

# MODEL INDEKS TVDI (*TEMPERATURE VEGETATION DRYNESS INDEX*) UNTUK MENDETEKSI KEKERINGAN LAHAN BERDASARKAN DATA MODIS-TERRA

Parwati dan Suwarsono

Peneliti Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, LAPAN  
e-mail: parwati\_s@yahoo.com

## ABSTRACT

Drought occurs when there is a lack of water in particular area and is usually caused by less amount of rainfall over that particular area. The impact of drought in Indonesia is usually noticed in the agricultural land. For that reason, agricultural drought monitoring in near-real time is very important. The TVDI (Temperature Vegetation Dryness Index) method is used in this research for agricultural drought monitoring. The TVDI is holding the information on the amount of soil moisture at the earth's surface. The index is calculated from the surface temperature and the vegetation index.

In this research, the TVDI model was developed from the enhanced vegetation index (EVI) and the land surface temperature (Ts) in Riau and Central Kalimantan Province using the Terra-MODIS in the period of June – August from 2003 to 2006. The formula are : Riau TVDI =  $(LST - (5.1912 * EVI + 294.72)) / (-15.701 * EVI + 13.98)$ , and Central Kalimantan TVDI =  $(LST - (0.498 * EVI + 296.97)) / (-12.272 * EVI + 10.87)$ .

The model was then applied for detecting agricultural drought in Jambi Province and overlaid with landuse from LANDSAT ETM+ 2002/2003. The result showed that the paddy, dryland agriculture and plantation area are more sensitive to drought than shrub/bush. The mean values of TDVI are 0.40 and 0.34 for dryland agriculture/ plantation and paddy area respectively, while the shrub/bush is only 0.18. Based on the TDVI class for high drought ( $0.6 < TVDI \leq 1$ ), it can be shown that from the periode of June-August 2003-2006, the large area of drought occurred in paddy area, plantation, and dryland agriculture was around 8 % in August, while the drought in the forest and shrub/bush area was narrow around 3 % in August. Further research can be done in order to know the accuracy, the verification, and the validation.

Key words: MODIS, TVDI, EVI, LST (Land Surface Temperature)

## ABSTRAK

Kekeringan lahan terjadi ketika suatu lahan mengalami kekurangan air yang disebabkan oleh berkurangnya jumlah curah hujan. Dampak kekeringan di Indonesia biasanya dapat terlihat di lahan pertanian, sehingga pemantauan kekeringan lahan secara aktual sangat penting dilakukan. Model TVDI (*Temperature Vegetation Dryness Index*) digunakan untuk memantau kekeringan lahan pertanian pada penelitian ini. Indeks TVDI dapat memberikan informasi kondisi ketersediaan lengas lahan di permukaan Bumi. Indeks TVDI dihitung berdasarkan suhu permukaan lahan dan indeks vegetasi.

Pada penelitian ini dilakukan pengembangan model TVDI dengan menggunakan indeks vegetasi EVI (*Enhanced Vegetation Index*) dan suhu permukaan lahan dari data TERRA-MODIS periode June – August (2003 – 2006) di wilayah Riau dan Kalimantan Tengah. Formula TVDI untuk wilayah Riau dan Kalimantan Tengah adalah sebagai berikut: Riau TVDI =  $(LST - (5.1912 * EVI + 294.72)) / (-15.701 * EVI + 13.98)$ , sedangkan untuk wilayah Kalimantan Tengah TVDI =  $(LST - (0.498 * EVI + 296.97)) / (-12.272 * EVI + 10.87)$ .

Aplikasi model TVDI dilakukan di wilayah Provinsi Jambi dan *dioverlay* terhadap *landuse* dari LANDSAT ETM+ 2002/2003. Hasilnya menunjukkan bahwa tipe *landuse* sawah dan pertanian lahan kering/perkebunan relatif lebih sensitif terhadap kekeringan daripada di lahan semak/belukar. Nilai rata-rata TVDI pada lahan pertanian kering/perkebunan, dan sawah masing-masing adalah 0.40 dan 0.34, sedangkan semak/belukar 0.18. Tingkat TVDI tinggi ( $0.6 < TVDI \leq 1$ ) paling luas terdapat di *landuse* sawah, perkebunan dan pertanian lahan kering dengan nilai rata-rata selama periode 2003-2006 tertinggi mencapai 8 % pada bulan Agustus, sedangkan pada *landuse* hutan dan semak/belukar hanya sekitar 3 % pada bulan Agustus. Verifikasi dan validasi model TVDI perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk mengetahui tingkat akurasi model.

Kata Kunci: MODIS, TVDI, EVI, suhu permukaan lahan (LST)

## 1 PENDAHULUAN

Kekeringan lahan secara sederhana dapat dijelaskan sebagai suatu periode di mana terjadi kekurangan air yang disebabkan oleh berkurangnya jumlah curah hujan. Dampak kekeringan di Indonesia biasanya dapat terlihat di lahan pertanian pada saat musim kemarau terutama puncaknya pada bulan Juli/Agustus. Kekeringan pertanian ini dapat dikaitkan dengan berkurangnya kandungan air dalam tanah (lengas tanah) sehingga tak mampu lagi memenuhi kebutuhan air bagi tanaman. Umumnya kekeringan pertanian terjadi setelah terjadinya gejala kekeringan meteorologis.

