lunak HDFLook, MSpinx dan Multispec.

2.2 Metode

Ekstraksi nilai IV dilakukan dengan menerapkan 3 (tiga) model algoritma, yakni NDVI, SAVI dan SARVI.

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan suatu pengukur vegetasi yang sensitif dan sangat mantap yang menggunakan perbedaan energi spektral yang dipantulkan oleh kanopi vegetasi pada panjang gelombang spektrum elektro-magnetik merah dan inframerah dekat. Saat ini hanya nilai NDVI yang telah digunakan secara operasional untuk pengamatan vegetasi global. Bentuk ratio dari NDVI ini dimaksudkan untuk memperkecil keragaman yang disebabkan oleh perubahan kondisi irradiansi yang diakibatkan oleh perubahan sudut matahari, topografi, kondisi atmosferik dan penutupan awan (Huete, Justice dan van Leeuwen, 1996). Formulasi dari NDVI, adalah

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \dots\dots\dots (2-1)$$

Keterangan:

PRED adalah nilai reflektansi kanal merah dan PNIR adalah nilai reflektansi kanal inframerah dekat.

SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*) yang diajukan oleh Huete (1988) menggunakan persamaan isoline vegetasi yang diturunkan melalui aproksimasi reflektansi-reflektansi kanopi dengan sebuah model interaksi foton order pertama antara kanopi dan lapisan tanah (Huete., 1987). Model SAVI telah menggunakan pengetahuan tentang persamaan isoline vegetasi, yang diturunkan dari model-model reflektansi yang sederhana, untuk mendapatkan nilai IV yang telah terkoreksi terhadap pengaruh-pengaruh *background* tanah (Huete, 1988; Major et. al, 1990 dalam Huete, Justice, van Leeuwen, 1996). Adapun formulasi dari SAVI, adalah

$$SAVI = [(\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED} + L)] (1 + L) \dots (2-2)$$

dengan L adalah faktor "*adjustment*" tanah "global". Batasan L dihubungkan dengan Hukum Beer dan menghitung untuk perbedaan faktor pemadaman (extinction) spektral kanopi merah dan NIR yang melalui kanopi yang berfotosintesis secara aktif (Huete, 1988 dalam Huete, Justice, dan van Leeuwen, 1996). Besarnya L yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0.6.

SARVI merupakan nilai indeks vegetasi yang dicoba dibangkitkan untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi yang lebih tinggi dan mantap dalam mencerminkan dinamika perubahan dan perbedaan yang terjadi dalam permukaan vegetasi baik secara spasial maupun temporal. Adapun algoritma untuk SARVI, adalah

$$SARVI = \frac{2(\rho_{NIR} - \rho_{RED})}{(L + \rho_{NIR} + C1 * \rho_{RED} - C2 * \rho_{BLUE})} \dots (2-3)$$

dengan ρ_{NIR} , PRED dan PBLUE adalah nilai reflektansi dua arah permukaan yang terkoreksi secara atmosferis pada kanal berturut-turut kanal inframerah dekat (MODIS kanal 2), merah (MODIS kanal 1) dan biru (MODIS kanal 3); L = 0.6 (faktor koreksi terhadap *background* kanopi), dan C1 = 3.3 dan C2 = 4.2 yang merupakan koefisien-koefisien tahanan terhadap aerosol atmosfer. Penggunaan kanal biru adalah untuk mengkoreksi kanal merah terhadap pengaruh aerosol. (Huete et al., 1996 dalam Huete, Justice, dan van Leeuwen, 1996). Data masukan untuk formulasi ekstraksi data indeks vegetasi (NDVI) dari data MODIS adalah nilai raliansi yang dinormalisasikan dari kanal 1 dan 2. Untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi yang lebih akurat digunakan pula data kanal 3 dan 4. Data kanal 3 digunakan untuk mengkoreksi adanya kontaminasi kandungan aerosol, sedangkan data kanal 4 digunakan untuk meminimumkan permasalahan yang diakibatkan oleh perbedaan tingkat kepekatan klorofil (Huete, Justice and van Leeuwen, 1996). Tabel 2-1 mienunjukkan karakteristik sensor MODIS yang dapat digunakan untuk algoritma data IV

Tabel2-1: KARAKTERISTIK SENSOR MODIS YANG DIGUNAKAN UNTUK ALGORITMA INDEKS VEGETASI

Kanal	Panjang Gelombang (nm)	IFOV (m)	Radiansi Spektral ¹⁾ Watt/m ² /μm/sr	SNR yang diperlukan	Batas Toleransi Panjang Gelombang
1.	620 – 670	250	21.8	128	+/- 4.0 nm
2.	841 – 876	250	24.7	201	4.3
3.	459 – 479	500	35.3	243	2.8
4.	545 – 565	500	29.0	228	3.3
5.	1230 – 1250	500	5.4	120	7.4
6.	1628 – 1652	500	7.3	275	9.8
7.	2105 – 2155	500	1.0	110	12.8

Kuantisasi : 12 bit
 Lebar Sapuan : 2330 km x 10 km (track) pada 705 km ketinggian platform +/- 550 cross track
 Kalibrasi Mutlak : +/- 5%; +/- 2% reflektansi
 Stabilitas Spektral : stabil hingga < 2nm;
 Koregristrasi : +/- 20% pada panjang dan batas luar track (off track) pada 1 km dengan +/- 10% goal

