

PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMANTAUAN KEKERINGAN LAHAN SAWAH

Any Zubaidah, Dede Dirgahayu, Junita Monika Pasaribu

Bidang Lingkungan dan Mitigasi Bencana-LAPAN
E-mail: baidah_any@yahoo.com

Abstrak: Informasi kondisi kekeringan, terutama di lahan sawah sangat diperlukan dalam rangka mengelola ketersediaan pangan di suatu daerah. Pemantauan kejadian kekeringan di lahan sawah dapat dihasilkan dengan pemanfaatan data Satelit MODIS dan TRMM. Tujuan penulisan ini adalah menampilkan informasi spasial kondisi rawan kekeringan di lahan sawah di Provinsi Jawa Timur, terutama saat terjadi banyak kekeringan pada periode bulan Juli – September 2011. Data yang digunakan dalam kegiatan ini adalah data satelit Terra/Aqua MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) dan data satelit TRMM pada periode yang sama di bulan Juli - September 2011, luas baku sawah dan peta administrasi wilayah Provinsi Jawa Timur. Metode yang digunakan adalah mengkombinasi antara *Enhanced Vegetation Index* (EVI) dengan *Land Surface Temperature* (LST) sehingga diperoleh *Evapotranspirasi Potensial* (ETP) untuk membuat kekeringan Meteorologis dan Agronomis. Selanjutnya dilakukan pengolahan data reflektansi untuk menghitung Kekeringan Hidrologis. Setelah itu dilakukan klasifikasi kondisi kekeringan lahan sawah menjadi 5 kelas yaitu non Kering, Ringan, Sedang, Berat, dan Puso.

Kata kunci: kondisi kekeringan, data satelit, modis, trmm, *enhanced vegetation index* (evi), *land surface temperature* (lst), *potensial evapotranspiration* (ep)

Abstract: Information of drought condition, especially in the paddy field is much needed in order to manage food availability in a certain area. Drought monitoring in paddy field can be generated by using MODIS and TRMM data. The purpose of this paper is to show spatial information of drought prone condition in the paddy field in East Java Province especially on July – September 2011. Data used in this paper is Terra/Aqua MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) and TRMM data in the same period on July – September 2011, standard extensive field and administration map of East Java Province. The method which is used in this paper is combining EVI (Enhance Vegetation Index) with LST (Land Surface Temperature) to obtain ETP (Potential Evapotranspiration) and make Meteorologist and Agronomist Drought parameter. Furthermore, processing of reflectance data was done to calculate Hydrologist Drought parameter. After that, this drought condition was classified into five class, namely non dry, mild, moderate, heavy and puso (crop failure).

Key words: drought condition, food vulnerability, modis trmm data, *enhanced vegetation index* (evi), *land surface temperature* (lst), *potensial evapotranspiration* (ep)

PENDAHULUAN

Latar belakang penelitian makalah ini adalah bahwa informasi ketersediaan pangan di suatu daerah sangat terkait dengan kecukupan pangan, dan masalah lingkungan/ekologi dan sosial lainnya, karena merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat ketahanan pangan suatu daerah. Dalam rangka membantu pemerintah untuk menentukan kebijakan pengadaan pangan di Indonesia agar tidak terjadi kerentanan pangan (*Food Vulnerability*) yang tinggi, maka diperlukan masukan tentang perkiraan kegagalan panen atau penurunan produksi pangan akibat dari kekeringan dan banjir pada lahan pertanian. Kegiatan pemantauan ini dilaksanakan pada lahan sawah di Provinsi Jawa Timur dan Bali sebagai daerah kajian mengingat bahwa sampai saat ini Pulau Jawa masih menjadi salah satu sentra produksi padi (hingga 70 %) yang penting di Indonesia.

Data MODIS yang memiliki resolusi temporal

tinggi (setiap hari) dan resolusi spasial menengah (250m–500m) dapat memantau perubahan-perubahan yang terjadi selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Sedangkan data satelit penginderaan jauh resolusi tinggi seperti Landsat 7 ETM+, SPOT, ASTER, dan ALOS yang mempunyai resolusi spasial hingga 10 m dan sensor yang sensitif terhadap perubahan kondisi air, vegetasi dan tanah dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi batas penggunaan lahan sawah (luas baku sawah) dan bukan lahan sawah.