Penelitian mengenai kekeringan pertanian berdasarkan indeks kekeringan yang diturunkan dari data satelit telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Kogan (1990; 2002), Sandholt *et al* (2002), dan Xin *et al* (2003). Salah satu indeks kekeringan pertanian yang mencerminkan perilaku vegetasi dan kondisi lengas tanah adalah Temperature-Vegetation Dryness Index (TVDI) yang pertama kali dikemukakan oleh Sandholt *et al* (2002). Indeks kekeringan TVDI dapat diformulasikan berdasarkan parameter indeks vegetasi dan suhu permukaan. Umumnya indeks vegetasi merupakan indikator yang baik untuk mengetahui tingkat kehijauan dan kondisi suatu tanaman, namun tidak dapat mencerminkan secara langsung kondisi lengas tanahnya.

Sementara itu, suhu permukaan (*land surface temperature*) di daerah tropik merupakan indikator untuk mengetahui besarnya panas yang dikeluarkan oleh suatu permukaan berkaitan dengan proses evaporasi dan transpirasi. Sehingga suhu permukaan dan indeks vegetasi dapat diintegrasikan untuk mencerminkan kondisi kekeringan di suatu lahan pertanian (Hung and Yasuoka, 2005).

Salah satu data satelit yang mampu secara spektral menghasilkan parameter indeks vegetasi dan suhu permukaan adalah data MODIS Terra/Aqua. Data MODIS juga mempunyai kemampuan yang baik secara spasial serta dapat memantau kondisi lahan setiap harinya. Oleh karenanya, model TVDI dengan menggunakan data MODIS perlu dibangun untuk dapat memantau kondisi kekeringan di suatu lahan pertanian.

Pada penelitian ini, model TVDI dibangun untuk wilayah rawan kebakaran hutan yaitu Provinsi Riau dan Kalimantan Tengah. Hal ini ditujukan untuk dapat memantau kondisi kekeringan lahan guna mengantisipasi bahaya kebakaran hutan.

## 2 BAHAN DAN METODE

### 2.1 Data

Data satelit yang digunakan pada penelitian ini adalah MODIS-Terra

bersumber dari LP DAAC (*Land Processes Distributed Active Archive Center*)-NASA, yang berupa data reflektansi permukaan 8-harian dan suhu permukaan (*Land Surface Temperature/LST*) 8-harian periode bulan Juni - Agustus selama tahun 2003-2006. Perangkat lunak MRT (*Modis Reprojection Tools*) dari NASA digunakan dalam penelitian ini untuk mengubah proyeksi data dan mengubah resolusi spasial data reflektan menjadi 1 km sesuai dengan data suhu permukaan.

Selain itu pada penelitian ini digunakan juga data sekunder yaitu *landuse/landcover* dari data Landsat ETM+ 2002/2003, kemudian batas administrasi wilayah dari Bakosurtanal.

## 2.2 TVDI (*Temperature Vegetation Dryness Index*)

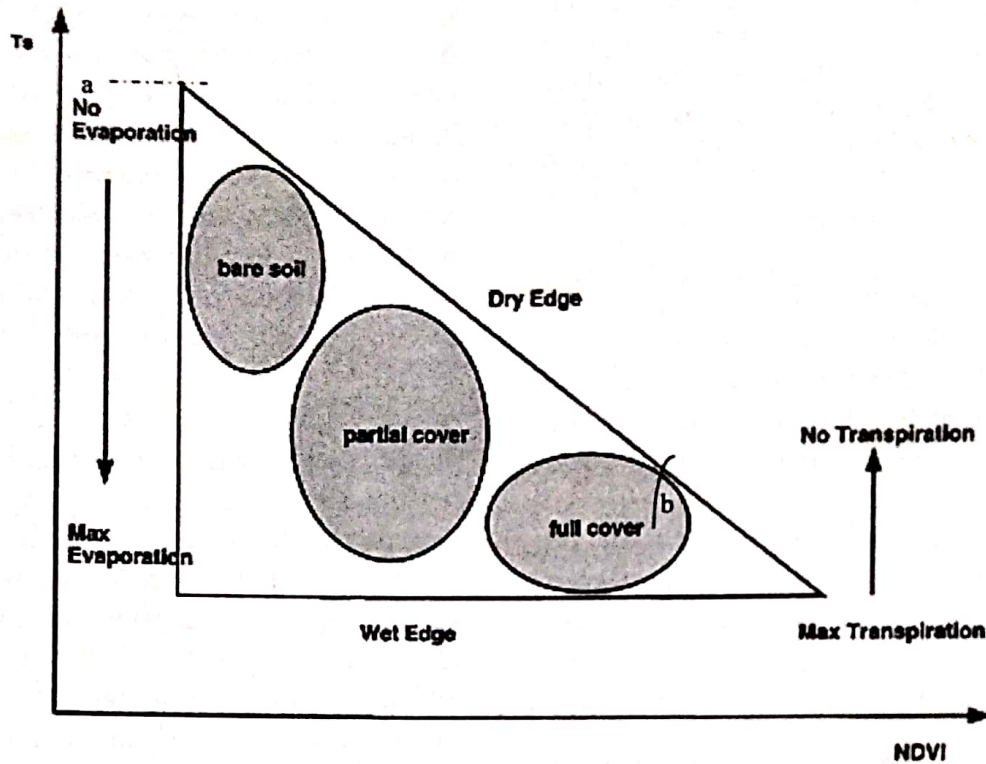
TVDI merupakan salah satu indeks kekeringan berdasarkan kepekaan spektrum cahaya tampak (*visible*) dan inframerah dekat (*near infrared*) terhadap perilaku vegetasi dan kondisi stres vegetasi yang berkaitan dengan kekurangan air. Pada suatu lahan, umumnya indeks vegetasi NDVI (*Normalized Vegetation Index*) akan meningkat seiring dengan menurunnya suhu permukaan (*LST*). Hal ini berkaitan dengan kemampuan vegetasi untuk mengatur suhunya melalui perpindahan panas laten yaitu perpindahan panas melalui evapotranspirasi. Radiasi yang diserap dan jumlah air yang tersedia di suatu permukaan lahan merupakan dua unsur utama yang mengatur suhu permukaan. Pada saat ketersediaan air menjadi minim baik di lahan yang bervegetasi maupun tidak, maka suhu permukaan akan meningkat.

