

IDENTIFIKASI TANAMAN PADA LAHAN SAWAH BERDASARKAN MODEL PERTUMBUHAN TANAMAN MENGGUNAKAN DATA EVI MODIS MULTI TEMPORAL

Dede Dirgahayu Domiri, Heru Noviar dan Sifvi

Bidang Sumber Daya Wilayah Darat, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh - LAPAN

Abstrak

Pemantauan fase pertumbuhan tanaman padi di lahan sawah perlu dilakukan untuk memperkirakan keberhasilan panen. Penelitian bertujuan untuk membuat metode pengolahan spasial data MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) yang dapat mendeteksi pola tanam atau jenis tanaman pada lahan sawah, sehingga dapat diketahui apakah ada tanaman lain yang ditanam selain tanaman padi. Identifikasi tanaman dilakukan berdasarkan segmentasi model pertumbuhan tanaman dengan menggunakan data multi temporal EVI (Enhanced Vegetation Index) lima harian yang memiliki resolusi spasial 250m dan 500 m. Segmentasi model pertumbuhan tanaman padi berdasarkan EVI selama dan generatif dilakukan dengan cara membuat beberapa model pertumbuhan tanaman padi berdasarkan EVI selama 30 hari atau 6 buah data EVI lima harian. Pada tanaman padi dengan umur panen hingga 100 hari dihasilkan 15 model pertumbuhan tanaman berbentuk kuadrat yang terdiri dari 7 buah model pertumbuhan pada fase vegetatif, 4 buah model pada kombinasi fase vegetatif – generatif, dan 4 buah model pada fase generatif. Identifikasi tanaman selain padi dilakukan dengan cara membandingkan koefisien-koefisien regresi kuadrat (b_0 , b_1 , dan b_2) yang dihasilkan dari 6 set data EVI lima harian dengan koefisien-koefisien regresi pada 15 model pertumbuhan tanaman padi. Suatu piksel dideteksi sebagai bukan tanaman padi jika koefisien-koefisien regresi yang dihasilkan berada diluar kisaran koefisien-koefisien regresi model pertumbuhan tanaman padi. Hasil penelitian diterapkan untuk membuat peta tanaman pada areal lahan sawah di kabupaten Tuban, Jawa Timur yang memiliki pola tanam padi – padi – palawija, terutama kacang tanah. Hasil penelitian diharapkan dapat meningkatkan akurasi model prediksi luas panen tanaman padi sawah menggunakan data MODIS.

Kata Kunci: EVI, identifikasi tanaman, Vegetatif, Generatif, Model

Pertumbuhan padi

PENDAHULUAN

Sampai saat ini telah dihasilkan dan diterapkan beberapa metode yang digunakan dalam mengumpulkan dan mengestimasi, luas tanam dan luas panen serta produksi padi sawah. Badan Pusat Statistik bersama-sama Departemen Pertanian misalnya, selama bertahun-tahun secara rutin dan periodik, telah menerapkan metode pelaporan lengkap dalam menghasilkan angka luas tanam dan luas panen, serta metoda *sampling "ubinan"* dalam menduga produktivitas padi menurut wilayah. Angka yang dilaporkan oleh para petugas mantri statistik dan mantri tani didasarkan pada tingkat pengetahuan mereka tentang wilayah kecamatan masing-masing, oleh karena itu semakin kurang pengetahuan petugas terhadap kecamatannya maka semakin rendah pula akurasi data yang dilaporkannya demikian pula sebaliknya. Satu kecamatan dipantau oleh masing-masing satu orang mantri tani dan satu orang mantri statistik.

Prediksi luas panen tanaman padi di Indonesia telah dilakukan oleh berbagai instansi, antara lain oleh Badan Pusat Statistik atau BPS, Badan Urusan Logistik atau BULOG (Mulyana et al, 1998), Departemen Pertanian (Napitupulu, 1998), dan LAPAN (Dirgahayu, 1999). Peramalan luas panen dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan metodologi yang digunakan. Kelompok pertama didasarkan pada metodologi pengumpulan data secara berjenjang dengan struktur organisasi yang dimiliki, yaitu dari tingkat desa, kecamatan, kabupaten, propinsi sampai pada tingkat nasional sehingga informasi yang terkumpul memerlukan waktu yang cukup lama dan pelaksana yang cukup banyak pada setiap jenjang. Lembaga yang mengembangkan teknik ini antara lain Badan Pusat Statistik (BPS), Departemen Pertanian (DEPTAN), dan Badan Urusan Logistik (BULOG).

Kelompok kedua lebih menekankan pada penggunaan citra atau peta dengan bantuan teknologi penginderaan jauh sebagai dasar pendugaan areal produksi padi dan pemantauan kondisi pertumbuhan serta masa panen tanaman padi. Kelompok yang mengembangkan teknik ini antara lain Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslitanak).

