

MODEL PERTUMBUHAN TANAMAN PADI DI PULAU SUMATERA MENGUNAKAN DATA EVI MODIS MULTITEMPORAL

Dede Dirgahayu^{*)}, Heru Noviar^{*)}, Silvia Anwar^{*)}

^{*)}Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN

e-mail: dede_dirgahayu03@yahoo.com

Abstract

Monitoring rice growth needs to be done to achieve successful rice harvest. Growth phase and age of biophysical parameters of rice plants are plants that can be detected by remote sensing technology. The purpose of this research is to develop a the growth model for paddy rice crop that can be applied on the Sumatera island. Phases and age of rice plants can be predicted by the model. Further, the harvested area of rice crop can be predicted based on the estimated age of paddy. The research was conducted with multitemporal of EVI MODIS data processing method and non linear regression statistical analysis. By processing the reflectance data from MODIS eight daily during the period 2010 to 2012 to the value of vegetation index (EVI = Enhanced Vegetation Index) can be obtained profile of the rice plant growth in the current period for each pixel. Growth profile has some characteristics, ie : number of peaks are 1 to 3 and each curve occurs during the time interval 112-120 days, the maximum EVI (60 DAT = Days After Planting) > 0.4, EVI at planting (0 DAT) < 0.25 (water phase), the difference in maximum EVI with minimum EVI (at planting) > 0.3. By using the above criteria can be distinguished among the paddy rice plants and others plants. Further conducted spatial analysis on rice crop area by dividing the maximum of EVI value in 5 classes, ie: 0.40-0.45; 0.45-0.50; 0.50-0.55; 0.55-0.60; and > 0.60. and the difference between the maximum and when planting into 3 classes. The result of a combination of both parameters obtained by a maximum of 15 models of rice plant growth. Based on the results of spatial analysis and evaluation of regression models to the data in Lampung and North Sumatera Province area are obtained 5 plant growth model for paddy rice plants representing 5 classes of maximum EVI for each phase of vegetative and generative.

Key Words : MODIS, EVI, The Growth Model, Vegetative, Generative

Abstrak

Pemantauan pertumbuhan tanaman padi perlu dilakukan untuk mencapai keberhasilan panen padi. Fase pertumbuhan dan umur tanaman padi merupakan parameter biofisik tanaman yang dapat dideteksi oleh teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja). Penelitian bertujuan untuk membangun model pertumbuhan tanaman padi sawah yang dapat diterapkan di Pulau Sumatera. Fase dan umur tanaman padi dapat diduga berdasarkan model tersebut. Selanjutnya dapat dilakukan prediksi luas panen berdasarkan estimasi umur tanaman padi. Metode yang digunakan dalam penelitian, antara lain pengolahan data satelit Terra MODIS multitemporal dan analisis statistik regresi non linier. Pengolahan awal yang dilakukan adalah mengolah data reflektansi MODIS 8 harian selama periode tahun 2010 – 2012. Selanjutnya dilakukan ekstraksi informasi menjadi nilai indek vegetasi (EVI = *Enhanced Vegetation Index*), sehingga diperoleh profil pertumbuhan tanaman padi pada periode tersebut untuk setiap piksel. Hasil analisis menunjukkan profil pertumbuhan tanaman padi memiliki karakteristik 1 hingga 3 puncak dan setiap kurva terjadi selama selang waktu 112-120 hari, EVI maksimum yang dapat dicapai pada saat 60 HST (Hari Setelah Tanam) > 0.40, EVI saat tanam (0 HST) < 0.25 (fase air), selisih EVI maksimum dengan EVI minimum (saat tanam) > 0.3. Dengan menggunakan kriteria tersebut diatas, maka pada lahan sawah dapat dikelompokkan antara tanaman padi dengan non padi. Selanjutnya dilakukan analisis spasial pada areal tanaman padi dengan membagi nilai maksimum dalam 5 kelas, yaitu : 0.40-0.45; 0.45-0.50; 0.50-0.55; 0.55-0.60; dan > 0.60. dan selisih maksimum dan saat tanam menjadi 3 kelas. Hasil kombinasi kedua parameter tersebut diperoleh maksimum 15 model pertumbuhan tanaman padi. Berdasarkan hasil analisis spasial dan evaluasi model regresi terhadap data di daerah Provinsi Sumatera Utara dan Lampung dihasilkan 5 model pertumbuhan untuk tanaman padi untuk setiap fase vegetatif dan generatif.