Gambar 2-1 mengilustrasikan mekanisme biofisik suatu lahan berdasarkan TVDI. Kemiringan (*slope*)

grafik pada hubungan antara *LST* dan *NDVI* berkaitan dengan laju evapotranspirasi, resistansi stomata vegetasi, dan kondisi lengas tanah. TVDI bernilai 1 berindikasi ketersediaan air yang terbatas (batas kering), sedangkan TDVI bernilai 0 berindikasi terjaminnya ketersediaan air. Jika permukaan lahan basah, maka suhu permukaannya rendah. Namun seiring dengan mengeringnya permukaan maka suhu permukaan akan meningkat. Pada permukaan lahan yang mempunyai tingkat *NDVI* tinggi, perubahan suhu permukaan (*LST*) tidak begitu nyata karena vegetasi mampu untuk mengatur air. Hubungan antara *LST* dan *NDVI* adalah negatif, yang berarti semakin tinggi suhu permukaan maka indeks vegetasinya menurun (Hung and Yasuoka, 2005; Sandholt et al, 2002).

Selain itu pada Gambar 2-1 juga dapat dijelaskan bahwa secara teoritis plot antara indeks vegetasi dan *LST* berbentuk seperti segitiga. Batas garis atas segitiga diasumsikan sebagai batas kering (*dry edge*), sedangkan batas garis bawah sebagai batas basah (*wet edge*). Posisi pixel pada *scatter plot* menunjukkan kondisi lengas lahan. Pixel yang berada dekat dengan garis batas kering akan lebih rendah lengas lahannya dibandingkan dengan pixel yang berada di dekat garis batas basah (*wet edge*).

Pada penelitian sebelumnya, banyak peneliti hanya menghitung untuk mendapatkan garis batas kering, sementara garis batas basah diasumsikan sebagai garis horisontal. Namun kondisi di lapangan tidak demikian, garis batas basah bisa jadi tidak horisontal, atau agak sedikit miring. Penelitian ini berusaha untuk merumuskan batas kering dan batas basah dengan menggunakan indeks vegetasi *EVI* dan *LST* dari data *MODIS*.



Gambar 2-1: Skema hubungan NDVI-Ts (Sandholt et al, 2002)

Formula TDVI dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$TVDI = \frac{LST - LST_{min}}{LST_{max} - LST_{min}} \quad (2-1)$$

dimana  $LST_{min}$  adalah suhu permukaan minimum yang disebut dengan batas basah.  $LST$  adalah suhu permukaan yang diamati pada suatu pixel.  $LST_{max}$  adalah suhu permukaan maksimum untuk nilai NDVI tertentu ( $LST_{max} = a + b * NDVI$ ). Koefisien  $a$ ,  $b$  merupakan nilai *intersep* dan *slope* pada garis linear yang mencerminkan batas kering (*dry edge*) pada Gambar 2-2. Formula NDVI adalah nilai indeks vegetasi pada suatu pixel yang diperoleh melalui perhitungan normalisasi rasio antara spektrum inframerah dekat (NIR) dan spektrum merah. Formulasi NDVI dirumuskan oleh Huete et al (2002) sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \quad (2-2)$$

dimana  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ , = reflektansi MODIS kanal 1 (620nm~670nm), reflektansi MODIS kanal 2 (841~876 nm).

Pada penelitian ini indeks vegetasi yang digunakan adalah EVI (*Enhanced Vegetation Index*). EVI dikalkulasi dari nilai reflektansi spektrum cahaya merah, inframerah dekat, dan cahaya biru (Huete et al, 1999). Indeks EVI pada prinsipnya mengoptimalkan reflektansi vegetasi dan mengeliminir pengaruh tanah serta atmosferik. Formulasi EVI oleh Huete et al dituliskan sebagai berikut:

$$EVI = G \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + C_1 \times \rho_1 - C_2 \times \rho_3 + L} \quad (2-3)$$

dimana  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ,  $\rho_3$  = reflektansi MODIS kanal 1 (620nm~670nm), kanal 2 (841~876 nm), kanal 3 (459~479 nm),  $G$  (gain factor) = 2.5,  $C_1$  = 6,  $C_2$  = 7.5,  $L$  = 1.