Dalam memantau kondisi tanaman pangan juga perlu diamati tingkat kehijauan vegetasi yang menjadi salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui keadaan vegetasi suatu daerah. Dari tingkat kehijauan vegetasi ini dapat dilihat pola perubahan kehijauan tanaman dan kondisi bera serta kondisi air pada daerah yang dikaji. Perbedaan kondisi ini dapat digunakan dalam

analisis tingkat kekeringan di lahan sawah untuk melihat kondisi ketersediaan air. Pemantauan kondisi kekeringan yang mungkin terjadi secara kontinyu sangat menentukan keberhasilan panen tanaman pangan. Pemantauan kekeringan ini dapat dilakukan menggunakan data MODIS yang memiliki kemampuan untuk memantau kawasan luas. Di samping itu, untuk kajian lebih detil dapat dianalisis menggunakan data Landsat 7 **ETM+**, **ASTER**, **ALOS** dan **SPOT**.

Informasi tentang kondisi kehijauan tanaman dan kondisi ketersediaan air sangat diperlukan untuk optimalisasi penggunaan air yang tersedia sehingga dapat mengoptimalkan produksi tanaman. Informasi tersebut diturunkan melalui data EVI (*Enhance Vegetation Index*). Sedangkan informasi kondisi kekeringan ini juga didukung oleh ketersediaan air dari aspek curah hujan. Pendugaan curah hujan harian/aktual diperoleh dari data TRMM yang merupakan gabungan dari beberapa satelit cuaca. Bulan Juli – September 2011 merupakan bulan dengan curah hujan rendah sehingga penelitian ini hanya dilakukan pada bulan tersebut untuk daerah kajian di Provinsi Jawa Timur dan Bali.

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan kualitas penyediaan informasi tingkat kehijauan vegetasi tanaman padi sawah di Provinsi Jawa Timur dan Bali, dan meningkatkan kualitas penyediaan informasi spasial potensi rawan kekeringan di lahan sawah di Provinsi Jawa Timur dan Bali berbasis penginderaan jauh. **Tingkat Kehijauan Vegetasi;** Teknologi penginderaan jauh dapat dimanfaatkan dalam menghitung tingkat kehijauan vegetasi. Penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui tingkat kehijauan tanaman padi sawah dengan menggunakan parameter indeks vegetasi terkoreksi yaitu EVI (*Enhance Vegetation Index*) dari data satelit MODIS Terra/Aqua 250 m. EVI merupakan indeks vegetasi yang diperoleh dari reflektansi kanal NIR dan merah satelit MODIS Terra/Aqua. Penajaman indeks vegetasi dilakukan dengan cara koreksi radiometrik dari pengaruh faktor L atau kondisi lahan (tanah dan kerapatan kanopi) dan aerosol yang terdeteksi oleh kanal biru serta posisi penyinaran matahari.

Berdasarkan hasil penelitian Liu dan Huete (1995), EVI didefinisikan sebagai:

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

L = Canopy Background Brightness Correction Factor
G = Gain Factor
p_{nir} = NIR reflectance
p_{red} = Red reflectance
p_{blue} = Blue reflectance
C₁ = Atmosphere Resistance Red Correction Coefficient
C₂ = Atmosphere Resistance Blue Correction Coefficient

Evapotranspirasi dapat didefinisikan sebagai kehilangan air dari permukaan tanah melalui dua proses yaitu evaporasi dan transpirasi. Evaporasi merupakan kehilangan air dari tubuh air yang terbuka, seperti danau, waduk, lahan basah, lahan terbuka dan salju. Transpirasi merupakan kehilangan air dari tanaman.

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Dede Dirgahayu dkk (2011), estimasi nilai evapotranspirasi dapat diperoleh dengan pemanfaatan data penginderaan jauh Satelit MODIS Terra/Aqua 8 harian yaitu nilai reflektansi untuk perhitungan EVI (*Enhance Vegetation Index*) dan LST (*Land Surface Temperature*) yang dapat diperlihatkan pada rumus berikut:

$$ETP = 5 \times \left(\frac{1.534 \times LST}{5} - 0.598 \times \left(\frac{EVI - 128}{125} \right) - 12.99 \right) \dots(2)$$

Curah Hujan TRMM; Dalam menduga curah hujan harian/aktual yang digunakan untuk mendukung pemantauan diperoleh dari data satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*). Satelit TRMM merupakan misi bersama antara National Aeronautics and Space Administration (NASA) dari Amerika Serikat dan Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). TRMM diluncurkan pada bulan November 1997 dan sampai saat ini terus beroperasi dalam orbit rendah meliputi daerah tropis antara sekitar 40 LU untuk 40 LS. Beberapa sensor curah hujan utama yang dibawa oleh TRMM meliputi Sensor PR (*Precipitation Radar*) dan sensor TMI (TRMM Microwave Imager).(colostate.edu/CRDC/datasets/TRMM_overview.html).