Kata Kunci : MODIS, EVI, Model Pertumbuhan, Vegetatif, Generatif

1. Pendahuluan

Peningkatan produksi tanaman pangan khususnya tanaman padi perlu dilakukan oleh pemerintah untuk mencapai swasembada pangan. Kecukupan pangan berdasarkan UU RI tahun No. 7 tahun 1996, dinyatakan bahwa ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata, dan

terjangkau. Namun produksi padi disuatu negara setiap tahunnya dapat mengalami fluktuasi akibat adanya bencana kekeringan dan banjir di lahan sawah. Bencana tersebut dapat terjadi juga Pulau Jawa yang merupakan daerah pemasok terbesar produksi padi nasional. Dengan demikian perlu adanya upaya yang dilakukan untuk mencapai swasembada pangan, yang salah satunya adalah dengan melakukan pemantauan terhadap kondisi pertanaman padi di pulau Jawa. Dengan adanya pemantauan tersebut diharapkan pemerintah dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan dalam menjaga dan meningkatkan produksi padi nasional. Wilayah lain selain pulau Jawa yang memberikan kontribusi produksi yang cukup besar adalah pulau Sumatera. Ada lima kabupaten di Sumatera yang menghasilkan produksi padi terbesar di pulau Sumatera, yaitu Propinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Lampung, dan Sumatera Barat.

Salah satu metode pemantauan tanaman padi yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan data satelit penginderaan jauh. Data satelit yang dapat digunakan untuk pemantauan tanaman padi dengan cakupan wilayah yang luas dan temporal yang tinggi adalah data MODIS dari satelit TERRA-AQUA. Selanjutnya dari data MODIS dapat diekstrak nilai indeks vegetasi EVI (*Enhanced Vegetation Index*) seperti yang pernah dilakukan oleh Huete, et.al (1997). Fluktuasi pertumbuhan tanaman padi dapat dideteksi menggunakan nilai EVI temporal, karena terjadinya perubahan tingkat kehijauan selama pertumbuhan tanaman padi dapat dibedakan.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun model pertumbuhan tanaman padi sawah menggunakan data EVI MODIS Multitemporal di pulau Sumatera. Lokasi penelitian adalah area persawahan di propinsi Sumatera Utara dan Lampung. Manfaat penelitian dapat menentukan kelas tingkat kehijauan vegetasi (TKV) tanaman padi, memantau fase pertumbuhan tanaman padi, dan memprediksi waktu dan luas panen berdasarkan estimasi umur tanaman padi.

