

ANALISIS KEKERINGAN DI PULAU SUMATERA BERBASIS DATA MODIS

Nanik Suryo Haryani dan Hidayat

Abstract

The drought caused the deficit of water supply for the growing and development of crops along the dry season. This condition may enforce the development of critical land which causes the land degradation and the decrease of environment quality. This goal of this research is to analyze the drought in Sumatera Island using MODIS data. The applied methodology is drought analysis in land using EVI, VCI, TCI and VHI parameters. The drought analysis in Sumatera island along 2011 shows that the most severe drought occurred in Bengkulu and West Sumatera in the period of December, January, February (DJF), meanwhile during the period of March, April and May (MAM) on average in Sumatera Island did not detect the occurrence of drought. On June, July and August (JJA) the most severe drought occurred in Nangroe Aceh Darussalam and Riau, while in the period of September, October and November (SON) the most severe drought occurred in Riau, Jambi and Lampung.

Key word: MODIS, drought, VHI (Vegetation Health Index).

Abstrak

Kekeringan menyebabkan berkurangnya persediaan air bagi pertumbuhan dan perkembangan vegetasi selama musim kemarau. Keadaan ini dapat mengakibatkan meluasnya lahan kritis yang akan berdampak terjadinya degradasi lahan serta penurunan kualitas lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kekeringan di Pulau Sumatera menggunakan data MODIS. Metode yang digunakan untuk analisis kekeringan lahan menggunakan parameter EVI, VCI, TCI dan VHI. Hasil analisis kekeringan di Pulau Sumatera pada tahun 2011 menunjukkan bahwa kekeringan terbesar terjadi di Bengkulu dan Sumatera Barat pada periode Desember, Januari, Februari (DJF), sedangkan pada periode Maret, April dan Mei (MAM) rata-rata di Pulau Sumatera tidak terdeteksi adanya kekeringan. Pada periode Juni, Juli dan Agustus (JJA) kekeringan terbesar terjadi di Nangroe Aceh Darussalam dan Riau, sedangkan periode September, Oktober dan November (SON) kekeringan terbesar terjadi di Riau, Jambi dan Lampung.

Kata kunci: MODIS, kekeringan, VHI (Vegetation Health Index).

I. PENDAHULUAN

Terjadinya bencana kekeringan lahan dan kebakaran hutan/lahan di Indonesia merupakan persoalan yang selalu meningkat dari tahun ke tahun akibat fenomena alam, tekanan sosial-ekonomi serta perubahan penggunaan lahan. Kekeringan dapat menyebabkan berkurangnya persediaan air bagi pertumbuhan dan perkembangan vegetasi selama musim kemarau. Apabila keadaan ini terjadi, maka dapat mengakibatkan meluasnya lahan kritis yang akan berdampak terjadinya degradasi kualitas lingkungan. Kekeringan lahan juga dapat mengakibatkan penurunan atau gagalnya produksi tanaman pangan, kekurangan cadangan air minum, serta terjadinya kebakaran hutan/lahan.

Faktor penyebab terjadinya kekeringan dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) klas yaitu kekeringan meteorologis, kekeringan agronomis, dan kekeringan hidrologis (Wilhite & Glanz, 1985). Kekeringan meteorologis berhubungan dengan curah hujan dan atau presipitasi, kekeringan agronomis berhubungan dengan kelengasan tanah, dan kekeringan hidrologis berhubungan dengan ketersediaan air dibawah permukaan tanah. Sementara itu menurut *World Meteorological Organization (WMO)* mengklasifikasikan kekeringan lahan berdasarkan: a) curah hujan, b) kombinasi antara curah hujan, suhu, kelembaban udara dan atau evaporasi, c) kelengasan lahan dan parameter fisik tanaman, d) indeks iklim dan pendugaan evapotranspirasi.