Sumber: Huete, Justice, dan van Leeuwen, 1996.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada data MODIS yang digunakan terlebih dulu dikropping, dikoreksi geometris dan dikonversi menjadi nilai reflektansi menggunakan perangkat lunak HDFLook. Selanjutnya data tersebut diimport ke perangkat lunak MSpinx untuk dilakukan proses pengolahan data IV dengan ketiga algoritma yang telah ditentukan. Setelah itu dilakukan proses pengelompokan nilai IV. Proses ini dilaksanakan hanya untuk memberikan tampilan gambar supaya memudahkan dalam membedakan hasil citra IV yang diekstraksi dari masing-masing algoritma sehingga tidak hanya dalam bentuk data tingkat keabuan dan bukan bertujuan untuk mengklasifikasikan nilai IV untuk beberapa kategori tingkat kehijauan vegetasi. Proses pembagian kelas ini dilakukan secara linier, yakni kisaran data dari nilai minimum hingga maksimum

dibagi menjadi 8 (delapan) kelas. Setelah itu pada kelas 1 dan 2 diberi warna putih, kelas 3 diberi warna abu-abu, kelas 4 diberi warna biru, kelas 5 diberi warna merah, kelas 6 diberi warna kuning, kelas 7 diberi warna hijau muda, dan kelas 8 diberi warna hijau tua. Proses pembagian kelas dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak MSpinx, sedangkan pemberian warna dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Multispec.

Nilai IV yang dihasilkan dari proses-proses tersebut untuk masing-masing algoritma dan masing-masing resolusi spasial disajikan pada Gambar 3-1, 3-2 dan 3-3 (Lampiran). Sedangkan, nilai kisaran IV yang diperoleh dengan menggunakan 4 (empat) formulasi yang dicobakan pada masing-masing resolusi data MODIS diberikan dalam Tabel 3-1, 3-2, dan 3-3.

Tabel3-1: NILAI KISARAN IV DARI ALGORITMA NDVI DAN SAVI DARI DATA MODIS RESOLUSI250M

Nilai	NDVI	SAVI
Minimum	-0.574502	-2.026439
Maksimum	0.844907	36.682728
Rata-rata	0.091263	0.201659
Simpangan baku	0.408550	0.442859

Tabel 3-2: NILAI KISARAN INDEKS VEGETASI DARI FORMULASI NDVI, SAVI, DAN SARVI DARI DATA MODIS RESOLUSI 500M

Nilai	NDVI	SAVI	SARVI
Minimum	-0.500940	-1.556069	-0.754085
Maksimum	0.833337	36.482502	0.759442
Rata-rata	0.093661	0.203614	0.161941
Simpangan baku	0.400287	0.441043	0.330425

Tabel 3-3: NILAI KISARAN INDEKS VEGETASI DARI FORMULASI NDVI, SAVI, DAN SARVI DARI DATA MODIS RESOLUSI 1000M

Nilai	NDVI	SAVI	SARVI
Minimum	-0.494916	-0.687266	-0.419999
Maksimum	0.821331	25.927048	6.015814
Rata-rata	0.094269	0.210439	0.205910
Simpangan baku	0.390371	0.431574	0.355771

Dari data Tabel 3-1, 3-2 dan 3-3 dapat dilihat bahwa nilai IV yang diperoleh dengan menerapkan formulasi NDVI, SAVI, dan SARVI untuk satu frame data MODIS resolusi 250 m, 500 m, dan 1000 m memiliki nilai kisaran yang cukup lebar (antara nilai maksimum dan minimum) dan dengan nilai simpangan baku yang lebih besar dari nilai raia-raianya. Bahkan, nilai maksimumnya dapat mencapai lebih dari 20.0 seperti yang diperoleh dari formulasi SAVI (untuk data semua resolusi) dan lebih dari 1.0 dengan formulasi SARVI untuk data resolusi 1000 m. Berdasarkan hasil penyaringan data yang dilakukan untuk melihat kondisi data yang ganjil tersebut, hal ini terjadi

dikarenakan adanya beberapa data pencilan yang kemungkinan disebabkan oleh adanya faktor "data noise" dalam satu frame data yang diolah. Kondisi tersebut sebenarnya dapat dieliminir dengan cara mengkropping data dengan *masking* peta wilayah yang diinginkan (tanpa mengikutsertakan wilayah laut sekitarnya) sebelum proses pengolahan data IV dilakukan. Akan tetapi, proses */cropping* tersebut belum bisa dilakukan karena belum tersedianya peta batas administrasi yang sesuai dengan format MSpinx.

Nilai kisaran IV yang diperoleh dari data resolusi 250 m bila dibandingkan dengan nilai kisaran yang diperoleh dari data resolusi 500 m dan 1000 m tampak bahwa semakin

rendah resolusi data akan menghasilkan nilai minimum dan rata-rata yang cenderung meningkat dan nilai maksimum yang menurun. Kecenderungan tersebut terdapat pada perubahan nilai IV dan formulasi NDVI dan SAVI. Sebaliknya, nilai IV yang diproses dengan formulasi SARVI terlihat makin meningkat dengan makin rendahnya resolusi spasial.

Analisis dan pembahasan data IV yang dihasilkan dari penelitian ini selanjutnya akan selalu diperbandingkan dengan yang diperoleh dari formulasi NDVI. Hal ini dikarenakan, model NDVI telah sering dan masih digunakan hingga saat ini sebagai parameter fisik vegetasi pada berbagai pemanfaatan, seperti pemantauan kekeringan lahan, pendugaan luas panen, dan sebagainya.