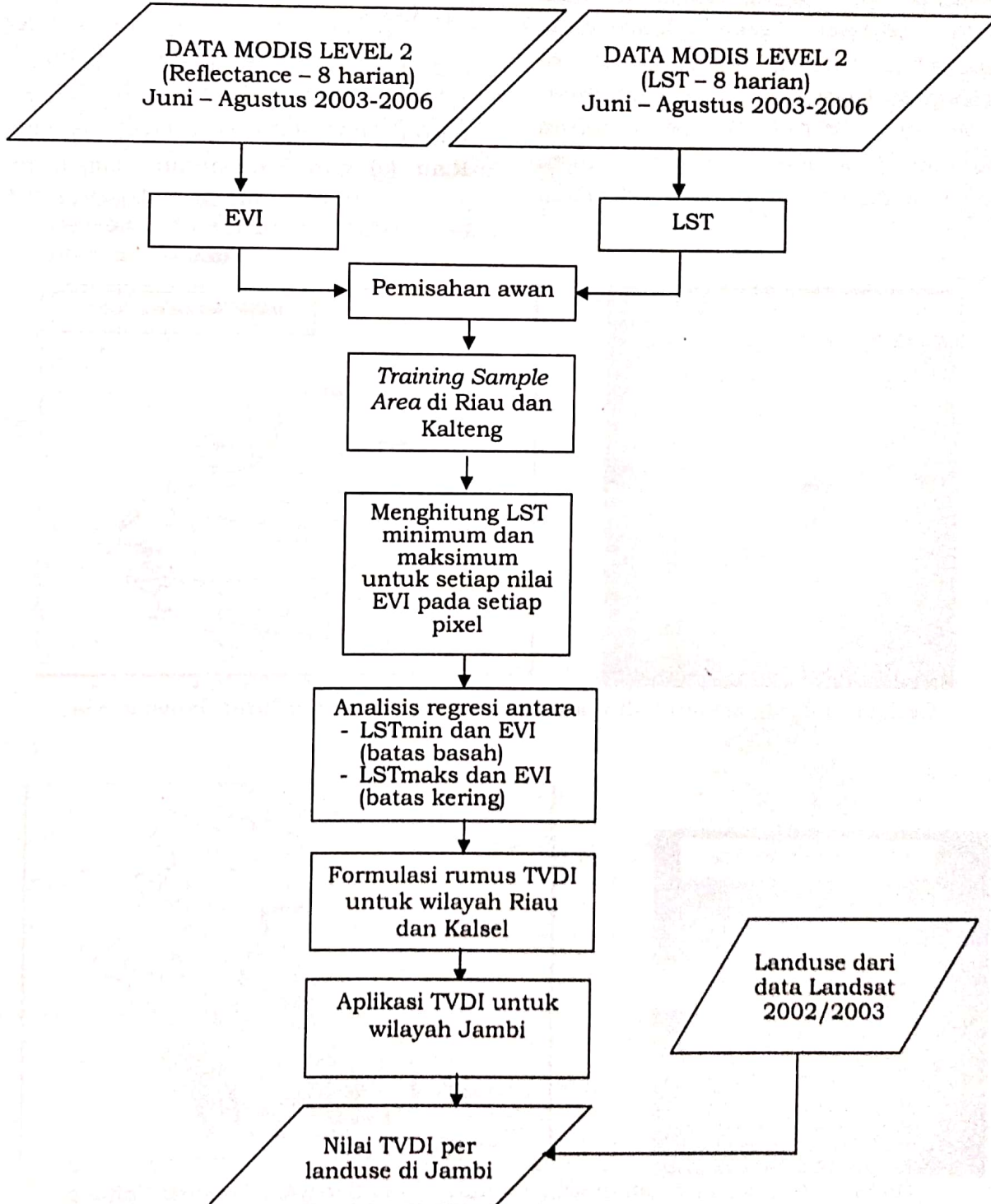
Selain itu, pada pengolahan awal data MODIS juga dilakukan pemisahan awan dengan menggunakan nilai *threshold* pada kanal 1 MODIS (Ackerman et al, 2002). Selanjutnya data EVI dan LST yang bebas awan diintegrasikan untuk mendapatkan nilai maksimum dan minimum LST pada setiap nilai EVI. Ekstraksi nilai

maksimum dan minimum LST serta nilai EVI dilakukan di sebagian wilayah Provinsi Riau dan Kalimantan Tengah yang intensitas kebakaran hutannya tinggi. Hasil ekstraksi nilai-nilai tersebut kemudian diplot ke dalam grafik dan dianalisis secara statistik (regresi linier) untuk memperoleh model TVDI. Kemudian dilakukan klasifikasi tingkat kekeringan berdasarkan nilai TDVI seperti pada Tabel 2-1.