Data TRMM juga mempunyai keunggulan, antara lain tersedia secara near real-time setiap tiga jam sekali, konsisten, daerah cakupan yang luas yaitu wilayah tropik,

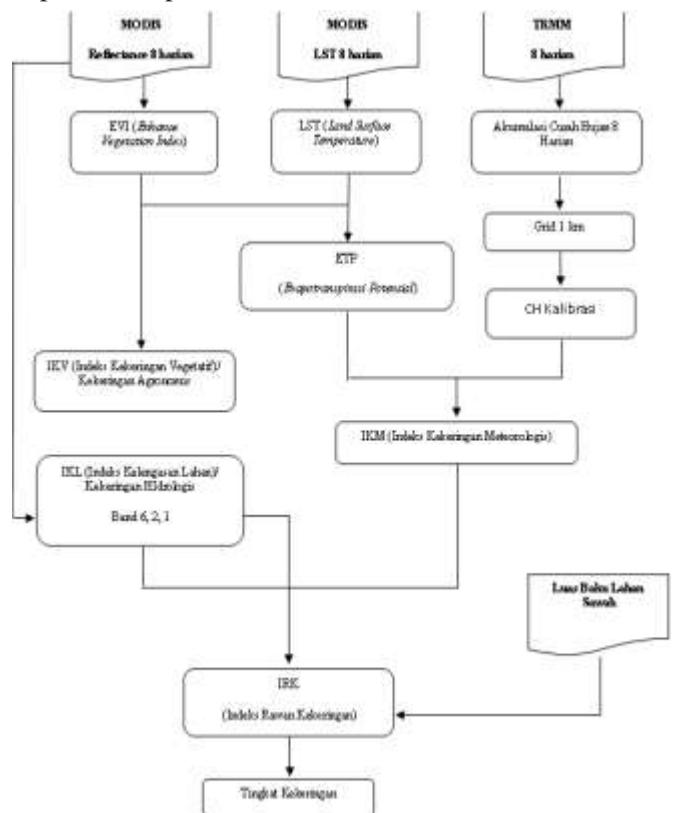
resolusi spasial yang cukup tinggi (0.25 x 0.25), dan dapat diakses secara gratis. Meskipun demikian, keterbatasan dari aplikasi data TRMM adalah periode waktu dari data yang relatif masih singkat serta masih diperlukan banyak validasi terutama untuk pemanfaatan curah hujan lokal. Menurut Roswintiarti (2009) menyatakan bahwa data TRMM sangat berpotensi untuk digunakan sebagai salah satu alternatif dalam memantau dan memprediksi curah hujan di Indonesia, dimana pola fluktuasi curah hujan dari TRMM dan dari stasiun meteorologi di Kabupaten Indramayu menggunakan data curah hujan bulanan selama tahun 1998 – 2004 relatif sama, dengan koefisien korelasinya (r) sebesar 0.807.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zubaidah A. dan Dirgahayu D. (2011), diperoleh model estimasi curah hujan TRMM periode 8 harian $Y = 0,592 X + 2,58$; dimana Y adalah nilai estimasi curah hujan 8 harian dengan menggunakan data TRMM dan X adalah curah hujan 8 harian dari TRMM. Model ini dapat digunakan untuk mendukung kegiatan pemantauan rawan banjir dan kekeringan lahan sawah di wilayah Indramayu dengan nilai korelasi sebesar $r = 87,2\%$ atau setara dengan nilai koefisien determinasi (R^2) = 76,1%. Nilai curah hujan sesudah dilakukan validasi dengan model tersebut memiliki nilai curah hujan yang mendekati nilai curah hujan di lapangan.

Pengolahan Data meliputi Pengolahan Data Curah Hujan, Tingkat Kehijauan Vegetasi (TKV) dan Kondisi Kekeringan pada Lahan Sawah.