Data satelit penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk analisis dan deteksi maupun pemantauan perubahan lahan dan kekeringan lahan serta kebakaran hutan diantaranya adalah data satelit MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), dimana data MODIS dapat memperlihatkan adanya indeks vegetasi dan indeks kekeringan yang terjadi di suatu wilayah. Data MODIS juga mempunyai kemampuan spektral yang sensitive terhadap kondisi vegetasi dan suhu permukaan, sehingga data MODIS berpotensi digunakan untuk penelitian kekeringan lahan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Indeks kehijauan tanaman (*greenness index*) merupakan ukuran kuantitatif yang digunakan untuk mengamati kondisi vegetasi tanaman dan aktivitas fotosintesis. Pada umumnya nilai ini dapat diperoleh dari analisis kombinasi dua atau lebih kanal spektral (Huete et al., 2002). Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung indeks vegetasi, dimana indeks vegetasi yang telah dikembangkan sampai saat ini antara lain: NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan EVI (*Enhanced Vegetation Index*) (Huete et al., 1997), LSWI (*Land Surface Water Index*) (Ichoku et al., 2003), SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*) (Huete et al., 1997), serta ARVI (*Atmospherically Resistant Vegetation Index*) dan SARVI (*Soil and Atmospherically Resistant Vegetation Index*) (Cho MA., et al, 2009).

Dua indeks vegetasi yang paling banyak diaplikasikan pada data MODIS adalah NDVI dan EVI. NDVI dapat dihitung melalui rasio yang dibangun dari kanal spektral infra merah (*Infra Red/IR*) dan infra merah dekat (*Near Infra Red/NIR*). Sedangkan EVI merupakan indeks vegetasi yang dikembangkan dari NDVI. EVI telah diketahui lebih sensitif terhadap perubahan biomasa selama fase vegetatif yang lama, serta tahan terhadap efek atmosfer dan kanopi (Huete et al., 1997).

Metoda kekeringan meteorologis berdasarkan SPI (*Standardized Precipitation Index*), dapat digunakan untuk mengetahui adanya kekeringan, dari penelitian ini diketahui bahwa karakteristik curah hujan tahunan dapat menggambarkan kejadian kekeringan pada tahun tersebut, (Narendra, B.H, 2008). Menurut Kogan, F.N. (2000) telah melakukan penelitian dan membangun metode numerik untuk deteksi kekeringan dan dampak-dampaknya dari data NOAA. Metode yang digunakan adalah TCI (*Temperature Condition Index*), VCI (*Vegetation Condition Index*), dan *Vegetation Health Index* (VHI). Dari penelitian ini diketahui bahwa kekeringan dapat dideteksi 4-6 minggu sebelumnya dan dapat didelineasi lebih akurat. VHI yang dibangun berdasarkan VCI (*Vegetation Condition Index*) dan TCI (*Temperature Condition Index*) merupakan metode yang efektif dibandingkan dengan indeks kekeringan yang lain dan telah sukses diaplikasikan di beberapa negara.

Beberapa data satelit penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk pemantauan perubahan lahan, kekeringan lahan dan kebakaran hutan diantaranya adalah MODIS. MODIS merupakan instrumen pembawa yang terdapat pada satelit Terra (EOS AM-1) yang diluncurkan pada 18 Desember 1999 dan Aqua (EOS PM-1) yang diluncurkan pada 4 Mei 2002. MODIS merekam hampir keseluruhan permukaan bumi setiap hari, untuk memperoleh data dalam 36 band spektral di atas suatu 2330 km *swath*/lebar cakupan. Sensor Terra mengelilingi bumi dari utara ke selatan melewati equator pada pagi hari, sedangkan Aqua mengelilingi bumi dari selatan ke utara melewati ekuator pada sore hari. Terra dan Aqua merekam permukaan bumi sebanyak 4 kali sehari yaitu 2 kali pada pagi hari dan 2 kali pada malam hari (Ichoku et al., 2003).

