VARIASI NILAI INDEKS VEGETASI MODIS PADA SIKLUS PERTUMBUHAN PADI

Dyah R. Panuju[1,3], Febria Heidina[1], Bambang H. Trisasongko[1,3], Boedi Tjahjono[1], A. Kasno[2], Aufa H.A. Syafril[1]

[1]Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, FAPERTA-IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

[2]Balai Penelitian Tanah, Jl. Ir. H. Juanda 98, Bogor.

[3]Peneliti pada Pusat Pengkajian Perencanaan dan Pengembangan Wilayah, LPPM-IPB, Jl. Raya Pajajaran, Bogor, 16144

E-mail: d.panuju@hotmail.com

ABSTRACT

Remote sensing technology has been employed extensively for food crops mapping and monitoring. Despite its widespread utilization, analyses have been limited to single set of data. Rice monitoring, ideally, requires time series data and therefore needs high revisit satellite configuration. Nonetheless, very limited research has been dedicated to time series data. This paper presents a study on the use of MODIS time series data for understanding various stages of rice growth in Subang Regency. Two widely-recognized vegetation indices were compared, namely Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Enhanced Vegetation Index (EVI). It is shown that 8-day temporal compositing scheme was unable to provide a proper dataset for this application. This suggests that detailed rice growth could be monitored solely in dry season.

Keywords: MODIS, paddy phenology, NDVI, EVI.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi penginderaan jauh telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang, termasuk diantaranya bidang pertanian pangan. Namun demikian, fokus utama pemanfaatan masih terbatas pada penggunaan data akuisisi tunggal. Aplikasi pemantauan tanaman pangan, terutama padi, yang memiliki siklus pertumbuhan sangat cepat sangat membutuhkan konfigurasi deret waktu. Telaah literatur menunjukkan bahwa analisis deret waktu sangat terbatas disajikan. Makalah ini menyajikan analisis data serial untuk memantau berbagai fase pertumbuhan padi di Kabupaten Subang memanfaatkan data MODIS yang tersedia secara gratis. Dua indeks kehijauan yaitu *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Enhanced Vegetation Index* (EVI) dibandingkan dalam kajian ini. Makalah ini menunjukkan indikasi bahwa citra komposit multitemporal 8 hari belum mampu menyediakan data untuk tujuan pemantauan pertumbuhan padi. Dengan demikian, analisis data hanya dapat dimungkinkan pada musim kemarau.

Diterima (received): 1-7-2009; disetujui untuk publikasi (Accepted): 19-12-2009.

PENDAHULUAN

Beras merupakan komoditas penting bagi beberapa negara di dunia khususnya di Asia. Penelitian yang dilakukan oleh *International Rice Research Institute* (2007) menunjukkan bahwa jika terjadi peningkatan penduduk di Asia sebesar 1-1.5% per tahun maka akan terjadi peningkatan kebutuhan beras berkisar 10-15%. Gambaran tersebut menjadi indikasi pentingnya peningkatan produksi padi melalui pencetakan sawah baru serta intensifikasi pengelolaan sawah. Intensifikasi produksi terkait erat dengan peningkatan produktivitas melalui aplikasi benih unggul dan perbaikan sistem pengelolaan dan teknik produksi yang tepat guna.

Disamping aspek peningkatan produksi baik dari sisi intensifikasi maupun ekstensifikasi, permasalahan terkait padi cukup beragam diantaranya terkait dengan distribusi produksi serta inventarisasi dan pemantauan area produksi. Pemantauan lahan sawah perlu dilakukan secara terus-menerus untuk menjamin ketersediaan data untuk perencanaan pertanian. Khusus terkait dengan inventarisasi dan pemantauan produksi, peranan penginderaan jauh dan informasi spasial cukup dominan. Berbagai kajian telah melaporkan pemantauan dengan menggunakan citra satelit optik dan radar yang bervariasi baik resolusi spasial, temporal maupun radiometriknya. Fang (1998) dan Fang *et al.* (1998) melaporkan pemanfaatan citra NOAA dan Landsat TM untuk menduga luasan wilayah penanaman. Indeks vegetasi seperti *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Land Surface Water Index* (LSWI), dan *Enhanced Vegetation Index* (EVI) juga telah dimanfaatkan untuk tujuan ini, seperti yang telah dilaporkan oleh Xiao *et al.* (2005; 2006). Penelitian Panuju dan Trisasongko (2008) menunjukkan kemampuan metode pohon keputusan dalam memetakan lahan sawah pada dua lokasi dengan ukuran petakan yang berbeda. Pemanfaatan sensor Synthethic Aperture Radar (SAR) juga telah dilakukan di berbagai lokasi. Trisasongko *et al.* (2009) mendemonstrasikan pemanfaatan data SAR polarisasi penuh untuk deteksi wilayah panen melalui prosedur dekomposisi matriks koherensi.