1. Pengolahan data curah hujan harian aktual dari data satelit TRMM, selanjutnya dibuat akumulasi curah hujan bulanan dari bulan Juli – September 2011. Dari Akumulasi curah hujan dilakukan interpolasi menjadi resolusi 1 km.
2. Penyusunan klasifikasi TKV berdasarkan nilai *Enhanced Vegetation Index (EVI)* untuk menentukan wilayah lahan sawah yang tergolong tingkat kehijauan vegetasi tertentu (Tingkat Kehijauan Sangat Rendah (TKSR), Tingkat Kehijauan Rendah (TKR), Tingkat Kehijauan Sedang), Tingkat Kehijauan Tinggi (TKT), dan Kondisi Air atau Bera.
3. Pengolahan tingkat kekeringan di lahan sawah dengan menghitung tiga indeks kekeringan yang mencakup indeks

kekeringan meteorologist, indeks kekeringan agronomis/kekeringan vegetatif, dan indeks kekeringan hidrologis/kelengasan tanah. Kemudian dilakukan penggabungan ketiga indeks kekeringan tersebut menjadi tingkat kekeringan di lahan sawah, berikut dengan melakukan penyusunan klasifikasi kondisi kekeringan lahan sawah menjadi 5 tingkatan yaitu Non Kering, Kering Ringan, Kering Sedang, Kering Berat, dan Puso. Tahapan pengolahan tingkat kekeringan lahan sawah dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Pengolahan Tingkat Kekeringan Lahan Sawah

Tujuan penulisan ini adalah menampilkan informasi spasial kondisi rawan kekeringan di lahan sawah di Provinsi Jawa Timur, terutama saat terjadi banyak kekeringan pada periode bulan Juli – September 2011. Data yang digunakan dalam kegiatan ini adalah data satelit Terra/Aqua MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) dan data satelit TRMM pada periode yang sama di bulan Juli - September 2011, luas baku sawah dan peta administrasi wilayah Provinsi Jawa Timur. Metode yang digunakan adalah mengkombinasi antara *Enhanced Vegetation Index (EVI)* dengan *Land Surface*

Temperature (LST) sehingga diperoleh *Evapotranspirasi Potensial* (ETP) untuk membuat kekeringan Meteorologis dan Agronomis.

PEMBAHASAN

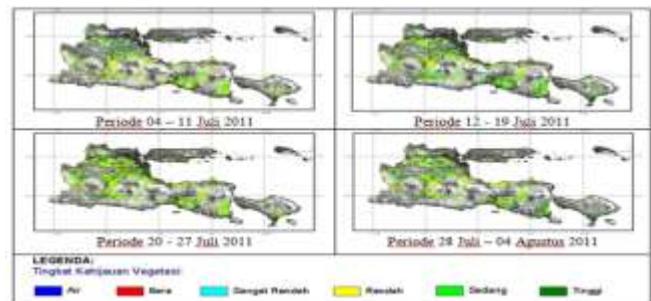
Kondisi Tingkat Kehijauan Vegetasi dan Fase Lahan Sawah

Gambar 2a – 2d, menunjukkan kondisi Tingkat Kehijauan Vegetasi (TKV) lahan sawah di Provinsi Banten dan Jawa Barat bulan selama 3 periode 8 harian, yaitu 04 Juli - 27 Juli 2011. Lahan sawah di Provinsi Jawa Timur minggu pertama - ketiga bulan Juli didominasi oleh kondisi TKV rendah, yaitu di Kabupaten Jember, Banyuwang, Bojonegoro dan Kediri. Kondisi TKV tinggi terdapat di Kabupaten Banyuwangi, Jember dan Sumenep. Demikian juga di Provinsi Bali, kondisi TKV rendah mendominasi ini yang terpantau di Kabupaten Buleleng, Gianyar, dan Tabanan. Fase air terpantau di Kabupaten Tuban, Lamongan, Jember, dan Tuban. Sedangkan fase bera mendominasi di Kabupaten Ngawi, Tuban, Banyuwangi, dan Madiun. Sedangkan untuk Provinsi Bali, fase air terpantau di Kabupaten Buleleng, Badung, dan Gianyar. Untuk fase bera mendominasi di Kabupaten Gianyar, Tabanan, dan Buleleng.