Data MODIS akan meningkatkan pemahaman tentang proses dan dinamika global yang terjadi pada daratan, di samudera, dan atmosfer yang lebih rendah. MODIS dapat mengamati temperatur permukaan samudra dan daratan, tutupan permukaan daratan, awan, aerosol, uap air, profil temperatur, dan api. Kelebihan sensor MODIS dibandingkan dengan sensor global lainnya adalah dalam hal resolusi spasial 250 m, 500 m dan 1 km. Adapun kelebihan lainnya berupa kalibrasi radiometrik, spasial, dan spektral dilakukan waktu mengorbit, peningkatan akurasi/presisi radiometrik dan peningkatan akurasi posisi geografis. Dikarenakan resolusi spasialnya, citra satelit MODIS hanya mampu menghasilkan informasi dengan skala global (1:500.000 s.d. 1:1.000.000). Data MODIS juga mempunyai kemampuan spektral yang sensitif terhadap kondisi vegetasi dan suhu permukaan, sehingga berpotensi digunakan untuk kajian kekeringan lahan.

III. DATA DAN METODE

3.1. Data

Data yang digunakan adalah data MODIS tahun 2011, yaitu MOD09 A1, reflektansi Kanal 1 sampai dengan 7, data MODIS dengan resolusi temporal 8 harian, resolusi spasial 500 m. Data MOD09Q1 menggunakan reflektansi kanal 1 sampai dengan kanal 2, data resolusi temporal 8 harian, resolusi spasial 200 m. Sedangkan data MOD11A2 dengan parameter utama yaitu *Land Surface Temperature* (LST) resolusi temporal 8 harian dengan resolusi spasial 1 km .

Data-data pendukung lainnya data penutup lahan tahun 2002 dan 2003, Peta Rupa Bumi Indonesia, dan Peta Digital Batas Administrasi Indonesia. Data kekeringan padi dari Departemen Pertanian tahun 2009-2010 yang digunakan untuk verifikasi kekeringan pada lahan pertanian, sedangkan untuk verifikasi kekeringan terhadap bahaya kebakaran hutan/ lahan digunakan data *hotspot* (titik panas) yang diperoleh dari MODIS NASA.

3.2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian mengenai deteksi kekeringan berdasarkan pendekatan metode kekeringan agronomis. Pengolahan data yang digunakan untuk analisis kekeringan lahan menggunakan parameter indeks vegetasi dan indeks kekeringan yang dapat diekstraksi dari data MODIS yang memiliki keterkaitan dengan kekeringan lahan, yang meliputi; EVI (*Enhanced Vegetation Index*), TCI (*Temperature Condition Index*), VCI (*Vegetation Condition Index*), dan *Vegetation Health Index* (VHI).

Berikut ini dapat diuraikan formulasi yang digunakan untuk penghitungan parameter indeks vegetasi tersebut.

• LST (*Land Surface Temperature*) :

Nilai LST diturunkan berdasarkan algoritma split window yang dirumuskan oleh Mao *et al* (2005). Adapun kanal-kanal yang digunakan untuk menurunkan nilai LST adalah kanal 2, 17, 18, 19, 31 dan 32.

• EVI (*Enhanced Vegetation Index*) Huete *et al* (1999) :

$$EVI = G \frac{\rho_{NIR} - \rho_{red}}{\rho_{NIR} + C_1 \times \rho_{red} - C_2 \times \rho_{blue} + L} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

ρ_{NIR} : Reflektansi permukaan panjang gelombang inframerah dekat (NIR)

ρ_{red} : Reflektansi permukaan panjang gelombang merah (*red*)

ρ_{blue} : Reflektansi permukaan panjang gelombang biru (*blue*)

C_1 dan C_2 : Koefisien resistansi aerosol
: Menggunakan panjang gelombang biru untuk mengoreksi gangguan aerosol pada panjang gelombang merah

G : *Gain factor*

L : *Canopy background adjustment*

• VCI (*Vegetation Condition Index*) Kogan (2000):

$$VCI = (NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) * 100 \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

NDVI : Nilai NDVI

NDVI max : Nilai NDVI maksimum

NDVI min : Nilai NDVI minimum

• TCI (*Temperature Condition Index*) Kogan (2000):

$$TCI = (BT_{max} - BT) / (BT_{max} - BT_{min}) * 100 \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