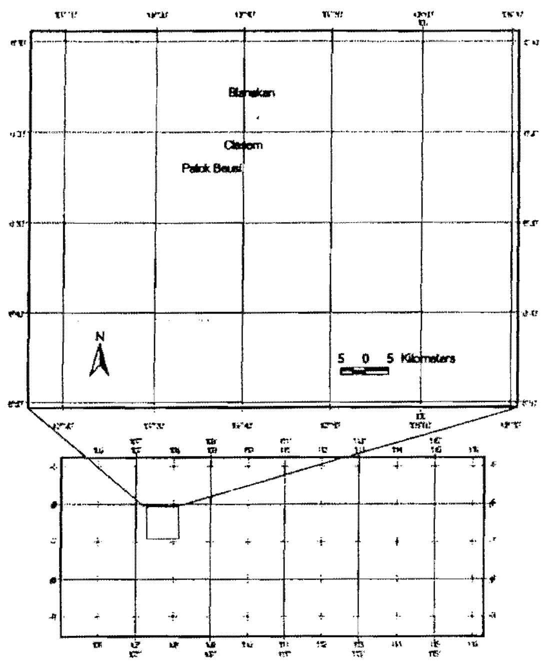
Menurut Van Niel dan McVicar (2001) pemantauan tanaman khususnya padi seharusnya disertai pemahaman tentang fenologi tanaman ini. Fenomena tersebut dapat dipelajari dengan memanfaatkan berbagai indeks vegetasi yang telah dikembangkan. Namun demikian, penelitian tentang fenologi padi dari data penginderaan jauh sangat terbatas. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh kebutuhan data yang sangat tinggi; seringkali diperlukan beberapa musim tanam secara berurutan. Secara umum di Indonesia khususnya Pantai Utara Jawa Barat, padi dapat dibudidayakan selama dua musim, yaitu musim kemarau dan hujan. Perbedaan waktu tanam tersebut mempengaruhi kondisi tanaman yang terekam oleh citra satelit dalam proses pemantauan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pertumbuhan padi di wilayah Subang dengan menggunakan indeks vegetasi yang diturunkan dari data reflektan sensor MODIS Terra.

METODE

Lokasi Studi

Wilayah yang dijadikan sebagai lokasi penelitian adalah wilayah kerja PT Sang Hyang Seri yang berada di tiga kecamatan di Kabupaten Subang, yaitu Kecamatan Blanakan, Ciasem dan Patok Beusi. Lokasi contoh dipilih karena area dan manajemen lahan di lokasi tersebut

relatif luas sehingga memungkinkan untuk mengambil contoh homogen dalam satu piksel citra MODIS. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data dan Analisis

Data yang digunakan adalah data reflektan MODIS Terra (MOD09A1) yang merupakan citra hasil komposit 8 hari dengan resolusi spasial 500 m sepanjang tahun 2008. Variasi nilai NDVI dan EVI dari siklus pertumbuhan padi didapatkan dari hasil analisis citra MODIS dari tanggal tanam (11-25 April 2008) sampai tanggal panen padi (Oktober 2008). Data diperoleh melalui proses pengunduhan dari alamat protokol transfer (FTP) e4ftl01u.ecs.nasa.gov dari tanggal 01 Januari 2008 sampai tanggal 26 Desember 2008 sebanyak 46 citra. Jenis data reflektan MODIS MOD09A1 memiliki 7 kanal spektral, umumnya digunakan untuk mengamati vegetasi dan permukaan daratan, yaitu kanal spektral biru (459 - 479 nm), hijau (545 – 565 nm), merah (620 – 670 nm), inframerah dekat (NIR1: 841 – 875 nm), NIR2: 1230 -1250 nm), dan infra merah gelombang pendek (SWIR1: 1628 – 1652 nm, SWIR2: 2105 – 2155 nm). Data MODIS Terra yang diunduh mencakup wilayah yang cukup luas. Untuk mempermudah analisis, data tersebut dipotong sesuai wilayah studi, berdasarkan informasi lapangan dan diperkuat dengan citra resolusi tinggi ALOS PRISM dan AVNIR-2. Pra-pengolahan lain yang perlu dilakukan adalah pengubahan geometri citra, dari proyeksi sinusoidal menjadi UTM-WGS 1984. Selanjutnya, pada masing-masing citra reflektan, diturunkan citra indeks vegetasi NDVI dan EVI dengan persamaan yang disajikan oleh Huete et al. (2002):