Tabel 2-1: TINGKAT KEKERINGAN BERDASARKAN TVDI (Sandholt et al, 2002)

Tingkat Kekeringan	TVDI
Basah	$0 < TVDI \leq 0.2$
Agak Basah	$0.2 < TVDI \leq 0.4$
Normal	$0.4 < TVDI \leq 0.6$
Agak Kering	$0.6 < TVDI \leq 0.8$
Kering	$0.8 < TVDI \leq 1.0$

Adapun diagram alir pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 2-2.



Gambar 2-2: Diagram alir pengolahan dan analisis data

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

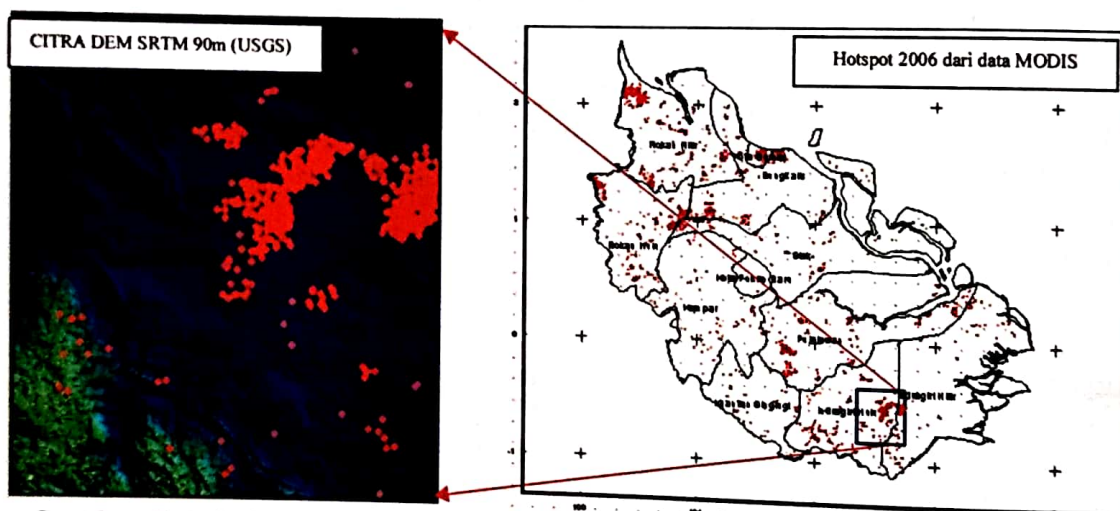
#### 3.1 Lokasi studi di Provinsi Riau dan (Kalimantan Tengah)

Pemilihan lokasi didasarkan pada rawannya suatu daerah terhadap kebakaran hutan yang diindikasikan oleh banyaknya hotspot. Data *hotspot* yang digunakan adalah data akumulasi tahun 2006 dari data MODIS. Gambar 3-1 merupakan wilayah kajian di Provinsi Riau dengan mengambil salah satu wilayah yang konsentrasi hotspotnya cukup tinggi yaitu di Kabupaten Indragiri Hulu. Warna biru pada citra DEM-SRTM menunjukkan dataran rendah, warna hijau menunjukkan dataran tinggi, sedangkan

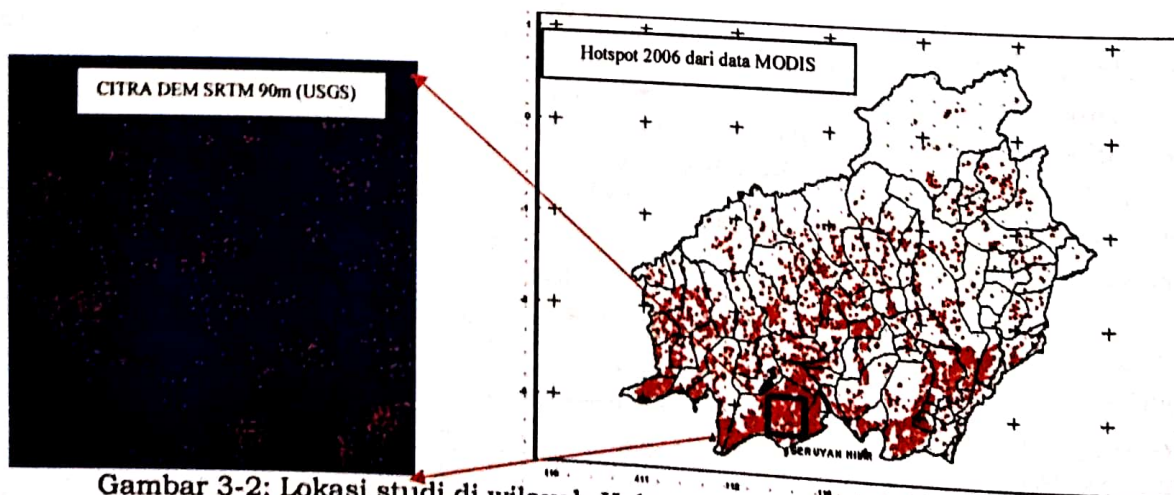
warna merah adalah kumpulan *hotspot* selama tahun 2006. Lokasi studi di Kabupaten Indragiri Hulu pada Gambar 3-1. berukuran pixel 48 x 48 dengan resolusi spasial 1 km persegi. Sedangkan di Kalimantan Tengah lokasi studi terletak di Kabupaten Seruyan dengan ukuran pixel 48 x 48 dan resolusi spasial 1 km persegi (Gambar 3-2).