BT : Nilai suhu kecerahan

BT max : Nilai suhu kecerahan maksimum

BT min : Nilai suhu kecerahan minimum

• **VHI (Vegetation Health Index) Kogan (2000):**

$$VHI = a * VCI + b * TCI \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

VCI : Nilai VCI

TCI : Nilai TCI

a dan b : Nilai koefisien faktor pengaruh VCI dan TCI terhadap kekeringan. Apabila VCI dan TCI memberikan pengaruh yang sama terhadap kekeringan, maka nilai a dan b masing-masing adalah 0.5

3.3. Tahap-tahap pengolahan data

Tahap pengolahan yang dilakukan untuk analisis kekeringan lahan di Pulau Sumatera adalah sebagai berikut:

1) Inventarisasi data

Data MODIS 2011 diperoleh dari LAPAN dan NASA. Peta penutup lahan diperoleh dari LAPAN, Peta Rupa Bumi Indonesia dan Peta Dijital Batas Administrasi Indonesia diperoleh dari BIG (Badan Informasi Geospasial).

2) Pengolahan data MODIS meliputi:

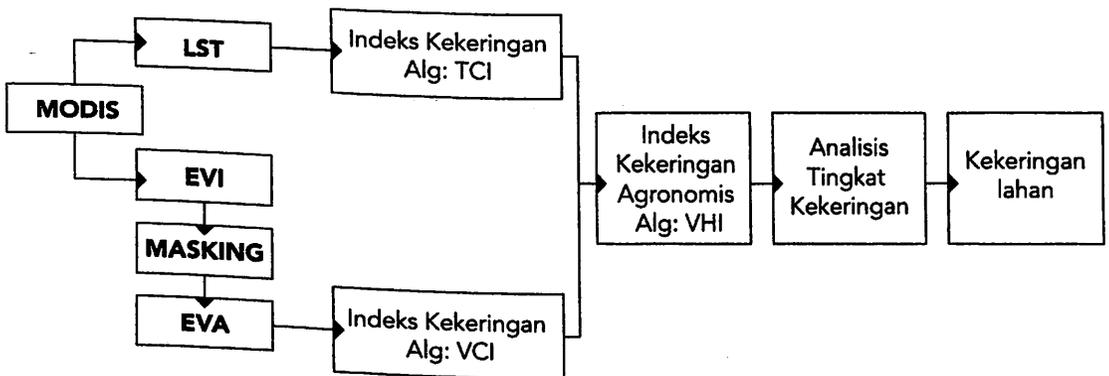
- a. Pengolahan awal berupa: koreksi geometrik, mosaik data,
- b. Ekstraksi nilai parameter Indeks dari data MODIS, yaitu NDVI atau EVI dan masking awan (EVA).

3) Pengolahan lanjut meliputi: pengolahan TCI, VCI, VHI, dan klas VHI.

4) Analisis data

- a. Perhitungan indeks kekeringan agronomis dari data MODIS.
- b. Analisis hubungan antara indeks kekeringan agronomis
- c. Intergrasi kondisi penutup lahan dengan parameter indeks kekeringan.

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian seperti pada diagram alir pada Gambar 3-1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data MODIS mempunyai kemampuan spektral yang sensitif terhadap kondisi vegetasi dan suhu permukaan, sehingga berpotensi digunakan untuk kajian kekeringan lahan. Ekstraksi dari data MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), yang memiliki keterkaitan

dengan kekeringan lahan tersebut, menggunakan parameter EVI (*Enhanced Vegetation Index*), TCI (*Temperature Condition Index*), VCI (*Vegetation Condition Index*), dan *Vegetation Health Index* (VHI).

EVI (*Enhanced Vegetation Index*) merupakan indeks vegetasi yang dikembangkan dari NDVI (*Normalize Defference Vegetation Index*), EVI telah diketahui lebih sensitif terhadap perubahan biomasa selama fase vegetatif yang lama, serta tahan terhadap efek atmosfer dan kanopi. Nilai LST diturunkan berdasarkan algoritma *split window* yang dirumuskan oleh Mao *et al* (2005). Adapun kanal-kanal yang digunakan untuk menurunkan nilai LST adalah kanal 2, 17, 18, 19, 31 dan 32. Hasil VHI diperoleh berdasarkan VCI (*Vegetation Condition Index*) dan TCI (*Temperature Condition Index*), dimana TCI diturunkan dari LST (*Land Surface Temperature*), dan VCI diturunkan dari EVI (*Enhanced Vegetation Index*).