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\alpha_{nir} - \alpha_{red}}{\alpha_{nir} + \alpha_{red}} \quad \text{dan} \quad \mathrm{EVI} = 2.5\frac{(\alpha_{nir} - \alpha_{red})}{(L + \alpha_{nir} + \varsigma_1\alpha_{red} - \varsigma_2\alpha_{blue})}$$

dimana:

a_{nir} = nilai kanal spektral infra merah dekat
a_{red} = nilai kanal spektral merah
a_{blue} = nilai kanal spectral biru
L = faktor pengaruh tanah yang nilainya dianggap = 1.
ζ_1 = faktor koreksi untuk atmosfer yang nilainya dianggap = 6
ζ_2 = faktor koreksi untuk atmosfer yang nilainya dianggap = 7.5

Untuk mempermudah interpretasi data deret waktu, pada tahap selanjutnya dilakukan penumpukan (*stacking*) data. Berdasarkan data pendukung yang ada, ditetapkan 5 lokasi pengamatan serial waktu untuk mempelajari fenologi padi seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Titik tengah lokasi contoh

Kode Lokasi	Titik tengah sumbu koordinat X	Titik tengah sumbu koordinat Y
1104	792243.58442	9300497.99758
1704	791227.79796	9299063.86181
2004	790720.00007	9298746.56378
2204	790588.22133	9299599.35929
2504	790790.99266	9300298.89135

Unit contoh ditetapkan sesuai dengan ukuran satu piksel citra MODIS MOD09A1 yaitu 500m x 500 m atau 25 ha. Berdasarkan syarat tersebut, hanya unit contoh varietas Ciherang yang terpilih untuk dianalisis lebih lanjut. Pengkodean unit contoh dilakukan berdasarkan tanggal dan bulan tanam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Citra MODIS Terra

Citra MODIS Terra komposit waktu (kode data MOD09A1) merupakan satu produk turunan citra asli MODIS yang menarik dikaji. Citra komposit waktu sangat cocok digunakan di wilayah tropik yang memiliki tingkat cakupan awan sangat tinggi. Dengan melakukan komposit waktu efek awan atau gangguan atmosfer lain dapat diminimalkan. Data MOD09A1 juga merupakan data reflektansi permukaan; koreksi awal yang cukup rumit untuk pengguna awam seperti koreksi radiometri dan atmosfer telah dilakukan pihak penyedia data. Kerangka waktu dalam melakukan komposit cukup sesuai dengan kebutuhan aplikasi padi yaitu 8 hari sekali, sehingga dalam sebulan terdapat 4 buah citra. Namun demikian, dari pengamatan visual pada setiap citra yang diunduh, gangguan awan masih sangat nyata terlihat terutama pada awal dan akhir tahun pengamatan. Hal ini menunjukkan indikasi bahwa tingkat kesulitan akuisisi data di wilayah studi masih sangat tinggi dan belum dapat dikurangi dengan menggunakan komposit waktu. Pada tahun 2008, tutupan awan menghalangi perekaman data pada bulan Januari-Februari. Hal ini mempengaruhi kualitas data yang dihasilkan. Dengan kata lain, data-data pada perekaman bulan tersebut akan berpeluang besar menghasilkan nilai indeks yang tidak stabil.