Dari citra hasil pengolahan data seperti pada Gambar 3-1, 3-2 dan 3-3 (Lampiran) terlihat bahwa apabila citra SAVI dan SARVI dibandingkan dengan citra NDVI, maka penggunaan formulasi SAVI tampak mengklasifikasikan nilai satu tingkat kelas lebih tinggi untuk wilayah yang didominasi oleh permukaan air. Sedangkan, pada wilayah yang lebih didominasi oleh wilayah hijau (hutan), maka nilai IV akan terlihat lebih rendah. Algoritma SAVI ini telah memasukkan faktor koreksi terhadap adanya pengaruh faktor tanah, yakni dengan menggunakan persamaan isoline vegetasi yang diturunkan melalui pendekatan reflektansi kanopi berdasarkan model interaksi foton orde pertama antara kanopi dengan lapisan-lapisan tanah (Huete, 1987 dalam Huete, Justice dan van Leeuwen, 1996 dan 1998). Dengan demikian, maka faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi nilai IV akibat adanya keragaman kondisi permukaan vegetasi dapat tereduksi.

Secara umum, penggunaan model SARVI akan menghasilkan nilai IV yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang diperoleh dari model NDVI dan SAVI. Selain itu, penggunaan model SARVI ini akan menghasilkan citra yang menampakkan adanya pernisahan antara wilayah yang didominasi oleh permukaan air (laut) dengan wilayah daratan. Pada wilayah daratan, penggunaan formulasi SARVI ini tampak mereduksi adanya pengaruh awan sehingga meningkatkan nilai IVnya. Model SARVI diajukan oleh Liu dan Huete (1995) dalam Huete, Justice, dan van Leeuwen (1996) dengan maksud untuk mendapatkan nilai IV yang lebih

tinggi dan mantap dalam mencerminkan dinamika perubahan dan perbedaan yang terjadi untuk mendapatkan gambaran yang lebih rinci dan dapat diperbandingkan antara masing-masing hasil pencitraan ketiga algoritma. Maka pada penelitian ini mencoba mengkropping citra hasil IV masing-masing formulasi pada 3 (tiga) lokasi contoh, yakni (1) lokasi yang setengahnya berawan dan setengahnya bervegetasi, (2) lokasi yang didominasi oleh vegetasi, dan (3) lokasi sekitar perkotaan. Proses pengkroppingan data ini dilakukan pada semua resolusi data MODIS dengan posisi lokasi yang relatif tetap, hanya berbeda resolusi. Ukuran cropping data adalah 50 x 50 piksel. Dari proses cropping data tersebut didapatkan nilai kisaran IV (minimum, maksimum, rata-rata, keragaman, dan simpangan baku) dan histogram sebaran data IV pada masing-masing resolusi data MODIS untuk 3 (tiga) lokasi contoh menggunakan formulasi IV yang dicobakan. Nilai kisaran data IV yang dihasilkan pada proses ini ditunjukkan pada Tabel 3-4, 3-5 dan 3-6.

Permukaan vegetasi baik secara spasial maupun temporal. Pada model ini telah memasukkan faktor koreksi terhadap kandungan uap air atmosfer (pengaruh awan), pengaruh latar belakang kanopi, dan faktor kandungan aerosol. Faktor koreksi tersebut berupa koefisien C1 dan C2 dan penggunaan kanal bina untuk mengkorksi adanya aerosol yang tertangkap pada kanal merah. Berdasarkan Tabel 3-4 (kisaran nilai IV untuk resolusi 250 m) terlihat bahwa nilai IV yang diperoleh dengan menggunakan model SAVI pada wilayah yang berawan (lokasi 1) menghasilkan kisaran nilai (minimum, maksimum, rata-rata, keragaman, dan simpangan baku) IV yang lebih rendah dibandingkan nilai yang diperoleh dengan menggunakan model NDVI. Demikian pula nilai SAVI yang dihasilkan pada lokasi sekitar perkotaan (lokasi 3) tampak lebih rendah dibandingkan dengan nilai NDVI. Nilai minimum SAVI pada lokasi yang didominasi oleh hutan (lokasi 2) lebih tinggi, sedangkan nilai maksimum, rata-rata, keragaman dan simpangan bakunya lebih rendah dibandingkan nilai NDVI.

Pada data resolusi 500 m (Tabel 3-5), nilai IV maksimum dan rata-rata tertinggi pada lokasi yang didominasi oleh awan+vegetasi (lokasi * 1) dihasilkan oleh model SARVI

selanjutnya diikuti oleh NDVI dan terendah dari model SAVI. Hasil yang sama seperti pada lokasi 1 juga diperoleh dari lokasi yang didominasi oleh vegetasi (lokasi 2). Sedangkan, nilai indeks vegetasi maksimum dan rata-rata pada lokasi contoh 3 (sekitar perkotaan) yang paling tinggi diperoleh dari model NDVI, kemudian SARVI dan terendah dari SAVI.

Nilai IV maksimum dan rata-rata tertinggi pada resolusi 1000m untuk lokasi yang didominasi oleh awan dan vegetasi diperoleh dari model NDVI dan terendah oleh model SAVI. Pada dua lokasi contoh yang lain; yakni lokasi yang didominasi oleh hutan (lokasi 2) dan sekitar perkotaan (lokasi 3), diperoleh hasil yang sama seperti pada lokasi contoh 1 (awan dan vegetasi).