Sebagian besar penelitian aplikasi inderaja terhadap tanaman padi adalah tentang estimasi produktivitas dan jarang yang memprediksi luas panennya berdasarkan pendugaan umur. Dirgahayu (2004) telah melakukan penelitian pendugaan umur tanaman padi menggunakan data Landsat 7 ETM. Ekstraksi nilai reflektansi 7 kanal Landsat 7 ETM dilakukan pada blok-blok tanam lahan sawah PT. Sang Hyang Seri, Subang, Jawa Barat. Setiap blok memiliki jadwal tanam dan varietas padi yang berbeda, sehingga rata-rata nilai reflektan tanaman padi pada umur yang berbeda dapat diketahui hanya dengan menggunakan satu tanggal data Landsat 7 ETM. Penelitian menghasilkan 2 model pertumbuhan tanaman padi dalam bentuk spline kubik, baik pada fase vegetatif dan generatif. Sejak bulan Mei 2003, data Landsat 7 ETM mengalami kerusakan (SLC-Off), sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk tujuan pemantauan fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi menggunakan data MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Data MODIS dibawa oleh satelit Terra/Aqua yang memiliki 7 kanal spektral dengan resolusi 250 m dan 500 m serta frekuensi pengamatan harian cukup andal digunakan untuk memantau pertumbuhan tanaman pangan, terutama padi. Satelit ini mulai operasional sejak tanggal 18 Desember 1999 (Terra) dan 4 Mei 2002 (Aqua). LAPAN baru mampu merekam data satelit ini sejak Agustus 2004, sehingga perlu dilakukan pengkajian dan penelitian untuk pengolahan data MODIS dan pemanfaatannya dalam berbagai aspek aplikasi. Permasalahan yang belum bisa dieliminasi adalah identifikasi pola tanam yang dilakukan di lapangan, terutama jika dilakukan kegiatan pemantauan kondisi lahan dan tanaman padi, padahal kenyataannya tidak, terutama pada periode musim kemarau (Mei – September).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk membuat metode pengolahan spasial data MODIS untuk mendeteksi pola tanam atau jenis tanaman pada lahan sawah menggunakan segmentasi model pertumbuhan tanaman padi menggunakan parameter Indeks Vegetasi EVI (*Enhanced*

Vegetation Index). Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi prediksi luas panen tanaman padi sawah.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Data MODIS level 2 reflektan 8 harian (MOD 09) yang digunakan bisa diperoleh secara bebas dari USGS NASA maupun Pusdata LAPAN. Alatyang digunakan adalah Software ENVI, ErMapper, dan ArcView

Pengolahan Data MODIS

Sebelum data MODIS Level 1B digunakan untuk membuat file EVI 250 m, maka data MODIS L1B harus dikoreksi radiometrik dan geometrik. Proses pengolahan awal data MODIS yang harus dilakukan antara lain: *Bow-tie Correction* dan koreksi Geometrik Sistematik.

Koreksi Duplikasi Baris (*Bow-tie Correction*)

Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan duplikasi data pada baris-baris tertentu, terutama yang jauh dari nadir. Koreksi dilakukan dengan menggunakan Modul MODIS (Modis Tools) pada software ENVI 3.5 terhadap data resolusi 250 m, yaitu kanal 1 (merah) dan kanal 2 (NIR) serta resolusi 500 m, terutama kanal 3 (biru) dan kanal 6 (MIR).

Koreksi Geometrik Sistematik

Titik kontrol GCP diekstrak dari data MODIS L1B menggunakan Modul MODIS (Modis Tools) pada software ENVI 3.5 terhadap data resolusi 250 m dan 500 m. Transformasi koordinat (*warping*) dilakukan dengan metode Triangulasi. Untuk menghasilkan data terkoreksi dengan resolusi spasial 250 m (0.002252°), maka dilakukan resampling data hasil koreksi *Bow-tie* dengan metode tetangga terdekat (*Nearest Neighbor*) terhadap data asli 250 m dan metode Bilinear terhadap data asli 500 m. Hasil proses koreksi *Bow-tie* dan koreksi geometrik disimpan dalam format ENVI standar.

Konversi Data menjadi Reflektansi

Transformasi data setiap kanal yang digunakan menjadi reflektansi dilakukan ketika menerapkan algoritma untuk membuat file NDVI atau EVI resolusi 250 m. Metode yang dilakukan untuk membuat reflektansi terkoreksi dari data digital 16 bit adalah dengan metode koreksi atmosfer (*Simplified Atmospheric Correction*) yang dalam prosesnya memerlukan informasi jarak matahari-bumi, posisi sudut matahari (zenith) dan basis data (*tbase.hdf*) DEM (*Digital Elevation Model*) dengan resolusi kasar sebesar 5' (8,3333 Km). Koefisien-koefisien Gain (G) dan Intercept (I) dan parameter lain setiap kanal untuk transformasi data menjadi radian atau reflektansi sudah terdapat pada SDS data MODIS L1B format HDF. Reflektansi terkoreksi ini merupakan hasil antara proses data MODIS level 2.