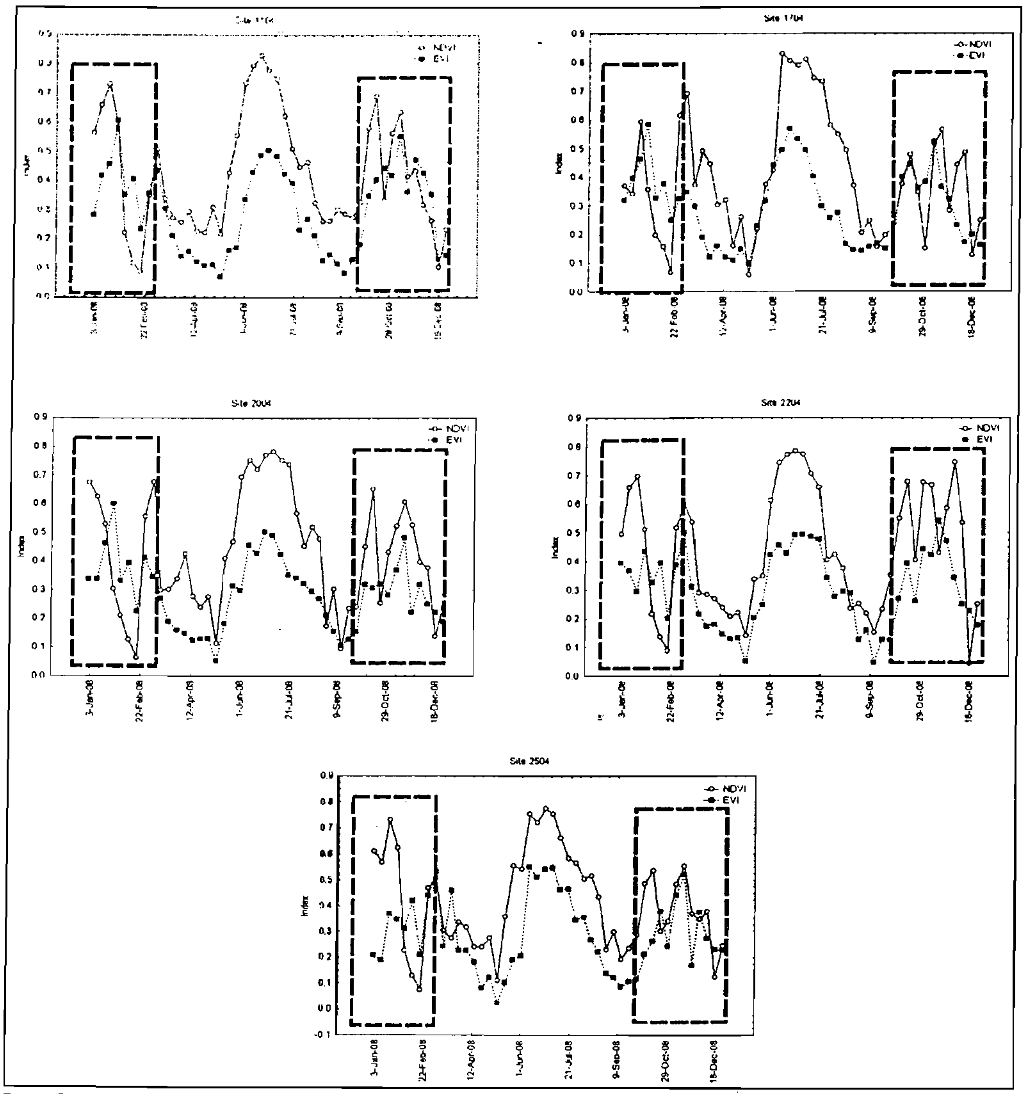
Nilai indeks vegetasi sepanjang tahun 2008