#### 3.2 Model TDVI

Gambar 3-3 menunjukkan hasil ekstraksi antara Ts dan EVI dari data MODIS periode Juni – Agustus selama tahun 2003-2006 di wilayah Provinsi Riau (a) dan Kalimantan Tengah (b).



Gambar 3-1: Lokasi studi di wilayah Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau



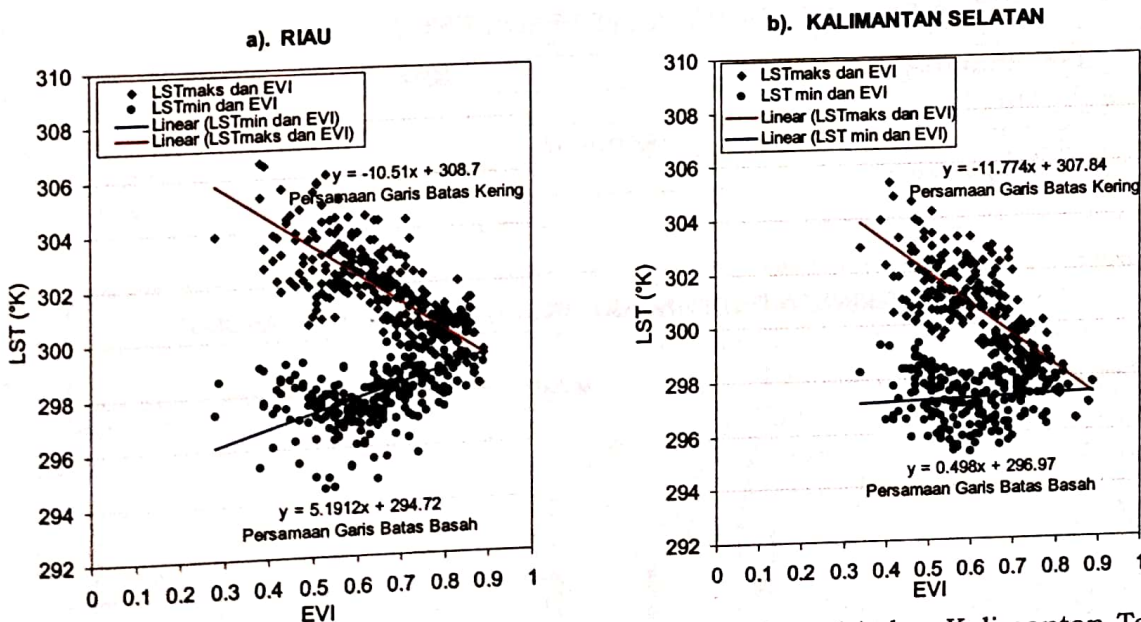
Gambar 3-2: Lokasi studi di wilayah Kabupaten Seruyan, Provinsi Kalteng

Pada Gambar 3-3a untuk wilayah Riau dapat ditunjukkan bahwa batas kering mempunyai persamaan  $LST_{smax} = -10.51 * EVI + 308.7$ , sedangkan batas basahnya  $LST_{min} = 5.1912 * EVI + 294.72$ . Sedangkan untuk wilayah Kalimantan Tengah (Gambar 3-3b), persamaan batas keringnya adalah  $T_{smax} = -11.774 * EVI + 307.84$  dan persamaan batas basahnya adalah  $T_{smin} = 0.498 * EVI + 296.97$ . Berdasarkan hasil persamaan batas kering dan batas basah tersebut maka model TVDI dari persamaan 2-1 untuk wilayah Riau dan Kalimantan Tengah yang sudah disederhanakan dapat dituliskan sebagai persamaan 3-1 dan 3-2.

**3.3 Aplikasi Model TVDI untuk Deteksi Kekeringan Lahan di Provinsi Jambi**

Pada penelitian ini model TVDI yang dibangun di Riau dicoba diaplikasikan di wilayah lain yaitu di Provinsi Jambi selama periode Juni-Juli-Agustus tahun 2003-2006. Selanjutnya,

TVDI yang diperoleh di Jambi dioverlay dengan data *landuse* dari LANDSAT7-ETM+ 2002/2003. *Landuse* di Jambi dapat dilihat pada Gambar 3-4. Hasil ekstraksi nilai TVDI pada berbagai tipe vegetasi (semak/belukar, padi, pertanian lahan kering) dapat dilihat pada Tabel 3-1. Semakin tinggi nilai TVDI (0-1) maka semakin tinggi tingkat kekeringannya. Selama periode Juni-Agustus 2003-2006, hasil analisis rata-rata terhadap *landuse* tipe sawah dan pertanian lahan kering menunjukkan nilai TVDI yang lebih tinggi dibandingkan pada *landuse* semak/belukar. Nilai rata-rata TVDI pada lahan pertanian kering/perkebunan, dan sawah masing-masing adalah 0.40 dan 0.34, sedangkan semak/belukar 0.18. Dari hasil tersebut dapat ditunjukkan bahwa tipe *landuse* sawah dan pertanian lahan kering/perkebunan relatif lebih sensitif terhadap kekeringan daripada di lahan semak/belukar.