Algoritma Menghitung EVI

EVI (*Enhanced Vegetation Index*) dibuat untuk mengoreksi nilai NDVI yang berkurang akibat kandungan

L untuk koreksi latar belakang kanopi (kondisi tanah/lahan). Hasil akhir dari implementasi program pengolahan EVI dikombinasikan dengan SAVI, jika kondisi pengaruh atmosfer tidak signifikan yang diindikasikan oleh reflektansi kanal biru lebih besar dari reflektansi kanal merah. Formula EVI secara umum sebagai berikut :

$$EVI = 2.5 * (\rho_2 - \rho_1) / (1 + \rho_2 + 6 * \rho_1 - 7.5 * \rho_3) \quad (1)$$

Dengan : ρ_1, ρ_2, ρ_3 = reflektansi kanal Red, NIR, dan Blue

Algoritma untuk membuat citra EVI dalam prakteknya dilakukan sebagai berikut (menggunakan SW ErMapper) :

$$\text{If } \rho_{\text{blue}} \leq \rho_{\text{red}} \text{ or } \rho_{\text{red}} \leq \rho_{\text{nir}} \text{ then } EVI = 2.5 * (\rho_{\text{nir}} - \rho_{\text{red}}) / (1 + \rho_{\text{nir}} + 6 * \rho_{\text{red}} - 7.5 * \rho_{\text{biru}})$$

$$\text{Else } EVI = 1.5 * (\rho_{\text{nir}} - \rho_{\text{red}}) / (0.5 + \rho_{\text{nir}} + \rho_{\text{red}})$$

Untuk mengeliminasi pengaruh cuaca harian, seperti awan terhadap nilai EVI, maka dibuat komposit citra EVI mingguan atau 8 harian dengan metode overlay maksimum.

Analisis

Ekstraksi Nilai Rataan EVI

Training area pada citra RGB 6,2,1 dibuat pada area lahan sawah yang menunjukkan kenampakan warna biru dari tubuh air sebagai indikasi awal tanam pada lahan sawah di Karawang, Subang dan Indramayu. Tingkat homogenitas area diupayakan melalui bantuan citra EVI yang telah diklasifikasi dengan interval 0.02, sehingga tubuh air terkelaskan menjadi 8 kelas. Selanjutnya dilakukan ekstraksi nilai rata-rata EVI komposit mingguan dari data time series (bulan Juli 2004 – Juli 2005) pada poligon area kelas tubuh air yang dibuat.

Model Pertumbuhan Tanaman Padi

Time series EVI dari hasil plotting setiap training area diinterpretasi untuk menentukan saat terjadinya fase vegetatif maksimum (50 - 60 hari setelah tanam), awal tanam, dan akhir tanam (fase bera), sehingga dapat diketahui hubungan antara umur tanam dengan kisaran nilai EVI.

Analisis korelasi dan regresi dilakukan untuk memperoleh model persamaan regresi selama pertumbuhan tanaman padi pada periode 30 harian selama fase vegetatif dan generatif. Bentuk persamaan yang akan dicoba adalah polinom orde 2 dengan persamaan umum sebagai berikut :

$$y = b_0 + b_1 * u + b_2 * u^2 \quad (2)$$

y merupakan parameter pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, lebar atau luas daun, berat kering tanaman atau EVI, sedangkan u adalah hari setelah tanam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Pertumbuhan Tanaman Padi

Profil pertumbuhan tanaman padi berdasarkan indeks vegetasi (EVI) diperlukan data Multi Temporal selama pertumbuhan tanaman padi. Data inderaja yang memiliki resolusi spasial yang moderat dan temporal tinggi seperti MODIS sangat andal untuk mendeteksi kondisi lahan dan pertumbuhan tanaman padi.

Penelitian oleh Dirgahayu (2005) telah menghasilkan profil pertumbuhan padi (Gambar 1) dari awal tanam hingga panen dan fase bera dengan menggunakan data EVI 8 harian pada musim tanam tahun 2004/2005 pada lahan sawah di beberapa kabupaten Jawa Barat.

Pertumbuhan vegetatif tampak diikuti dengan kenaikan nilai EVI hingga mencapai nilai maksimum antara 55-65 HST. Fase pertumbuhan vegetatif terbagi tiga, yaitu vegetatif awal antara 0-20 HST yang masih didominasi oleh penggenangan air dengan kenaikan nilai EVI sekitar 0,15 dan nilai EVI < 0,2, vegetatif dipercepat antara 20-45 HST dengan kenaikan nilai EVI sekitar 0,42 dengan slop tajam, fase vegetatif diperlambat antara 45-60 HST dengan kenaikan nilai EVI sekitar 0,12, karena mulai pembentukan malai. Sedangkan fase perkembangan generatif tampak terbagi 2, yaitu masa pembentukan biji antara 60-80 HST dengan penurunan nilai EVI sekitar 0,25, masa pematangan antara umur 80-105 HST dengan penurunan nilai EVI sekitar 0,3. Selanjutnya tanaman padi akan panen dan kondisi lahan menjadi bera dengan nilai EVI sekitar 0,17.