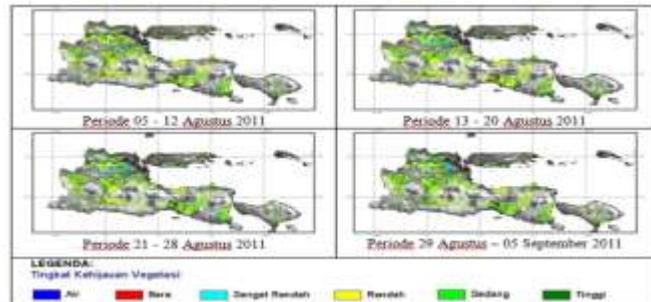
Gambar 3a – 3d, memperlihatkan kondisi TKV lahan sawah di Provinsi Jawa Timur dan Bali untuk periode 05 – 29 Agustus 2011. Kondisi TKV rendah terpantau mendominasi hampir di semua Kabupaten di Provinsi Jawa Timur, seperti: Kabupaten Bojonegoro, Jember, Banyuwangi dan Kediri. Fase air terdapat di Kabupaten Banyuwangi dan Lamongan. Fase bera terpantau mendominasi Kabupaten Banyuwangi, Lamongan dan Gresik. Sedangkan di Provinsi Bali kondisi TKV rendah terpantau Buleleng, Gianyar, dan Tabanan. Sedangkan untuk TKV tinggi terpantau di Kabupaten Gianyar dan Badung.

Gambar 4a – 4c, menunjukkan kondisi TKV lahan sawah pada sebagian besar kabupaten di Provinsi Jawa Timur periode 06 – 30 September 2011. Kondisi TKV tinggi terpantau mendominasi Kabupaten Banyuwangi, Jember, dan Blitar. TKV rendah terpantau di Kabupaten

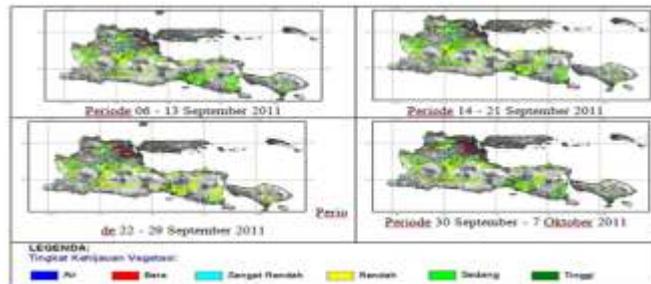
Bojonegoro, Banyuwangi, Jember dan Kediri. Sedangkan fase air terpantau di beberapa Kabupaten, yaitu: Banyuwangi, Gresik dan Lamongan dan fase bera terpantau di Kabupaten Bojonegoro, Lamongan dan Gresik. Sedangkan di provinsi Bali TKV rendah terpantau di Kabupaten Buleleng, Gianyar dan Tabanan.



Gambar 2. Informasi Tingkat Kehijauan Vegetasi Lahan Sawah Bulan Juli di Provinsi Jawa Timur dan Bali



Gambar 3. Informasi Tingkat Kehijauan Vegetasi Lahan Sawah Bulan Agustus di Provinsi Jawa Timur dan Bali



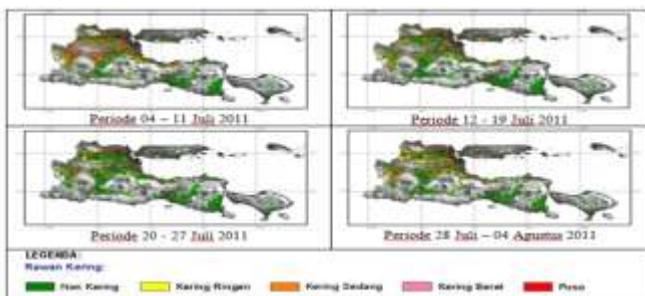
Gambar 4. Informasi Tingkat Kehijauan Vegetasi Lahan Sawah Bulan September di Provinsi Jawa Timur dan Bali

Kondisi Rawan Kekeringan Lahan Sawah

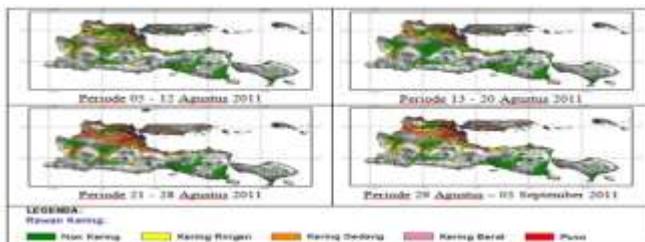
Curah hujan yang semakin berkurang pada minggu pertama dan kedua di bulan Juli 2011 telah menyebabkan terjadinya kekurangan pasokan air pada lahan sawah di beberapa kabupaten di Provinsi Jawa Timur dan Bali yang diperlihatkan pada gambar 5a – 5d, 6a – 6d, dan 7a – 7c .