Tabel3-4: KISARAN NILAI IV DATA MODIS RESOLUSI 250 M DARI MASING-MASING ALGORITMA YANG DIGUNAKAN PADA 3 (TIGA) LOKASI CONTOH UKURAN 50 X 50 PIKSEL

Resolusi 250m		
Lokasi 1: Awan +Vegetasi		
Uraian	NDVI	SAVI
- Minimum	0.011622	0.007456
- Maksimum	0.774521	0.701613
- Rata-rata	0.342236	0.299918
- RMS	0.399770	0.345473
- Keragaman	0.042708	0.029413
- Simpangan baku	0.206659	0.171501
Lokasi 2: Dominan Vegetasi		
Uraian	NDVI	SAVI
- Minimum	0.068544	0.070653
- Maksimum	0.801512	0.709682
- Rata-rata	0.573742	0.488104
- RMS	0.620217	0.525266
- Keragaman	0.056007	0.037673
- Simpangan baku	0.236654	0.194096
Lokasi 3: Sekitar Perkotaan		
Uraian	NDVI	SAVI
- Minimum	0.430010	0.304549
- Maksimum	0.784001	0.670332
- Rata-rata	0.678200	0.540740
- RMS	0.679696	0.542982
- Keragaman	0.002032	0.002431
- Simpangan baku	0.045072	0.049306

Berdasarkan kondisi sebaran data yang dihasilkan dari histogram diperoleh gambaran bahwa pada resolusi 250 m, data IV dari algoritma NDVI tampak terbagi menjadi 6 kelompok data untuk lokasi 1 dan 2, sedangkan data pada lokasi 3 hanya terbagi menjadi 4 kelompok data. Sementara itu, nilai IV yang dihasilkan dari model SAVI terbagi menjadi 5 kelas untuk data pada lokasi contoh 1 dan 2, sedangkan lokasi 3 hanya terbagi dalam 3 kelompok data. Pada resolusi 500 m, sebaran nilai NDVI terbagi menjadi 6 kelompok data pada lokasi contoh 1 dan 2, sedangkan pada lokasi contoh 3 terbagi menjadi 5 kelompok data. Dengan model SAVI, maka nilai IV terbagi menjadi 6 kelompok data pada lokasi contoh 1, sedangkan pada lokasi contoh 2 dan 3 terbagi menjadi 5 kelompok data. Model SARVI menghasilkan 12 kelompok data pada lokasi contoh 1 dan 6 kelompok data pada lokasi contoh 2 dan 3.

Sementara itu, nilai NDVI pada resolusi 1000m tersebar dan terbagi menjadi 6 kelompok data pada lokasi contoh 1 dan 3, menjadi 5 kelompok data pada lokasi contoh 2. Nilai SAVI pada lokasi contoh 1 dan 3 terbagi menjadi 5 kelompok data dan 4 kelompok data pada lokasi contoh 2. Hasil IV dengan model SARVI pada lokasi contoh 1 terbagi menjadi 7 kelompok data, menjadi 5 kelompok data pada lokasi contoh 2, dan menjadi 6 kelompok data pada lokasi contoh 3.

Berdasarkan histogramnya, model SARVI memberikan pola yang sama untuk lokasi contoh 3 pada resolusi 500 m dan 1000 m. Sedangkan, pada lokasi contoh 1 dan 2 sangat tergantung pada banyaknya nilai IV pada piksel yang tercakup dalam satu frame data yang diolah yang dapat terkoreksi oleh penggunaan model tersebut.

Untuk lebih memperjelas berapa besar perubahan nilai IV yang diperoleh dengan

mencrapkan beberapa model IV tersebut, maka dicoba untuk membandingkan perolehan nilai dari model-model IV dengan cara mengambil contoh berukuran 3 x 3 piksel seperti yang disajikan pada Gambar 3-1.

Dari Gambar 3-1 tampak bahwa nilai IV dari NDVI menghasilkan nilai yang paling rendah di antara model-model yang lain. Apabila semua nilai IV dibandingkan dengan nilai NDVI, maka tampak bahwa penggunaan model SAVI dan SARVI pada lokasi yang didominasi oleh awan (lokasi 1) akan meningkatkan nilai IV. Peningkatan nilai IV dengan penggunaan model SAVI terhadap NDVI sebesar 0.001 - 0.04 satuan. Sedangkan, nilai NDVI akan meningkat sekitar 0.26 - 0.9 satuan dengan model SARVI.

Pada lokasi contoh 2, nilai NDVI relatif lebih tinggi dibandingkan dengan nilai SAVI dan bisa lebih tinggi atau lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai SARVI. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan model SAVI pada lokasi yang dominan vegetasi akan sedikit mengurangi nilai IV yang diperoleh dengan model NDVI. Sedangkan, penurunan dan peningkatan nilai IV dengan model SARVI mungkin sangat dipengaruhi oleh kondisi seberapa besar faktor pengaruh kandungan uap air atmosfer, kandungan aerosol dan latar belakang kanopi yang bisa direduksi dan dikoreksi oleh penggunaan model SARVI tersebut.

Sementara itu pada lokasi contoh 3 (sekitar perkotaan), nilai IV yang diperoleh dari NDVI adalah yang paling tinggi bila dibandingkan dengan yang diperoleh dengan model SAVI dan SARVI. Penggunaan model SAVI akan menurunkan nilai NDVI sebesar 0.14-0.15 satuan. Sedangkan dengan menggunakan model SARVI, nilai NDVI akan menurun sekitar 0.1 - 0.15 satuan.