Model Pertumbuhan Tanaman Padi

Untuk mengetahui kisaran nilai EVI pada selang umur padi tertentu, maka dapat diduga berdasarkan model. Profil pertumbuhan tanaman padi tersebut diatas dapat dibuat modelnya. Model pertumbuhan perlu dibuat 2 untuk memisahkan fase vegetatif dan generatif, karena terjadi perbedaan gradien perubahan nilai EVI. Jika dibuat hanya satu model dapat terjadi nilai observasi yang tidak terwakili, karena nilai kesalahan persamaan regresi bertambah. Model pertumbuhan tanaman padi dalam bentuk spline kubik yang dihasilkan, adalah sebagai berikut :

$$(a) \text{ Fase Vegetatif : } y = -0.0006u^3 + 0.0552u^2 + 0.2146u + 138.33$$

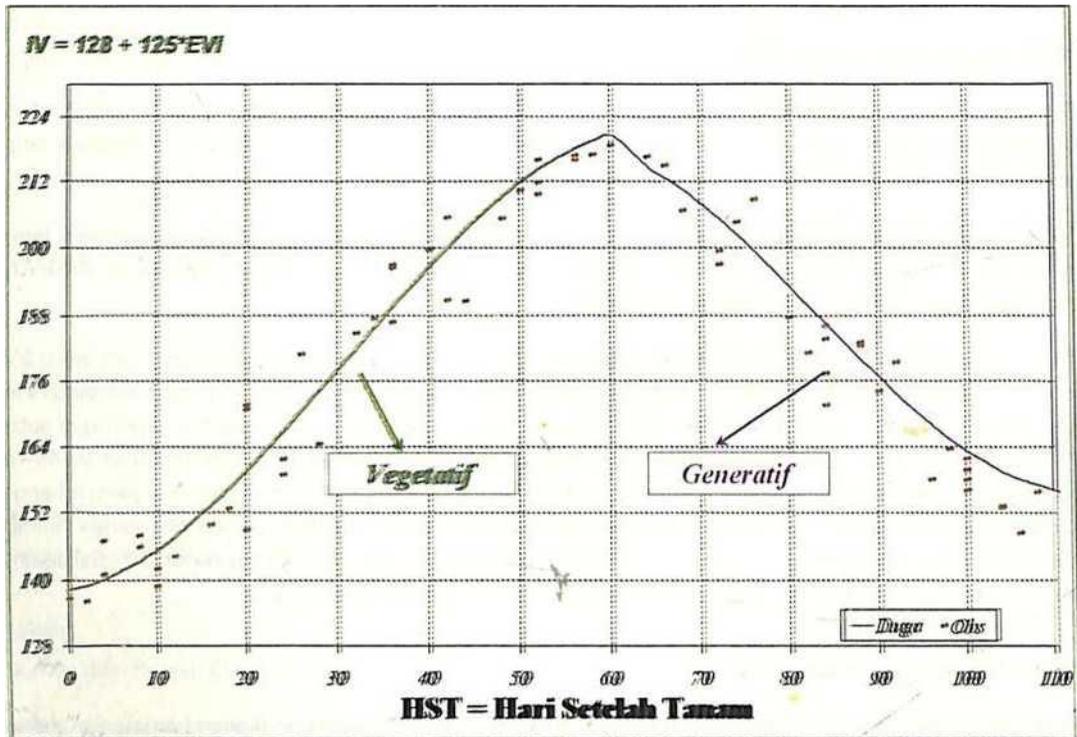
$$n = 41; R^2 = 0.96; Se = 5.89 \quad (1)$$

$$(b) \text{ Fase Generatif : } y = 0.0007u^3 - 0.1746u^2 + 12.858u - 77.04$$

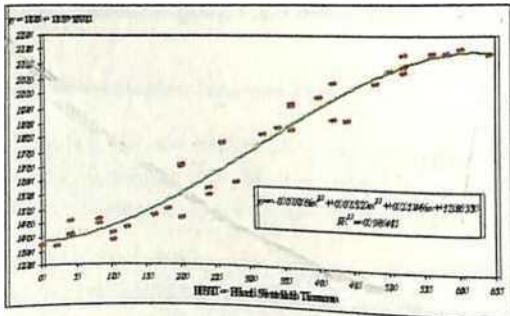
$$n = 35; R^2 = 0.96; Se = 4.95 \quad (2)$$

$$(c) \text{ } y = 128 + 125 \cdot \text{EVI}; u = \text{HST (Hari Setelah Tanam)} \quad (3)$$

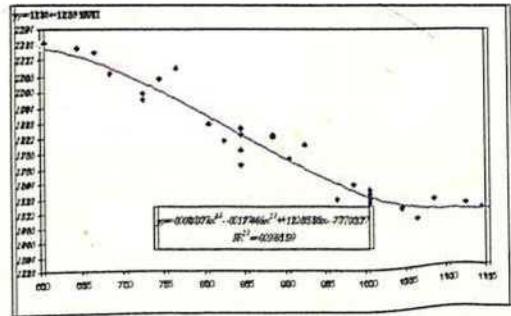
Hasil model pertumbuhan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Profil Pertumbuhan Tanaman Padi Berdasarkan EVI MODIS