Nilai indeks vegetasi berperan besar jika digunakan dalam pembandingan pada saat bersamaan untuk mengetahui sebaran tingkat kehijauan permukaan bumi atau memisahkan jenis tutupan lahan bervegetasi dengan lahan yang tidak bervegetasi. Data tersebut juga dapat digunakan untuk mempelajari fenologi tanaman semusim, diantaranya padi, bila data indeks diturunkan dari data dasar yang telah terkoreksi dengan baik, seperti pada data MOD09A1. Data deret waktu nilai indeks vegetasi sepanjang tahun 2008 disajikan dalam Gambar 2. Grafik tersebut mengindikasikan bahwa tutupan awan atau gangguan atmosfer lain yang tidak dapat dikurangi oleh prosedur koreksi sangat mempengaruhi stabilitas nilai indeks vegetasi. Hasil akuisisi bulan Januari-Februari yang berdasarkan informasi kualitas data menunjukkan adanya pengaruh awan, menggambarkan terjadinya instabilitas tersebut. Instabilitas ini juga terindikasi terjadi di akhir tahun 2008, walaupun dari pengamatan visual tidak dinyatakan sebagai kondisi berawan. Fluktuasi nilai indeks NDVI dan EVI yang cukup besar menunjukkan kondisi instabilitas indeks yang dipengaruhi oleh gangguan atmosfer. Secara umum kejadian instabilitas di lokasi penelitian terjadi pada awal tahun, yaitu antara bulan Januari-Februari, dan akhir tahun mulai Oktober sampai dengan Desember. Kejadian tersebut bertepatan dengan musim hujan dimana tutupan awan berpengaruh besar di wilayah tropis. Dari besaran indeks, nilai NDVI cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan nilai EVI. Proses koreksi atmosferik pada kanal merah dan biru dalam penghitungan nilai EVI menyebabkan nilainya cenderung lebih rendah dibandingkan dengan nilai NDVI. Jika ditinjau dari persamaan penghitungan nilai EVI, kondisi tersebut bisa terjadi dalam kondisi $(L-\zeta_2\ \alpha_{blue}) > (\alpha_{nir} + \zeta_1\ \alpha_{red})$ dan $(L-\zeta_2\ \alpha_{blue}) \geq 0$ atau selalu positif. Dengan koreksi tambahan tersebut, fluktuasi nilai EVI dalam deret waktu terlihat lebih rendah dibandingkan dengan nilai NDVI. Pada masa-masa yang tidak terkendala oleh awan, nilai NDVI lebih besar dari EVI. Hanya pada kondisi pengaruh awan cukup besar, beberapa titik contoh menunjukkan kondisi nilai EVI yang lebih besar dari NDVI. Hal ini bisa dilihat pada deret NDVI dan EVI pada Gambar 2 pada kelima titik contoh di bulan Februari.

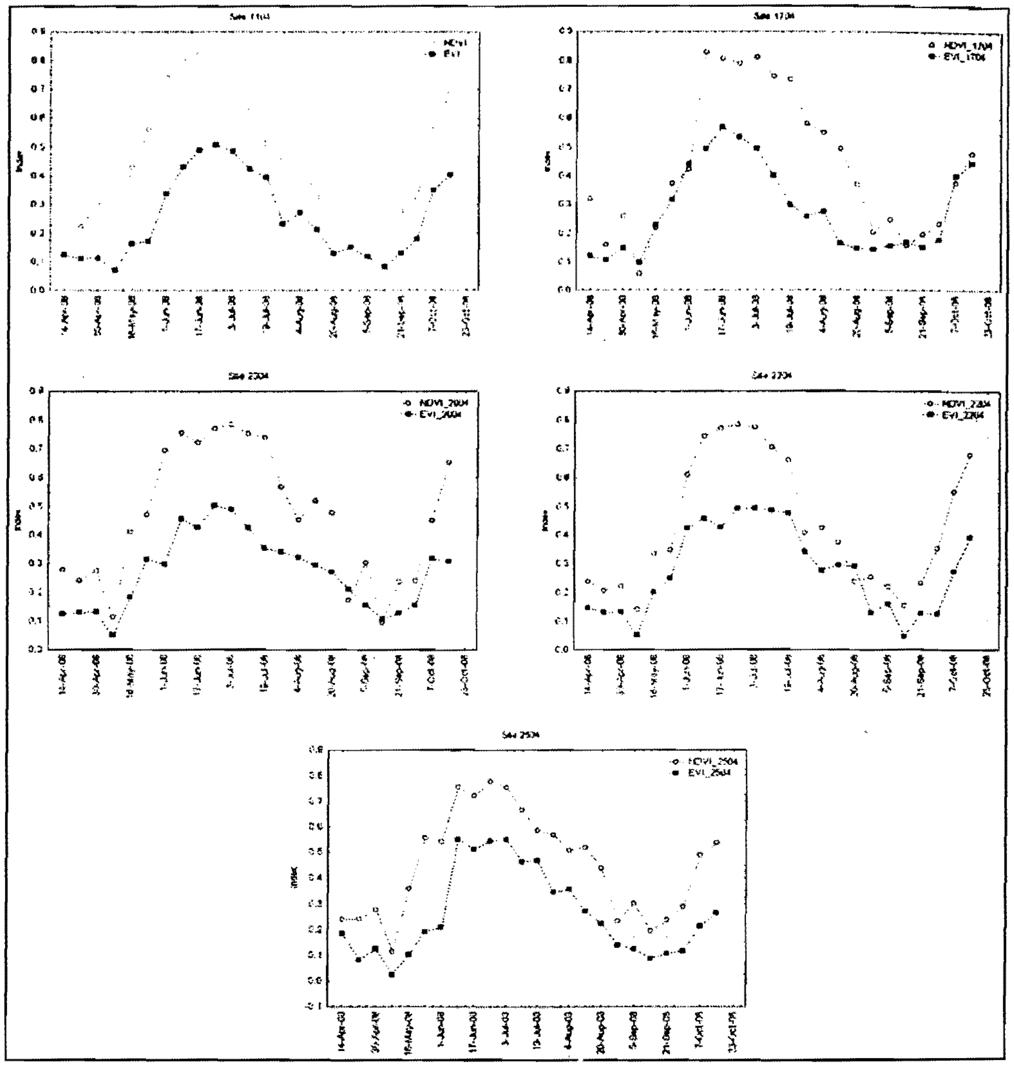
Nilai NDVI pada satu siklus pertumbuhan padi