Tabel 3-5: KISARAN NILAI IV DATA MODIS RESOLUSI 500 M DARI MASING-MASING ALGORITMA YANG DIGUNAKAN PADA 3 (TIGA) LOKASI CONTOH UKURAN 50 X 50 PIKSEL

Resolusi 500m			
Lokasi 1: Awan +Vegetasi			
Uraian	NDVI	SAVI	SARVI
- Minimum	0.051068	0.052044	0.108741
- Maksimum	0.752684	0.673125	0.902470
- Rata-rata	0.319039	0.281410	0.513212
- RMS	0.386516	0.334000	0.540608
- Keragaman	0.047628	0.032378	0.028882
- Simpangan baku	0.218237	0.179938	0.169947
Lokasi 2: Dominan Vegetasi			
Uraian	NDVI	SAVI	SARVI
- Minimum	0.096195	0.098144	0.272168
- Maksimum	0.797247	0.711611	0.961874
- Rata-rata	0.657376	0.566452	0.731989
- RMS	0.674614	0.580162	0.740059
- Keragaman	0.022969	0.015726	0.011884
- Simpangan baku	0.151556	0.125405	0.109013
Lokasi 3: Sekitar Perkotaan			
Uraian	NDVI	SAVI	SARVI
- Minimum	- 0.395800	- 0.122245	- 0.142600
- Maksimum	0.790161	0.674887	0.787661
- Rata-rata	0.617243	0.495707	0.535298
- RMS	0.637644	0.509846	0.553480
- Keragaman	0.025611	0.014223	0.019805
- Simpangan baku	0.160033	0.119260	0.140730

Tabel 3-6: KISARAN NILAI IV DATA MODIS RESOLUSI 1000 M DARI MASING-MASING ALGORITMA YANG DIGUNAKAN PADA 3 (TIGA) LOKASI CONTOH UKURAN 50 X 50 PIKSEL

Resolusi 1000m			
Lokasi 1: Awan +Vegetasi			
Uraian	NDVI	SAVI	SARVI
- Minimum	0.084778	0.034306	0.028534
- Maksimum	0.789063	0.686366	0.899902
- Rata-rata	0.426875	0.371345	0.576923
- RMS	0.480758	0.414194	0.599686
- Keragaman	0.048926	0.033673	0.026795
- Simpangan baku	0.221192	0.183503	0.163690
Lokasi 2: Dominan Vegetasi			
Uraian	NDVI	SAVI	SARVI
- Minimum	0.227795	0.219015	0.405836
- Maksimum	0.805288	0.697035	0.885715
- Rata-rata	0.732250	0.610945	0.715266
- RMS	0.737155	0.614477	0.717716
- Keragaman	0.007210	0.004330	0.003511
- Simpangan baku	0.084912	0.065801	0.059253
Lokasi 3: Sekitar Perkotaan			
Uraian	NDVI	SAVI	SARVI
- Minimum	- 0.129109	- 0.076777	- 0.060422
- Maksimum	0.775019	0.658893	0.769481
- Rata-rata	0.645544	0.517008	0.563273
- RMS	0.652798	0.524013	0.572071
- Keragaman	0.009422	0.007295	0.009993
- Simpangan baku	0.097069	0.085412	0.099966

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan model SAVI dan SARVI pada lokasi yang didominasi oleh awan akan meningkatkan nilai IV dibandingkan dengan yang diperoleh dengan model NDVI. Pada lokasi yang didominasi oleh

vegetasi dan sekitar perkotaan, penggunaan model SAVI akan cenderung menurunkan nilai IV. Sedangkan, penggunaan model SARVI pada lokasi yang didominasi oleh vegetasi akan menaikkan atau menurunkan nilai IV tergantung

seberapa besar faktor pengaruh atmosfer (awan), kandungan aerosol, dan latar belakang kanopi yang dapat dikoreksi oleh model SARVI tersebut.

Unik menentukan penggunaan model-model tersebut yang terbaik untuk suatu kepentingan/tujuan tertentu perlu dilakukan upaya verifikasi dan validasi di lapangan.

Contoh nilai IV dari 9 piksel yang diekstraksi dengan algoritma NDVI, SAVI dan SARVI pada data MODIS resolusi 500 m (Lokasi 1) ukuran 3 x 3 piksel

NDVI

Posisi	990	991	992
1630	0.05202	0.04997	0.52347
1631	0.05247	0.05313	0.05118
1632	0.05355	0.05367	0.05341

SAVI

Posisi	990	991	992
1630	0.05372	0.05160	0.55782
1631	0.05411	0.05476	0.05280
1632	0.05517	0.05526	0.05501

SARVI

Posisi	990	991	992
1630	0.31350	0.30454	1.58190
1631	0.31089	0.31454	0.30629
1632	0.31368	0.31158	0.31264

Contoh nilai IV dari 9 piksel yang diekstraksi dengan algoritma NDVI, SAVI dan SARVI pada data MODIS resolusi 500 m (Lokasi 2) ukuran 3 x 3 piksel

NDVI

Posisi	820	821	822
1940	0.71014	0.74521	0.69994
1941	0.72370	0.69648	0.73677
1942	0.74581	0.70648	0.75629

SAVI

Posisi	820	821	822
1940	0.59329	0.60624	0.55708
1941	0.61100	0.57209	0.60762
1942	0.60685	0.58896	0.64054