Gambar 2. Model Pertumbuhan Tanaman Padi menurut EVI MODIS pada Fase Vegetatif



Gambar 3. Model Pertumbuhan Tanaman Padi menurut EVI MODIS pada Fase Generatif

Bandingkan jika model pertumbuhan tersebut tidak dipecah menjadi 2 dengan persamaan regresi dengan nilai R2 lebih kecil dan Se lebih besar, sebagai berikut :

$$y = -0.0006u^3 + 0.0204u^2 + 0.4u + 129.23$$

$$n = 76; R^2 = 0.85; Se = 10.47$$

(4)

Hasil analisis Sidik Ragam koefisien regresi dengan selang kepercayaan 95 % (taraf uji 5 %) untuk model pertumbuhan tanaman padi ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Uji Statistik Koefisien Regresi Model Pertumbuhan Tanaman Padi pada Fase Vegetatif

Parameter	Koefisien	Se	tStat	Kisaran 95 %	
b0	138.3299	2.1651	63.89**	133.94	142.72
b1	0.2146	0.3400	0.63**	41.4743	0.9037
b2	0.0552	0.0140	3.95**	0.0269	0.0834
b3	4.0006	0.0002	-3.97**	41.0009	41.0003

Tabel 2. Hasil Uji Statistik Koefisien Regresi Model Pertumbuhan Tanaman Padi pada Fase Generatif

Parameter	Koefisien	Se	tStat	Kisaran 95 %	
b0	-77.0371	101.6776	41.76**	-284.41	130.34
b1	12.8577	3.7198	3.46**	5.2712	20.4442
b2	41.1746	0.0442	-3.95**	-0.2647	41.0845
b3	0.0007	0.0002	4.07**	0.0003	0.0010

Pendugaan Umur Tanaman Padi

Pendugaan umur tanaman padi dapat dilakukan dengan menggunakan kedua model pertumbuhan tanaman padi tersebut di atas berdasarkan parameter EVI, tetapi diperlukan minimal 2 data multi temporal Data EVI MODIS untuk ditentukan terlebih dahulu kondisi lahan sawah, apakah berada dalam dominasi air atau bera serta fase pertumbuhan tanaman padi vegetatif dan generatif. Dalam prakteknya secara teknis untuk menerapkan model pertumbuhan tersebut harus dibuat citra fase padi sebagai Masf/nguntuk menduga umur tanaman padi dalam suatu citra tunggal dengan asumsi bahwa seluruh areal lahan sawah ditanami oleh tanaman padi. Untuk membuat citra fase tersebut diperlukan minimal dua citra EVI pada 2 waktu yang berbeda (t dan t-1), misalnya dengan perbedaan waktu 10 hari. Kondisi fase vegetatif (perubahan positif) dan generatif (perubahan negatif) lahan sawah yang didominasi oleh vegetasi dapat dideteksi berdasarkan perubahan nilai EVI atau DEVI dengan kriteria sebagai berikut:

$$DEVI_{(t)} = EVI_{(t)} - EVI_{(t-1)}$$

- (a) Fase dominan air, jika $EVI_{(t)} \leq 0.19$
- (b) Fase bera, jika $EVI_{(t)} > 0.19$ dan $EVI_{(t)} < 0.22$
- (c) Fase vegetatif jika nilai $DEVI > 0$
- (d) Fase generatif jika nilai $DEVI < 0$

Umur tanaman padi dapat ditentukan berdasarkan kisaran nilai EVI yang diduga berdasarkan persamaan pertama jika memenuhi kriteria a, dan c serta diduga berdasarkan model persamaan kedua jika memenuhi kriteria d. Klasifikasi citra EVI menjadi umur padi dapat dilakukan dengan kriteria seperti yang tercantum pada Tabel 3-3.

Permasalahan akan timbul jika pada lahan sawah tersebut ditanami oleh tanaman lain selain padi, terutama pada saat tidak adanya dominasi air pada lahan sawah tersebut. Pendugaan umur berdasarkan kriteria pada Tabel 3 tidak berlaku bagi tanaman lain; misalnya palawija. Kegiatan pemantauan kondisi tanaman pada lahan sawah memerlukan informasi yang cepat, misalnya untuk informasi spasial bulanan, karena tidak mungkin harus menunggu informasi sampai 2 bulan. Informasi tidak akan berguna jika terlambat, karena fenomena

gejala-gejala kekeringan dan serangan hama penyakit tidak bisa terdeteksi. Oleh karena itu untuk kegiatan pemantauan tanaman, prediksi waktu dan luas panen, serta estimasi produktivitas tanaman pada suatu areal lahan sawah harus diketahui pola tanam pada lahan tersebut. Permasalahannya, informasi tentang pola tanam pada lahan sawah di setiap daerah tidak dapat diketahui secara menyeluruh. Selain itu informasi yang adapun hanya berupa informasi umum berbentuk tabular, tidak disebutkan secara detil kapan tanggal awal tanam suatu jenis tanaman.