Berdasarkan hasil pengolahan data MODIS untuk kekeringan lahan dari bulan Januari hingga Juli 2011, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 hingga Gambar 4-6., dimana Indeks VHI (*Vegetation Health Index*) merupakan hasil analisis dari VCI (*Vegetation Condition Index*) dan TCI (*Temperature Condition Index*). Indeks VHI digunakan untuk merepresentasikan kondisi kekeringan lahan secara umum.

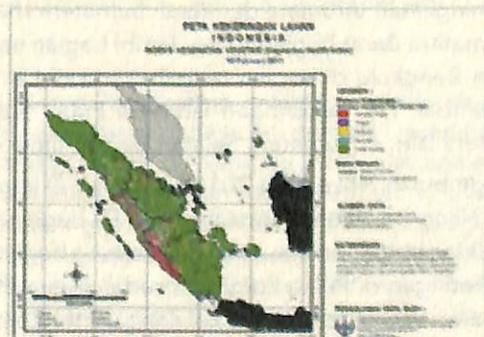
Hasil Pengolahan VHI (*Vegetation Health Index*) pada bulan Januari 2011 di Pulau Sumatera (Gambar 2) menunjukkan bahwa rata-rata vegetasi masih dalam kondisi hijau belum terjadi kekeringan, hanya di sebagian kecil di daerah Sumatera Utara bagian utara dan Nangroe Aceh Darussalam (NAD) bagian barat serta di Riau bagian utara. Pada bulan Februari 2011 (Gambar 3), dimana kondisi vegetasi di Pulau Sumatera sudah mulai menunjukkan adanya kekeringan di Bengkulu, Sumatera Barat, Jambi dan sebagian wilayah Riau bagian utara.

Kondisi vegetasi di Pulau Sumatera pada bulan Maret 2011 (Gambar 4) kekeringan terjadi di Sumatera Selatan bagian tengah, Jambi bagian selatan, Riau bagian utara dan Nangroe Aceh Darussalam (NAD) bagian utara. Sedangkan hasil pengolahan VHI pada bulan April 2011 (Gambar 5) kondisi kekeringan vegetasi menunjukkan penurunan, dimana di Pulau Sumatera kondisi vegetasi kembali hijau yang berarti pada bulan April 2011 tidak terjadi kekeringan.

Pada bulan Mei 2011 (Gambar 6) kondisi kekeringan yang terjadi di Pulau Sumatera sedikit mengalami peningkatan, terutama kekeringan terjadi di Riau, Sumatera Barat dan Jambi. Kondisi kekeringan lahan di Pulau Sumatera pada bulan Juni 2011 (Gambar 7) meningkat lagi terutama di Nangroe Aceh Darussalam (NAD) bagian selatan, Sumatera Utara bagian utara dan selatan, Riau bagian utara, Sumatera Barat bagian timur, Jambi bagian selatan dan Sumatera Selatan bagian utara.



Gambar 2. VHI - 9 Januari 2011



Gambar 3. VHI - 10 Februari 2011



Gambar 4. VHI - 6 Maret 2011



Gambar 5. VHI - 15 April 2011



Gambar 6. VHI - 9 Mei 2011



Gambar 7. VHI - 10 Juni 2011

Kekeringan lahan di Pulau Sumatera pada bulan Juli 2011 (Gambar 8) meningkat terutama di Riau bagian selatan, Sumatera Barat bagian selatan, Jambi bagian barat dan selatan, Bengkulu bagian selatan, Sumatera Selatan bagian tengah dan selatan serta di Lampung bagian tengah dan timur. Sedangkan pada bulan Agustus 2011 (Gambar 9) kondisi kekeringan lahan di Pulau Sumatera sedikit mengalami penurunan, dimana kekeringan terjadi di Sumatera Utara bagian selatan, Jambi bagian barat, Sumatera Selatan bagian utara dan Bengkulu bagian selatan.