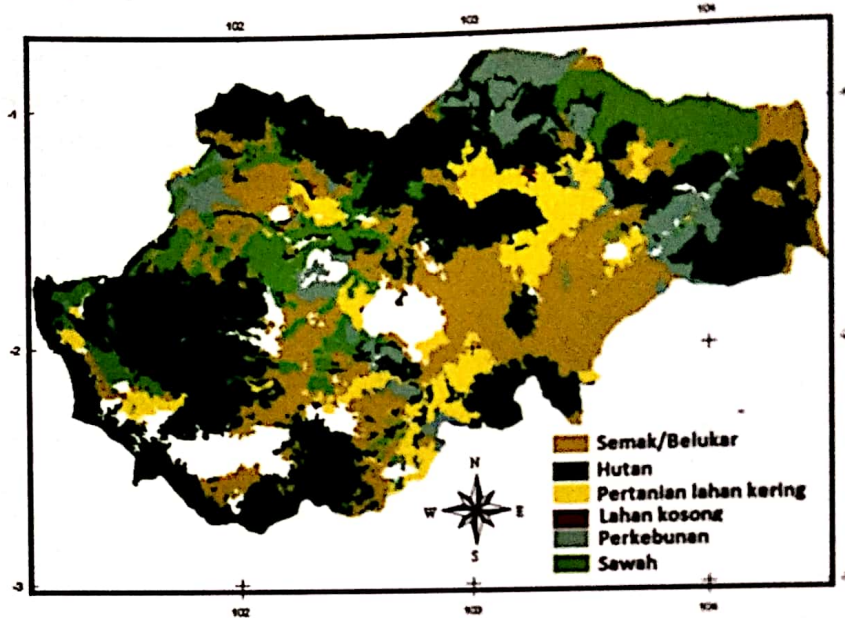
Gambar 3-3: Hasil ekstraksi LST dan EVI di wilayah Riau (a) dan Kalimantan Tengah (b) periode data Juni – Agustus 2003-20006

$$\text{Riau} : TVDI = \frac{LST - (5.1912 * EVI + 294.72)}{(-15.701 * EVI + 13.98)} \tag{3-1}$$

$$\text{Kalimantan Tengah} : TVDI = \frac{LST - (0.498 * EVI + 296.97)}{(-12.272 * EVI + 10.87)} \tag{3-2}$$

Sebaran TVDI secara grafik pada tingkat kekeringan tinggi ( $0.6 < TVDI \leq 1$ ) periode Juni-Agustus 2003-2006 pada berbagai tipe *landuse* dapat dilihat pada Gambar 3-5. Pada grafik terlihat bahwa persentase area yang memiliki tingkat TVDI tinggi paling luas terdapat di *landuse* sawah, perkebunan dan

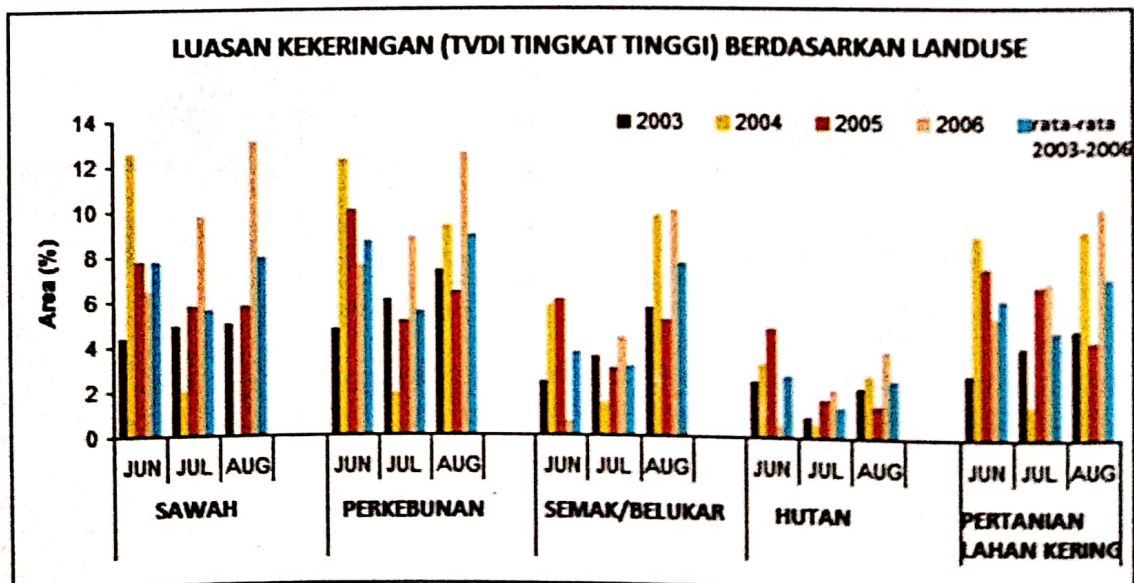
pertanian lahan kering dengan nilai rata-rata selama periode 2003-2006 tertinggi mencapai 8% pada bulan Agustus, sedangkan pada *landuse* hutan dan semak/belukar luasan yang memiliki tingkat TVDI yang tinggi relatif rendah persentasenya, yaitu tertinggi sekitar 3% pada bulan Agustus.