Tabel 3. Kisaran Nilai EVI pada Interval Umur Padi

No	HST	Kisaran EVI			DEVI
1	0- 5	<0		0.102	>0
2	5-10	0.103		0.139	>0
3	10-15	0.140		0.192	>0
4	15-20	0.211 «		0.255	>0
5	20-25	0.256		0.327	>0
6	25-30	0.328		0.402	>0
7	30-35	0.403		0.478	>0
8	35-40	0.479		0.551	>0
9	40-45	0.552	-	0.617	>0
10	45-50	0.618	-	0.672	>0
11	50-55	0.673		0.714	>0
12	55-60	0.715	-	0.739	>0
13	60-65	0.682	-	0.738	<0
14	65-70	0.637		0.681	<0
15	70-75	0.580	-	0.636	<0
16	75-80	0.517		0.579	<0
17	80-85	0.450		0.516	<0
18	85-90	0.386		0.449	<0
19	90-95	0.327		0.385	<0
22	95-100	0.278		0.326	<0
23	100-105	0.243		0.277	<0
24	Bera	0.193		0.211	<0

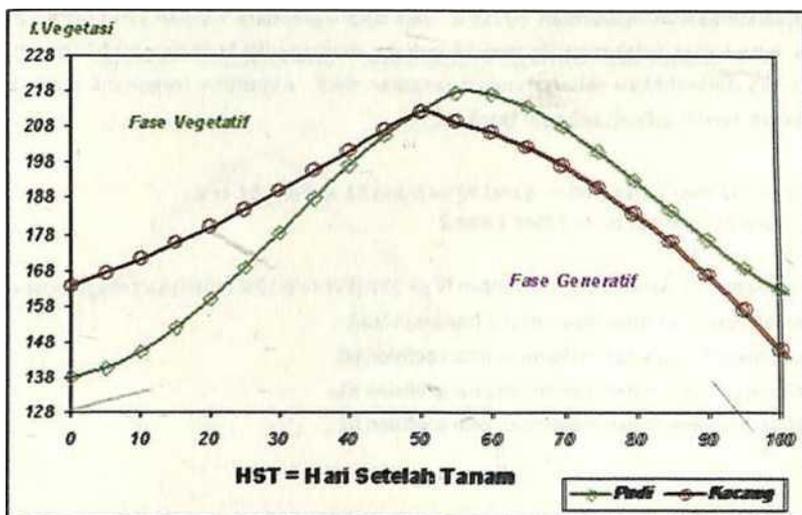
Segmentasi Model Pertumbuhan untuk Identifikasi Tanaman

Keterbatasan air irigasi pada lahan sawah menyebabkan dilakukannya pola tanam yang berbeda pada daerah tertentu. Untuk daerah yang memiliki ketersediaan air yang cukup, baik dari irigasi atau curah hujan, maka

dapat melakukan penanaman padi sebanyak 3 kali /tahun. Daerah yang tidak memiliki ketersediaan air yang cukup untuk pertumbuhan tanaman padi, terutama pada periode musim kemarau (April - Agustus) sebaiknya melakukan penanaman tanaman selain padi, misalnya palawija. Alternatif pola tanamnya bisa padi - padi - palawija atau padi - palawija - padi atau bahkan hanya bisa tanam 1 kali padi dengan pola tanam padi - palawija - palawija.

Untuk pemantauan kondisi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi setiap bulan perlu diketahui pola tanamnya. Permasalahannya adalah informasi tersebut hanya berupa tabular, bukan berupa spasial atau peta tanam serta untuk seluruh daerah tidak diketahui secara detil waktu tanam padi serta pola tanamnya. Prediksi luas panen padi maupun produktifitas padi menggunakan data inderaja bisa menghasilkan informasi yang lebih banyak, jika hanya mengasumsikan bahwa semua lahan sawah ditanami padi, padahal pada kenyataannya bukan tanaman padi.

Sebagai contoh profil pertumbuhan tanaman kacang tanah yang ditanam pada lahan sawah di daerah Tuban, Jawa Timur dan perbedaannya dengan tanaman padi ditunjukkan pada Gambar 4. Pada Gambar tersebut tampak secara grafis bahwa pada fase vegetatif terlihat perbedaan 2 kurva cukup signifikan yang ditunjukkan oleh intercept yang berjarak cukup jauh. Sedangkan pada fase generatif tampak slope dan intercept kedua kurva tidak begitu berbeda, sehingga agak sulit dibedakan jika nilai X (Hari Setelah Tanam) untuk mencapai nilai Y maksimum tidak begitu berbeda. Perbedaan bisa terjadi jika saat mencapai nilai Y maksimum, nilai X agak berbeda. Secara kuantitatif kedua kurva dapat dibedakan dengan uji beda terhadap nilai intercept dan slope (gradien) kurva, karena nilai keduanya merupakan karakteristik pertumbuhan setiap tanaman.



Gambar 4. Perbedaan Profil Pertumbuhan Tanaman Padi dan Kacang Tanah

Sebagai upaya untuk membedakan jenis tanaman yang ada pada lahan sawah untuk tujuan pemantauan dalam 30 hari, maka perlu dilakukan segmentasi model pertumbuhan, artinya dibuat beberapa model pertumbuhan terbentuk kuadratik dengan periode 1 bulan dengan selang interval 5 hari setelah tanam (HST). Model yang terbentuk kuadratik adalah pendekatan yang logis, karena pada periode 1 bulan tanaman padi bisa saja memiliki kisaran umur antara 45-75 HST atau 55 - 85 HST yang berbentuk mendekati kuadratik (lihat Gambar 5)- Dengan demikian terdapat 7 buah persamaan model pertumbuhan pada fase vegetatif, 4 buah persamaan pada fase generatif serta 4 persamaan pada kombinasi fase-vegetatif dan generatif. Secara detil model-model segmentasi pertumbuhan tanaman padi bulanan dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6, serta hasil analisis regresi pada Tabel 4.