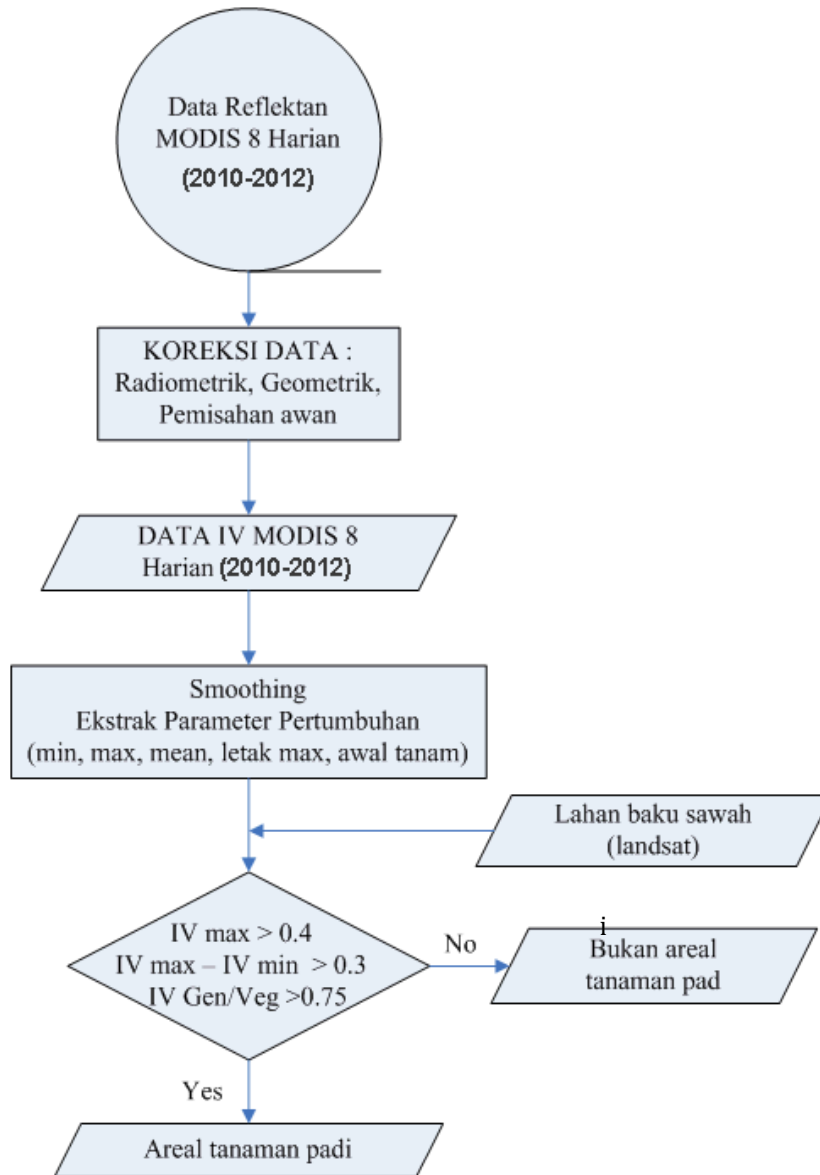
2. Metodologi

Data yang digunakan adalah data reflektan MODIS 8 harian dari tahun 2010-2012. Kemudian dilakukan koreksi geometrik dan mosaiking dengan menggunakan software MRT (*MODIS Reprojection Tool*) dan ER-MAPPER. Setelah itu dilakukan pemisahan awan dan komputasi EVI sehingga diperoleh data raster EVI MODIS 8 harian dari tahun 2007 sampai dengan 2009. Rumus yang digunakan untuk ekstraksi EVI (Huete, 1997) , yaitu :

$$EVI = \frac{r_{NIR} - r_{Red}}{r_{NIR} + C_1 r_{Red} - C_2 r_{Blue} + L} \times G \quad \dots (2-1)$$

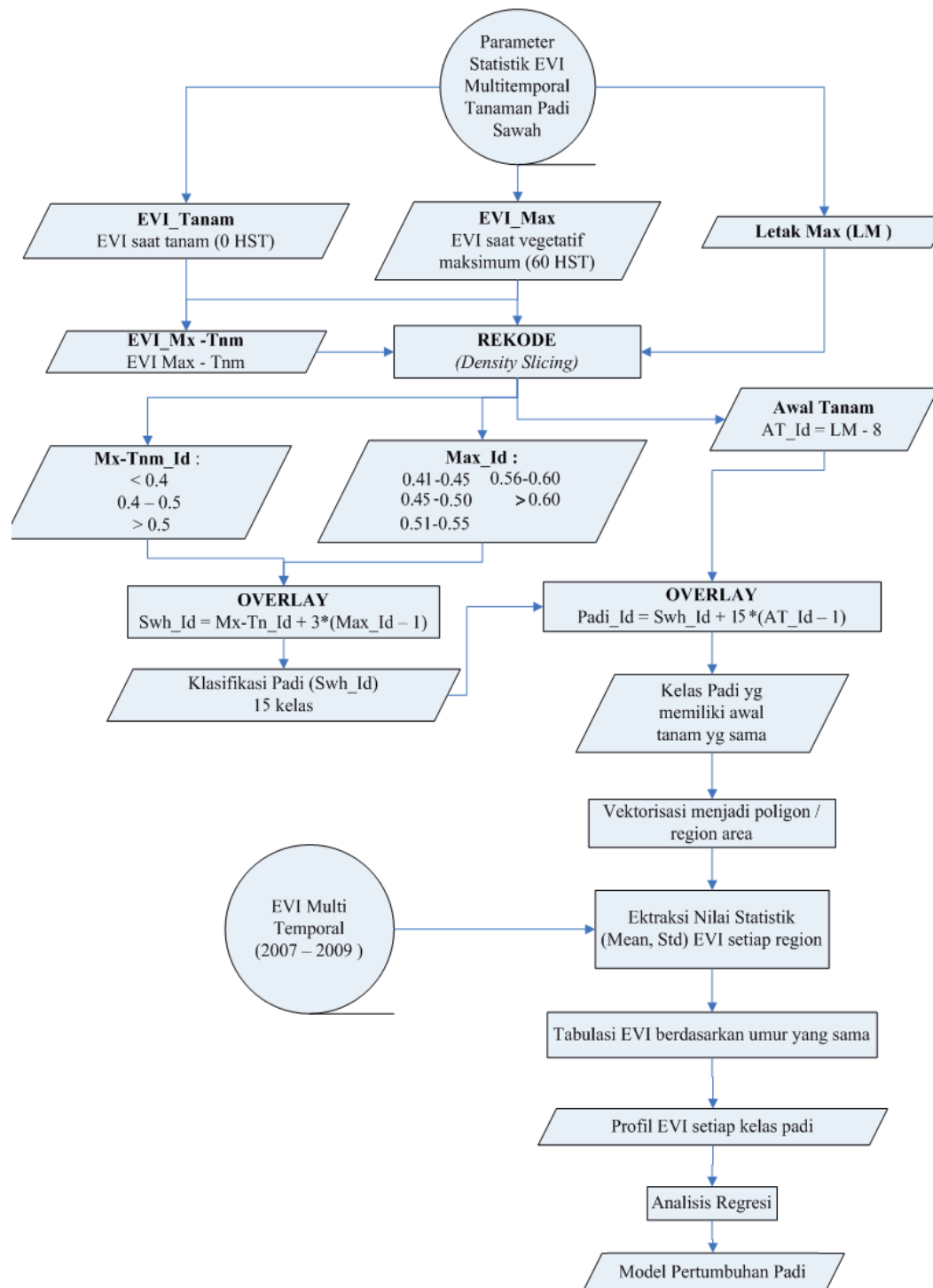
- dimana $L=1$, $C_1 = 6$, $C_2 = 7.5$, and G (gain factor) = 2.5.