Gambar 3-4: *Landuse* di Provinsi Jambi berdasarkan data Landsat ETM-7 tahun 2002/2003 (Sumber: Pusbangja-LAPAN)

Table 3-1: RATA-RATA TVDI PADA TIPE LANDUSE

Tipe <i>landuse</i>	Nilai Rata-rata TDVI
Sawah	0.339
Pertanian lahan kering dan perkebunan	0.407
Semak/Belukar	0.184



Gambar 3-5: Luasan TVDI tingkat tinggi ( $0.6 < TVDI \leq 1$ ) pada berbagai tipe *landuse* selama periode Juni – Agustus 2003-2006 di Provinsi Jambi



#### 4 KESIMPULAN

Model kekeringan lahan (TVDI) yang diperoleh berdasarkan integrasi antara parameter indeks vegetasi (EVI) dan suhu permukaan lahan dari data MODIS periode Juni – Agustus (2003 – 2006) telah diperoleh untuk wilayah Riau dan Kalimantan Tengah. Rumus TVDI untuk wilayah Riau dan Kalimantan Tengah adalah sebagai berikut: Riau  $TVDI = (LST - (5.1912 * EVI + 294.72)) / (-15.701 * EVI + 13.98)$ , sedangkan untuk wilayah Kalimantan Tengah  $TVDI = (LST - (0.498 * EVI + 296.97)) / (-12.272 * EVI + 10.87)$ .

Dari hasil aplikasi model TVDI di Provinsi Jambi ditunjukkan bahwa tipe *landuse* sawah dan pertanian lahan kering/perkebunan relatif lebih sensitif terhadap kekeringan daripada di lahan semak/belukar. Nilai rata-rata TVDI pada lahan pertanian kering/perkebunan, dan sawah masing-masing adalah 0.40 dan 0.34, sedangkan semak/belukar 0.18. Tingkat TVDI tinggi ( $0.6 < TVDI \leq 1$ ) paling luas terdapat di *landuse* sawah, perkebunan dan pertanian lahan kering dengan nilai rata-rata selama periode 2003-2006 tertinggi mencapai 8% pada bulan Agustus, sedangkan pada *landuse* hutan dan semak/belukar hanya sekitar 3% pada bulan Agustus.

#### 5 SARAN

Verifikasi dan validasi model TVDI perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk mengetahui tingkat akurasi model.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Ackerman, S., et al, 2002. *Discriminating Clear-Sky from Cloud with Modis Algorithm Theoretical Basis Document (MOD35)*. MODIS Cloud Mask Team, Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies, University Of Wisconsin-Madison NOAA/NESDIS, NASA/Larc, Hampton, VA.
- Barbieri, R., 1997. *Draft of The MODIS Level 1B Algorithm [R]*. Theoretical basis document version 2.0, [atbmod- 01].
- Bhuiyan, C., 2004. *Various Drought Indices for Monitoring Drought Condition in Aravalli Terrain of India [R]*. IEEE.
- Bhuiyan, C., R.P. Singh, and F.N. Kogan. 2006. *Monitoring Drought Dynamics in The Aravalli Region (India) Using Different Indices Based on Ground and Remote Sensing Data [R]*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 8: 289–302. Elsevier.
- Dracup, J.A., Lee, K.S., and Paulson Jr., E.G., 1980. *On The definition of Droughts [J]*. Water Resour. Res, 16 (2), 297–302.
- Huete, A., C. Justice, and W.Van Leeuwen, 1999. *Modis Vegetation Index (MOD 13)*. Algorithm Theoretical Basis Document.
- Hung, T., and Y. Yoshifumi, 2005. *MODIS Application in Environmental Change Researches in the Southeast – Asian Region*. Int. J of Geoinformatics, Vol.1., No.1.
- Keyantash, J., and Dracup, J.A. 2004. *An Aggregate Drought Index: Assessing Drought Severity Based on Fluctuations in The Hydrologic Cycle and Surface Water Storage*. Water Resour, Res. 40.
- Kogan, F.N., 1990. *Remote Sensing of Weather Impacts on Vegetation in Non Homogeneous Areas*. International Journal of Remote Sensing, Vol. 11:1405-1420.
- Kogan, F.N., 2002. *World Droughts in The New Millennium from AVHRR-Based Vegetation Health Indices*. Eos Trans. Am. Geophy. Union 83,(48), pp 562–563.
- Mao, K., Z. Qin, J. Shi, and P. Gong., 2005. *A Practical Split-Window Algorithm for Retrieving Land-Surface Temperature from MODIS Data [J]*. International Journal of

Remote Sensing, Vol. 26, No. 15, 10 August, 3181-3204.  
Sandholt, I., Rasmussen, K., and Andersen, J., 2002. A Simple Interpretation of The Surface Temperature/Vegetation Index Space For Assessment of Surface Moisture Status. Remote Sensing

Of Environment, Vol. 79, 213-224.

Xin, J.F, G.L. Tian, Q.H. Liu, L.F. Chen, and X.Z. Xin. 2003. Drought Monitoring From The Remotely Sensed Temperature and Vegetation Index in China [R]. IEEE.