SARVI

Posisi	820	821	822
1940	0.71878	0.69208	0.62818
1941	0.74467	0.67249	0.71363
1942	0.69856	0.70773	0.77416

Contoh nilai IV dari 9 piksel yang diekstraksi dengan algoritma NDVI, SAVI, dan SARVI pada data MODIS resolusi 500 m (Lokasi 3) ukuran 3 x 3 Piksel

NDVI

Posisi	1500	1501	1502
2500	0.64367	0.59660	0.59660
2501	0.62146	0.62146	0.55111
2502	0.62146	0.61253	0.63377

SAVI

Posisi	1500	1501	1502
2500	0.50409	0.45285	0.45285
2501	0.48329	0.48329	0.40256
2502	0.48329	0.47325	0.49878

SARVI

Posisi	1500	1501	1502
2500	0.53576	0.46751	0.46751
2501	0.51282	0.51282	0.40207
2502	0.51282	0.49773	0.53006

Contoh nilai IV ukuran 3 x 3 piksel pada model NDVI, SAVI, dan SARVI untuk masing masing lokasi contoh pada resolusi 500 m, seperti pada Gambar 3-1.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Data MODIS dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk tujuan pemantauan kondisi lahan bervegetasi, karena memiliki jendela spektral yang lebih sempit dan dengan kelebihan resolusi spasial yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan data NOAA-AVHRR.
- Dibandingkan dengan nilai NDVI, penggunaan model SAVI dan SARVI pada lokasi yang didominasi oleh awan (lokasi 1) akan meningkatkan nilai IV sebesar 0.001-0.04 satuan dengan model SAVI dan sekitar 0.26 - 0.9 satuan dengan model SARVI.
- Pada daerah yang didominasi oleh vegetasi, nilai NDVI relatif lebih tinggi dibandingkan dengan nilai SAVI dan bisa lebih tinggi atau lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai SARVI, tergantung oleh kondisi seberapa besar faktor pengaruh kandungan uap air atmosfer, kandungan aerosol dan latarbelakang kanopi yang bisa direduksi dan dikoreksi oleh penggunaan model SARVI tersebut.

- Sementara itu pada lokasi contoh 3 (sekitar perkotaan), nilai indeks vegetasi yang diperoleh dari NDVI adalah yang paling tinggi bila dibandingkan dengan yang diperoleh dengan model SAVI dan SARVI. Penggunaan model SAVI akan menurunkan nilai IV sebesar 0.14-0.15 satuan, dan sekitar 0.1-0.15 satuan dengan model SARVI

4.2 Saran

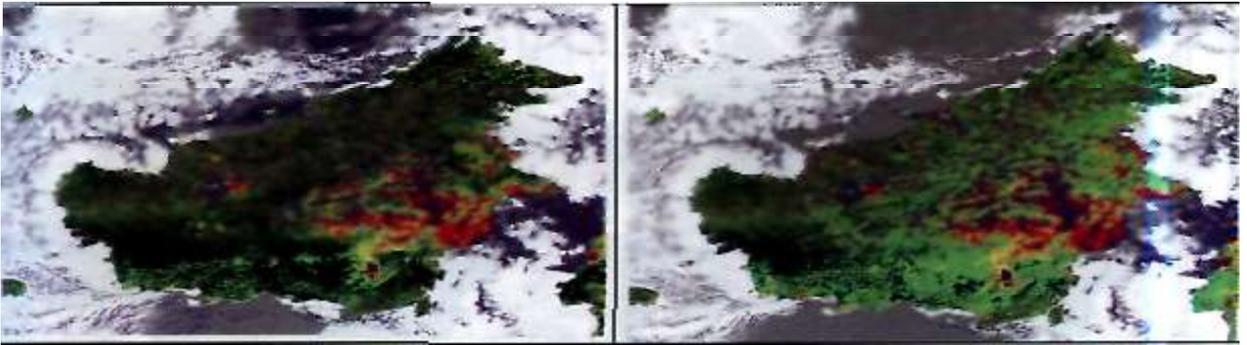
Untuk menentukan penggunaan model yang terbaik untuk suatu kepentingan/tujuan perlu dilakukan upaya verifikasi dan validasi di lapangan. Selain itu, perlu pula dilakukan pengkajian seberapa jauh nilai IV yang diperoleh dari model-model tersebut memiliki keterkaitan fisik dengan parameter-parameter vegetasi di lapangan (misalnya: indeks luas daun, persentase kanopi, kerapatan vegetasi). Hasil penelitian perlu dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan data yang lebih banyak (*time series*) dan data pendukung hasil pengukuran di lapangan yang lebih banyak dan baik.

DAFTARRUJIKAN

Barbieri, R. et. al. 1997. *Draft of The MODIS Level 1B Algorithm*. Theoretical Basis Document Version 2.0 (ATBMOD-01). SAIC/GSC MCST Document.