Gejala kekeringan terjadi pada minggu pertama bulan Juli 2011 di Provinsi Jawa Timur dan Bali terjadi

di Kabupaten: Bojonegoro, Tuban, Ngawi, Lamongan dan Madiun. Demikian juga sebagian besar lahan sawah di Provinsi Bali terpantau kondisi kekeringan di Kabupaten: Buleleng, Gianyar, Badung dan Tabanan. Sedangkan di bulan Agustus terpantau kondisi kekeringan ringan/ sedang mendominasi di Kabupaten Bojonegoro, Lamongan, Tuban, dan Probolinggo. Sedangkan kondisi kekeringan berat/puso terpantau pada periode ketiga bulan Agustus di Kabupaten Bojonegoro, Lamongan dan Gresik. Untuk Provinsi Bali hanya terdapat sebagian kecil kondisi kekeringan ringan/ sedang di Kabupaten Buleleng dan Gianyar.



Gambar 5. Informasi Tingkat Kekeringan Lahan Sawah Bulan Juli di Provinsi Jawa Timur dan Bali.



Gambar 6. Informasi Tingkat Kekeringan Lahan Sawah Bulan Agustus di Provinsi Jawa Timur dan Bali.

Kondisi kekeringan berat/puso dan kondisi kekeringan ringan/ sedang di Provinsi Jawa Timur pada bulan September 2011 banyak terpantau di Kabupaten Bojonegoro, Lamongan, Probolinggo dan Tuban. Sedangkan di Provinsi Bali kondisi kekeringan ringan/ sedang terpantau di Kabupaten Buleleng, Gianyar, Badung dan Jembrana.



Gambar 7. Informasi Tingkat Kekeringan Lahan Sawah Bulan September di Provinsi Jawa Timur dan Bali.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Kondisi Tingkat Kehijauan Vegetasi (TKV) lahan sawah di Provinsi Jawa Timur dan Bali pada bulan Juli-September 2011 selama 11 periode 8 harian, didominasi oleh kondisi TKV rendah. Curah hujan yang semakin berkurang di bulan Juli 2011 telah menyebabkan terjadinya kekurangan pasokan air pada lahan sawah di beberapa kabupaten, terutama pada Agustus dan September.
2. Gejala tingkat kekeringan ringan-sedang didominasi di Provinsi Jawa Timur, dengan kondisi kekeringan berat-puso banyak terjadi di periode awal bulan Juli hingga bulan September. Sedangkan di Provinsi Bali didominasi oleh tingkat kekeringan ringan-sedang dan beberapa kondisi kekeringan berat-puso terpantau di beberapa kabupaten.
3. Dilihat keterkaitan antara TKV (Tingkat Kehijauan Vegetasi) dan kondisi kekeringan vegetasi, hasil pemantauan TKV di Provinsi Jawa Timur dan Bali pada bulan Juli – September 2011 didominasi oleh TKV rendah yang dapat mengindikasikan kondisi vegetasi tersebut mengalami kekeringan.

Saran-Saran

1. Kegiatan pemantauan harus dilakukan secara terus menerus, karena hal ini ada keterkaitannya dengan hasil produksi panen.
2. Selanjutnya perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai seberapa besar tingkat akurasi hasil pemantauan kekeringan di lahan sawah menggunakan data penginderaan jauh MODIS.

DAFTAR PUSTAKA

- Roswintiarti R., Sofan P., Zubaidah A., 2009. "Pemanfaatan Data TRMM dalam Mendukung Pemantauan dan Prediksi Curah Hujan Di Indonesia". *Berita Inderaja*. Volume VIII. No.14 Juli 2009: Hal : 29.
- Roswintiarti R., Sofan P., Zubaidah A., TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), Updated: January 22, 2003
- Roswintiarti R., Sofan P., Zubaidah A., Overview TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), .colostate.edu/CRDC/datasets/TRMM_overview.html. Tanpa Tahun.
- TRMM, <ftp://trmmopen.gsfc.nasa.gov/pub/merged/mergeIRMicro/>. Tanpa Tahun.