Kekeringan lahan di Pulau Sumatera pada bulan September 2011 (Gambar 10) mengalami peningkatan terutama di daerah Sumatera Utara bagian tengah, Riau bagian barat dan utara, Sumatera Barat bagian timur, Jambi bagian utara dan barat, Sumatera Selatan bagian selatan, dan Bengkulu di bagian tengah, serta di Lampung bagian utara. Pada bulan Oktober 2011 (Gambar 11) kekeringan lahan di Pulau Sumatera meningkat terutama di bagian selatan antara lain: di Sumatera Selatan bagian timur dan Lampung bagian selatan.

Pada bulan November 2011 (Gambar 12) kondisi kekeringan lahan di Pulau Sumatera terjadi di Nangroe Aceh Darussalam (NAD) bagian timur, Sumatera Utara bagian barat, Sumatera Selatan bagian selatan, dan di Lampung bagian utara. Pada bulan Desember 2011 (Gambar 13) kekeringan di Pulau Sumatera sudah memperlihatkan adanya penurunan tetapi di beberapa daerah masih ada sedikit kekeringan terutama di Wilayah Nangroe Aceh Darussalam (NAD) bagian selatan, Sumatera Utara bagian utara, Sumatera Barat bagian timur dan Riau bagian selatan, Jambi bagian utara dan Sumatera Selatan.



Gambar 8. VHI - 12 Juli 2011



Gambar 9. VHI - 13 Agustus 2011



Gambar 10. VHI - 6 September 2011



Gambar 11. VHI - 8 Oktober 2011



Gambar 12. VHI - 1 November 2011



Gambar 13. VHI - 3 Desember 2011

V. KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa kekeringan lahan yang terjadi di Pulau Sumatera tahun 2011 berfluktuasi, dimana pada bulan periode Desember, Januari dan Februari (DJF) kekeringan terbesar terjadi di Nangroe Aceh Darussalam (NAD), Bengkulu dan Sumatera Barat, Periode Maret, April dan Mei (MAM) tidak terjadi kekeringan hanya pada bulan Maret terjadi kekeringan hanya di Sumatera Selatan bagian tengah, Periode Juni, Juli, dan Agustus (JJA) terjadi kekeringan terbesar di Nangroe Aceh Darussalam (NAD), Sumatera Utara, Riau dan Sumatera Selatan, Sedangkan pada periode September, Oktober dan November (SON) terjadi kekeringan terbesar di Riau, Jambi, dan Lampung.

- Peluang pemanfaatan data penginderaan jauh untuk kajian dan mitigasi bencana alam, seperti kekeringan lahan menggunakan data MODIS yang mempunyai kemampuan spektral yang sensitif terhadap kondisi vegetasi dan suhu permukaan, sehingga sangat berpotensi digunakan untuk analisis kekeringan lahan.
- Berbagai metoda deteksi kekeringan lahan telah dilakukan, seperti VHI. Namun aplikasi metode deteksi kekeringan lahan yang dilakukan di Indonesia masih perlu dilakukan verifikasi dan validasi di berbagai wilayah, mengingat jenis lahan dan keragaman iklim di wilayah Indonesia sangat bervariasi yang banyak dipengaruhi oleh kondisi lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L.O., Malhi, Y. & Aragao, L.E.O.C. 2007. *Spatial patterns of the canopy stress during 2005 drought in Amazonia*. IEEE, 1-4244-1212-9, 2294-2297.
- Cho M.A., and Skidmore A.K. 2009. *Hyperspectral predictors for monitoring biomass production in Mediterranean mountain grasslands: Majella National Park, Italy*. International Journal of Remote Sensing. Volume 30: 499-515.
- Gu, Y., Brown, J.F., Verdin, J.P. & Wardlow, B. 2007. *A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States*. Geophysical Research Letters, 34, L06407, doi:10.1029/2006GL029127.
- Huete et al. 1997. *A Comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS*. Journal Remote Sensing.
- Huete A., Didan K., Miura T., Rodriguez EP., Gao X., and Ferreira LG., 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, Volume 83, Issues 1-2, November 2002, Pages 195-213
- Ichoku C., Y. J. Kaufman YJ., Giglio L., Li Z., Fraser RH., Jin JZ., Park WM. 2003. *Comparative analysis of daytime fire detection algorithms using AVHRR data for the 1995 fire season in Canada: Perspective for MODIS*. International Journal of Remote Sensing. Volume 24: 1669-1690.
- Kogan, F. N. 2000. *Contribution of remote sensing to drought early warning*. In *Early warning systems for drought preparedness and drought management*, ed. D.A. Wilhite and D.A. Wood. 75-87. Geneva: World Meteorological Organization.