Untuk menghindari bias yang disebabkan oleh pengaruh atmosfer, analisis selanjutnya diarahkan pada satu siklus pertumbuhan saja, yaitu pada musim kemarau. Peredaman fluktuasi nilai indeks terlihat signifikan, seperti yang disajikan pada Gambar 3. Pada berbagai lokasi contoh yang diamati, NDVI ditunjukkan sangat sensitif terhadap fluktuasi nilai antar waktu. Hal ini menunjukkan bahwa analisis data NDVI seharusnya tidak dilakukan pada satu titik pengamatan saja, mengingat fluktuasi antar pengamatan pada waktu yang berdekatan masih cukup tinggi. Penggunaan EVI, dalam hal ini, lebih disarankan. Namun demikian, uji coba lanjutan memanfaatkan berbagai indeks lain yang tersedia di literatur sangat diperlukan untuk memperoleh kesimpulan yang lebih baik. Gambar 3 menunjukkan kenaikan nilai indeks sampai fase vegetatif maksimum dan terus menurun sampai menjelang fase generatif. Selanjutnya terjadi peningkatan kembali sampai fase pematangan dan menjelang panen. Secara umum titik maksimum dicapai pada fase vegetatif dimana jumlah klorofil mencapai tingkat tertinggi atau maksimum. Pada wilayah studi yang sama, Andriarini (2007) menunjukkan hasil yang serupa pada data deret waktu SPOT VEGETATION. Nilai maksimum indeks vegetasi dicapai berkisar diantara tanggal 17 Juni sampai dengan 3 Juli 2008 yaitu pada saat tanaman berumur kurang lebih 80-90 hari karena bibit padi umumnya ditanam kurang lebih 2 minggu setelah ditebarkan. Puncak fase vegetatif ditandai dengan nilai indeks sekitar 0.8 untuk deret waktu NDVI dan sekitar 0.5 untuk indeks EVI.

Dengan memperhatikan secara lebih teliti nilai NDVI dan EVI yang tergambar dalam deret dari lima lokasi contoh yang berbeda tersebut, nampak bahwa tanggal tanam yang berbeda (dari 11 April sampai 25 April) tidak terlihat pengaruhnya dalam membedakan besaran nilai indeks vegetasi. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh musiman cenderung lebih signifikan dibandingkan dengan pengaruh perkembangan vegetasi itu sendiri. Perbedaan tanggal tanam yang hanya berkisar 2 minggu tidak terefleksikan pada deret waktu, baik pada NDVI maupun data EVI. Hal tersebut dapat dipahami dari informasi yang dikumpulkan selama survei lapangan detil yang menunjukkan bahwa umur padi 2 minggu masih menyisakan banyak ruang bagi tutupan tanah tergenang yang belum tertutup oleh kanopi. Implikasi dari informasi tersebut adalah bahwa pemetaan mendetil antara kondisi sawah siap tanam (bera basah) dengan kondisi yang baru tanam mungkin akan sulit dilakukan dengan akurasi yang tinggi pada data MODIS.



Gambar 2. Nilai NDVI dan EVI pada lima lokasi contoh. Dalam kotak bergaris putus-putus adalah nilai indeks vegetasi dipengaruhi atau diduga dipengaruhi oleh tutupan awan.



Gambar 3. Nilai NDVI dan EVI sepanjang satu musim tanam padi (14 April 2008- 15 Oktober 2008) di lima lokasi contoh.