Tabel 4. Koefisien Regresi Model Pertumbuhan Tanaman Padi Periode 30 Hari

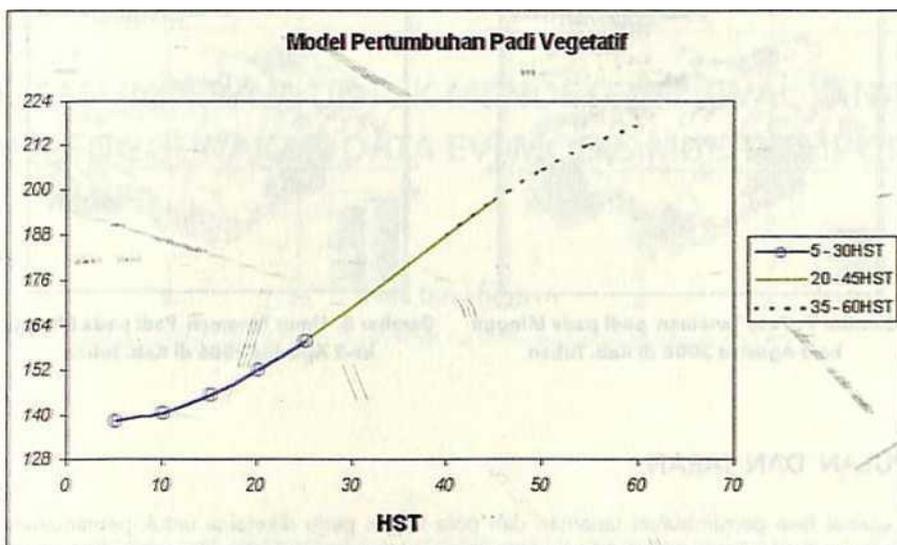
No	Umur(HST)	b0	b1	b2
1	5-30	136.44	0.6902	0.0237
2	10-35	133.20	1.0501	0.0147
3	15-40	127.94	1.5001	0.0057
4	20-45	120.20	2.0401	-0.0033
5	25-50	109.53	2.6702	-0.0123
6	30-55	95.49	3.3901	-0.0213
7	35-60	77.63	4.2001	-0.0303
8	40-65	-5.93	7.6792	-0.0659
9	45-70	-53.39	9.3465	-0.0803
10	50-75	-18.86	8.0804	-0.0689
11	55-80	105.23	4.2266	-0.0393
12	60-85	250.72	0.1329	-0.0107
13	65-90	241.95	0.3333	-0.0119
14	70-95	308.73	-1.3468	-0.0013
15	75-100	384.17	-3.1317	0.0091

Setiap koefisien memiliki kisaran nilai tertentu untuk beftakunya suatu piksel masuk dalam tren pertumbuhan padi selama peiode 30 harian. Oleh karena itu perlu dibuat 3 buah tabulasi yang berisi kisaran nilai-niali b0,b1, dan b2 yang dapat berjumlah maksimum 30 data. Jika dalam seri data 1 bulan yang terdiri dari 6 buah data Indeks Vegetasi lima harian tidak memiliki trend kuadratik dengan nilai koefisien b0,b1, dan b2 diluar kisaran tanaman padi, maka diidentifikasi sebagai bukan tanaman padi. Algoritma sederhana untuk' identifikasi jenis tanaman pada lahan sawah adalah sebagai berikut:

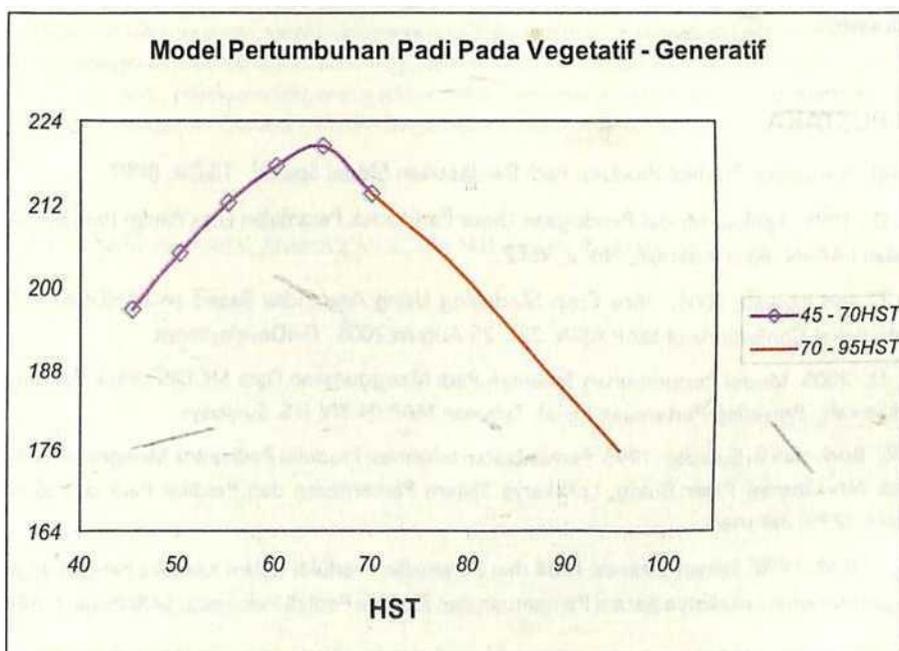
If data[i] <= 152 then 1 else if b0 >= a and b0 <= b and b1 >= c and b1 <= d and b2 >= e and b2 <= f then 1 else 2