- Honda, K. et al.. 2002. *MODIS Sensor Potential*. ACRORS. Bangkok, Thailand.
- Huete, A., C. Justice, W. Van Leeuwen. 1996. *MODIS Vegetation Index (MODIS). Algorithm Theoretical Basis Document*. Vcr 3.0. University of Maryland/NASA - GSFC Greenbelt, MD. 20771.
- Justice, C. O., B. N. Holben, dan M. D. Guynne. 1986. *Monitoring liast African Vegetation Using AVHUI Data*. Int. Journal of Remote Sensing. 7 (9): 1453 - 1474.
- Malingreau, J. P. 1986. *Global Vegetation Dynamics: Satellite Observation Over Asia*. Int. J. of Remote Sensing 7(9): 1121-1146.
- Members of the MODIS Characterization Support Team for NASA/Goddard Space Fligth Center. 2001. *MODIS Level IB Products Data Dictionary* (Applicable to LIB Code Version 3.3.0, file specifications version 3.0.0.)
- Wan, Zhcnming. 1999. *MODIS IxtnSurface Temperatur Algorithm Theoretical Basis Document (1ST ATBD) version 3.3*. Institute for Computational Earth System Science. University of California. Santa Barbara^ . A. 93106-3060

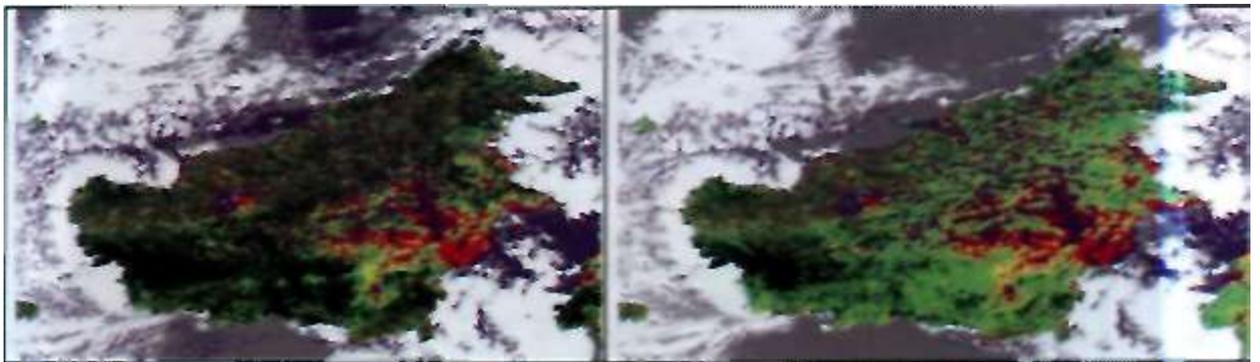
LAMPIRAN



(a) Citra NDVI MODIS
Wilayah Kalimantan Resolusi 250m
Tanggal 17 Mei 2002

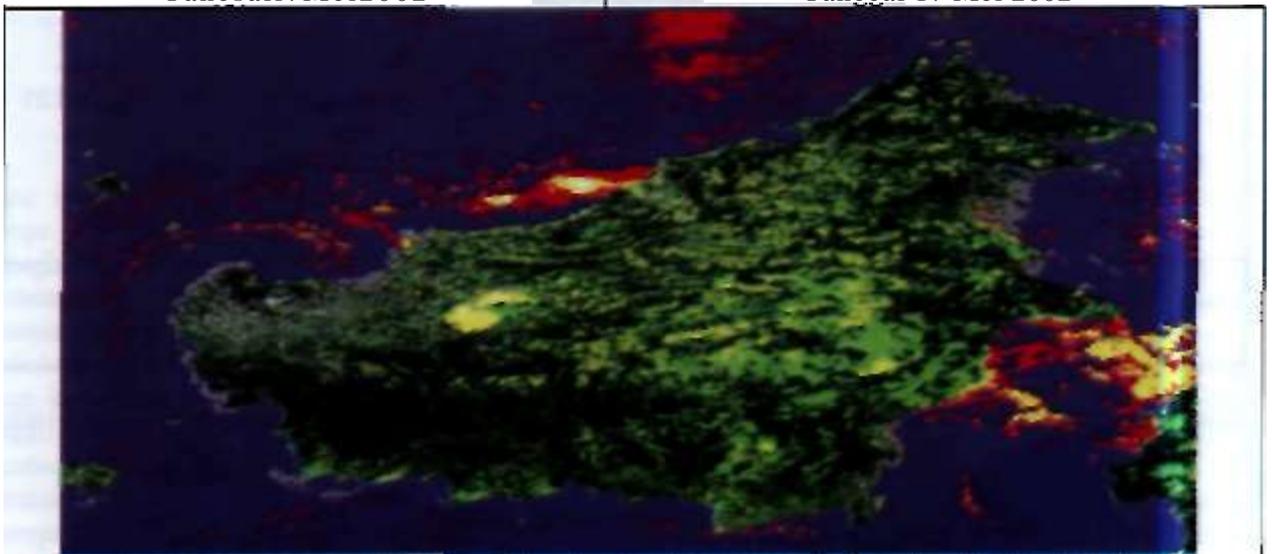
(b) Citra SAVI MODIS
Wilayah Kalimantan Resolusi 250m
Tanggal 17 Mei 2002

Gambar3-1 : Citra indeks vegetasi wilayah Pulau Kalimantan tanggal 17 Mei 2002 dari data MODIS resolusi 250 m yang diekstraksi menggunakan formulasi NDVI (a) dan SAVI (b)