KESIMPULAN

Studi keragaan pertumbuhan padi, yang menjadi data dasar pada perencanaan, memerlukan data deret waktu yang cukup panjang. Kebutuhan yang spesifik tersebut hanya dapat ditelaah dengan sistem sensor yang memiliki ciri tingkat kunjungan (*revisit time*) yang tinggi seperti NOAA AVHRR dan MODIS. Penelitian ini memberikan informasi dasar pola pertumbuhan padi yang dikaji pada data deret waktu indeks vegetasi NDVI dan EVI. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai NDVI relatif lebih fluktuatif dan lebih tinggi dari EVI. Hal ini disebabkan karena formulasi persamaan NDVI tidak memperhitungkan kanal lain yang dapat digunakan untuk mereduksi bias. Nilai NDVI dan EVI akan meningkat seiring dengan umur tanaman padi sampai titik tertentu. Nilai tertinggi NDVI dan EVI terdapat pada masa vegetatif dan akan menurun sampai padi berada pada masa generatif. Peningkatan nilai NDVI dan EVI juga terjadi setelah masa generatif, namun tidak sedrastis pada saat menuju masa vegetatif. Kajian ini juga memberikan indikasi tingkat kesulitan yang tinggi dalam upaya mengekstrak informasi lahan awal tanam dari data MODIS. Identifikasi berlangsungnya awal musim tanam baru dapat dilakukan setelah tanaman berumur 3 minggu atau lebih.

Dari kondisi yang disampaikan di atas, penelitian lebih mendalam tentang perbedaan pengaruh masa (tanggal) tanam dan pengaruh musim terhadap pola indeks vegetasi dalam satu siklus tanaman, perlu dilakukan. Untuk itu perlu dirancang pengamatan pada fase perbedaan tanam dengan jarak yang lebih jauh 1-3 bulan. Dengan demikian akan dapat dibandingkan secara lebih detil apakah tanggal tanam berpengaruh lebih besar dalam membentuk pola indeks dalam satu siklus tanam atau justru pola musim berpengaruh lebih besar dalam membentuk pola grafik indeks dalam satu siklus tanaman padi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Data dan hasil analisis yang disajikan dalam tulisan ini merupakan sebagian dari data dan hasil analisis untuk penelitian yang berjudul "Prediksi Luas Area dan Panen Padi menggunakan citra penginderaan jauh multiskala". Tim penulis mengucapkan terimakasih kepada KKP3T – DEPTAN yang telah mendanai penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Andriarini, D. 2007. Identifikasi produksi padi dan penggunaan lahan di Kecamatan Blanakan, Kecamatan Ciasem dan Kecamatan Patokbeusi, Kabupaten Subang. Skripsi. Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian IPB. Bogor.

Fang, H., Wu, B., Liu, H., Huang, X. 1998. Using NOA AVHRR and Landsat TM to estimate rice area year by year. *International Journal of Remote Sensing*, 19(3), 1367-1393.

Fang, H. 1998. Rice crop area estimation for administrative division in China using remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing*, 19(7), 3411-3419.

International Rice Research Institut (IRRI). 2007. *Rice Today*. diunduh dari http://beta.irri.org/news/images/stories/ricetoday/64/RF_Where%20now%20for%20 the%20global%20rice%20market.pdf.

Huete, AR., Didan, K., Miura, T., Rordriquez, E.P., Gao, X., Ferreira, L.G. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 83, 195–213.

Panuju, D.R., Trisasongko, B.H. 2008. The use of statistical tree methods on rice field mapping. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 14(2), 41-50.

Trisasongko, BH, Raimadoya, M.A., Manijo. 2009. Pemanfaatan data SAR polarimetri untuk observasi sumberdaya lahan. *Pros.Geomatika-SAR Nasional*. p.148-157.

Van Niel, TG., McVicar, TR. 2001. *Rem.Sens of rice-based irrigated agric.* Rice CRC, p. 52.

Xiao, X., Boles, S., Frolking, S., Li, C., Babu, Y.J., Salas, W., Moore III, B. 2006. Mapping paddy rice using multi spectral MODIS image. *Rem.Sens. of Env.*, 100, 95-113.

Xiao X., Boles S., Liu J., Zhuang D., Frolking S., Li C., Moore III, B. 2005. Mapping paddy in Southern China using multi temporal image. *Rem. Sens.of Env.*, 95, 480-492.