data[i] <= 152 : data pada lima harian ke-1,...,6 dengan *IV <= 152* (EVI <= 0.193) terdeteksi sebagai obyekair sehingga diberi nilai 1 (tanaman padi), jika tidak diberi nilai 2 (tanaman lain).

- a,b* : batas kisaran minimum dan maksimum nilai koefisien b0
- c,d* : batas kisaran minimum dan maksimum nilai koefisien b1
- e,f* : batas kisaran minimum dan maksimum nilai koefisien b2

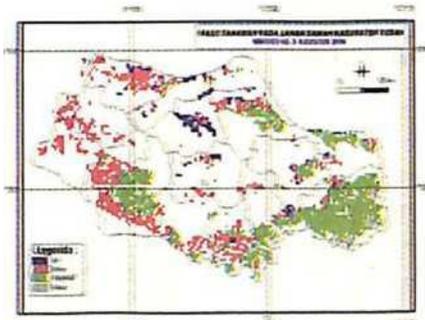


Gambar 5. Model Pertumbuhan Tanaman Padi pada Fase Vegetatif Periode 1 Bulan

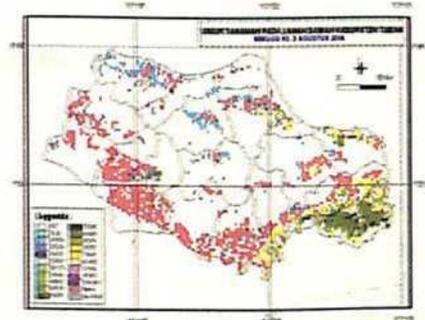


Gambar 6. Model Pertumbuhan Tanaman Padi pada Fase Vegetatif - Generatif

Implementasi model untuk membuat citra fase tanaman di kabupaten Tuban, Jawa-Timur pada lima harian ke-5 atau Minggu ke-3 bulan Agustus 2006 ditampilkan pada Gambar 7. Distribusi spasial umur tanaman padi dan non padi (kacang tanah) untuk skala kabupaten Tuban dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Fase Tanaman padi pada Minggu ke-3 Agustus 2006 di Kab. Tuban



Gambar 8. Umur Tanaman Padi pada Minggu ke-3 Agustus 2006 di Kab. Tuban

KESIMPULAN DAN SARAN

Informasi spasial fase pertumbuhan tanaman dan pola tanam perlu diketahui untuk pemantauan tanaman padi pada lahan sawah dengan menggunakan data inderaja Multi Temporal EVI MODIS. Informasi pola tanam atau jenis tanaman pada lahan sawah dapat diperoleh dengan menerapkan segmentasi model pertumbuhan tanaman padi periode 30 harian pada fase vegetatif dan generatif. Tetapi validasi model perlu dilakukan terhadap daerah lain agar model ini konsisten dan dapat digunakan secara operasional untuk prediksi luas panen padi sawah.

DAFTAR PUSTAKA

- Biotrop.2000. Konstruksi Prediksi Produksi Padi Berdasarkan Model Spasial. TISDA, BPPT.
- Dirgahayu, D., 1999, Aplikasi Model Pendugaan Umur Padi untuk Peramalan Luas Panen Padi di Pulau Jawa", Majalah LAPAN (edisi Inderaja), No. 2, Vol.2.
- Dirgahayu, D and Parwati, 2005. Rice Crop Modelling Using Age Index Based on LANDSAT 7 ETM Data. International Conference of MAP ASIA, 22 - 25 August 2005. GisDevelopment.
- Dirgahayu, D. 2005. Model Pertumbuhan Tanaman Padi Menggunakan Data MODIS Untuk Pendugaan Umur Padi Sawah. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MAP IN XIV, ITS. Surabaya
- Mulyana,W,I. Budi, dan B. Subroto. 1998. Pemanfaatan Informasi Produksi Padi untuk Mengestimasi Pengadaan Beras dan Operasi Pasar Bulog, Lokakarya Sistem Pemantauan dan Prediksi Padi di Indonesia. SARI Project, BPPT, Jakarta.
- Napitupulu, T.E.M. 1998. Sistem Estimasi Hasil dan Peramalan Produksi dalam Konteks Pengamanan Produksi Pangan Nasional.Lokakarya Sistem Pemantuan dan Prediksi Padi di Indonesia. SARI Project, BPPT Jakarta