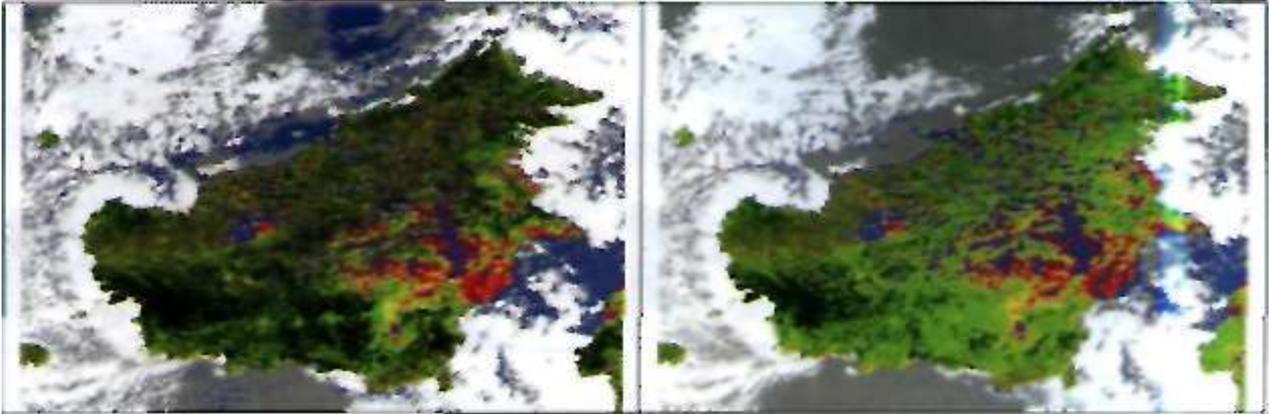
(a) Citra NDVI MODIS
Wilayah Kalimantan Resolusi 500m
Tanggal 17 Mei 2002

(b) Citra SAVI MODIS
Wilayah Kalimantan Resolusi 500m
Tanggal 17 Mei 2002



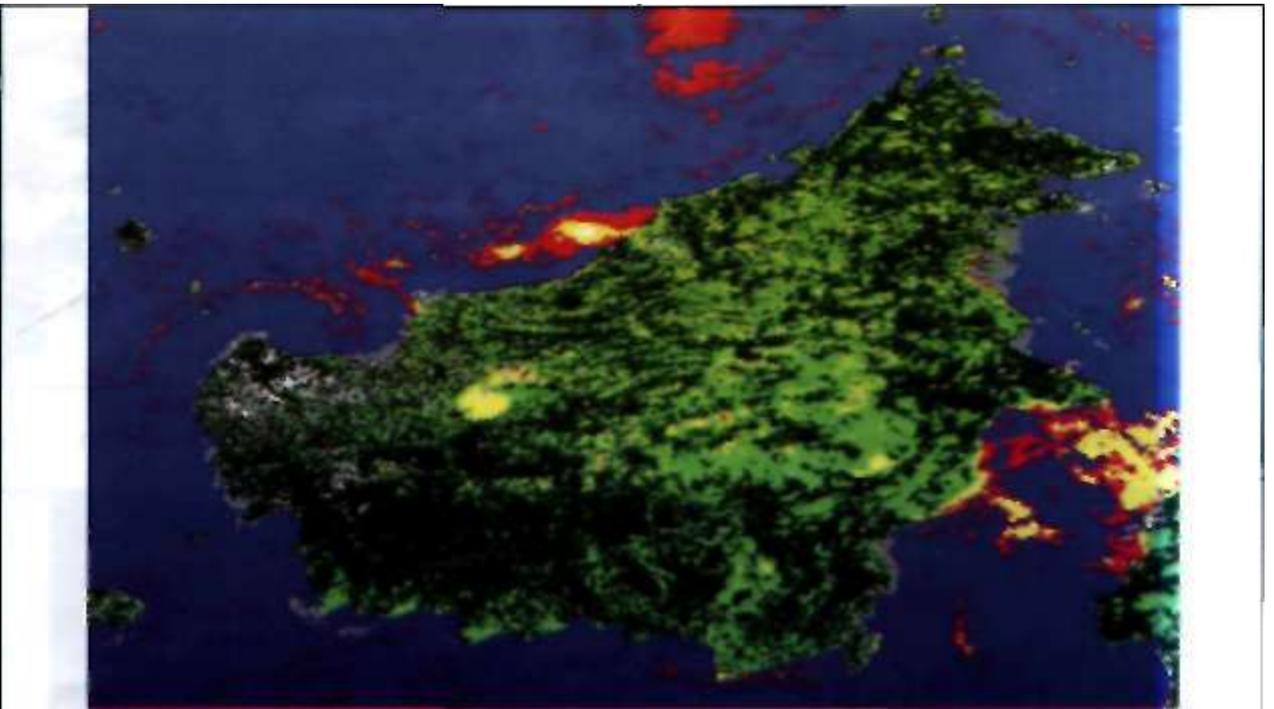
(c) Citra SARVI MODIS
Wilayah Kalimantan Resolusi 500m
Tanggal 17 Mei 2002

Gambar3 2: Citra indeks vegetasi wilayah Pulau Kalimantan tanggal 17 Mei 2002 dari data MODIS resolusi 500 m yang diekstraksi menggunakan formulasi NDVI (a), SAVI (b), dan SARVI (c)



(a) Citra NDVI MODIS
Wilayah Kalimantan Resolusi 1000m
Tanggal 17 Mei 2002

(b) Citra SAVI MODIS
Wilayah Kalimantan Resolusi 1000m
Tanggal 17 Mei 2002



© Citra SARVI MODIS
Wilayah Kalimantan Resolusi 1000m
Tanggal 17 Mei 2002

Gambar 3-3 : Citra IV wilayah Pulau Kalimantan tanggal 17 Mei 2002 dari data MODIS resolusi 1000 m yang diekstraksi menggunakan algoritma NDVI (a), SAVI (b), dan SARVI (c)