- Kogan, F.N. 2001. *Operational Space Technology for Global Vegetation Assessment*. Bull. Am. Meteorol. Soc. 82 (9), 1949–1964.
- Kogan, F.N., R. Stark, A. Gitelson, L. Jargalsaikhan, C. Dugrajav, and S. Tsooj. 2004. *Derivation of Pasture Biomass in Mongolia From AVHRR-Based Vegetation Health Indices*. Int. J. Remote Sensing, Vol. 25. No. 14, 2889–2896.
- Mao K., Qin Z., Shi J., and Gong P., 2005. *A practical split-window algorithm for retrieving land surface temperature from MODIS data*. International Journal of Remote. Volume 26: 3181-3204.
- Narendra, B.H. 2008. *Drought monitoring using rainfall data and spatial soil moisture modelling*. MSc Thesis : Program Director of Geo-Information for Spatial Planning and Risk Management, Graduate School Faculty of Geography, Gadjah Mada University.
- Parwati, dkk., 2010. *Pendayagunaan Data MODIS untuk Peringatan Dini Kekeringan*, Laporan Akhir LAPAN-RISTEK.
- Parida, B.R. & Oinam, B. 2008. Drought Monitoring in India and The Philippines with Satellite Remote Sensing Measurements. EARSel e Proceedings 7, 1, 81-91.
- Thenkabail, P. S., Gamage, M. S. D. N. Smakhtin, V. U. 2004. *The use of remote sensing data for drought assessment and monitoring in Southwest Asia*. Research Report 85. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Wilhite, DA and & Glanz, MH. 1985. *Understanding the drought phenomenon: The role of definitions*. Water International, 10 (3), 111-120.

Biografi Penulis



Dra. Nanik Suryo Haryani, M.Si.

Email : naniksuryo@yahoo.com

Pendidikan:

- ▶ Magister Sains (M.Si.) pada program studi Ilmu Lingkungan, Program Paskasarjana Universitas Indonesia (UI), 1997
- ▶ Sarjana (Dra.) Jurusan Penginderaan Jauh (Remote Sensing), Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada (UGM). 1983.

Nanik Suryo Haryani telah bekerja sebagai peneliti di Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN sejak tahun 1992. Penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan aplikasi data penginderaan jauh untuk mitigasi bencana alam yang merupakan integrasi dari berbagai disiplin ilmu, seperti cuaca dan iklim serta interaksinya dengan sumberdaya lahan (hutan dan perkebunan) dan potensinya terhadap kebencanaan (banjir, longsor, kekeringan, kebakaran hutan). Organisasi profesi yang diikuti adalah Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN).



Ir. Hidayat, MT.

Email : hid_lpn06@yahoo.com

Pendidikan:

- ▶ Program Pasca Sarjana (S2) Jurusan Kimia, Universitas Indonesia, 1995
- ▶ Sarjana Teknik (S1.) Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Univ. Muhammadiyah Jakarta, 1985,

Hidayat telah bekerja honorer di sejak 1972, dan diangkat CPNS tahun 1975 sebagai Teknisi Proyek TELSA LAPAN sampai Tahun 1985. Staf Peneliti di Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN sejak tahun 1985. Penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan aplikasi data penginderaan jauh untuk pemanfaatan data satelit sumber daya alam lahan dan mitigasi bencana alam yang merupakan integrasi dari berbagai disiplin ilmu serta interaksinya dan potensinya terhadap sumber daya alam lahan dan kebencanaan (pangan, banjir, kekeringan, dan kebakaran hutan). Organisasi profesi yang diikuti adalah Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia (MAPIN).