Ada dua tahapan dalam melakukan penelitian ini, yaitu penentuan area tanaman padi dan pembuatan model pertumbuhan tanaman padi (Gambar 2-1 dan Gambar 2-2)



Gambar 2-1. Diagram alir metode penentuan Tanaman Padi dan non padi

Sebelum dilakukan analisis lebih lanjut, maka data EVI Multitemporal tersebut diperhalus (smoothing) untuk menghilangkan noise (teutama awan) agar diperoleh profil EVI yang halus. Smoothing yang dilakukan adalah dengan menggunakan moving median 3 dan rata-rata. Artinya setiap tiga data dicari nilai mediannya kemudian dirata-ratakan. Kemudian hasil dari smoothing tersebut dioverlay dengan lahan baku sawah dari data Landsat sehingga diperoleh profil IV per piksel. Tahapan pembuatan model pertumbuhan tanaman padi dapat dilihat pada Diagram alir gambar 2-2.



Gambar 2-2 . Diagram Alir Model Pertumbuhan Padi

Selanjutnya dilakukan analisis spasial terhadap data EVI Multitemporal. Pengolahan dilakukan untuk menghitung parameter pertumbuhan tanaman padi agar dapat membedakan tanaman padi dengan objek lainnya dapat dilihat pada Gambar 2-3. Program tersebut menghitung nilai minimum, maksimum, letak minimum, letak maksimum dari seri data yang terkumpul. Dari nilai-nilai tersebut dapat dihitung awal tanam, panen dan nilai statistiknya seperti nilai rata-rata, kovarian, slope dan skewness. Nilai-nilai tersebut dapat dimanfaatkan dalam pengolahan data lebih lanjut untuk menentukan obyek yang diduga

tanaman padi. Jika IV dari EVI maksimum > 0.45, selisih EVI maksimum dan minimum >0.3 dan rasio dari IV generatif dengan vegetatif > 0.75 maka areal tersebut merupakan tanaman padi dan selainnya bukan tanaman padi.

B1:Min seri Data
B2:Max seri Data
B3:Letak Min
B4:Letak Max
B5:IV Awal Tanam
B6:IV Panen
B7:Mean Tanam-Panen
B8:KV=100*(Std/Mean)
B9:Mean1 Tanam-Max
B10:KV1
B11:Mean2 Max-Panen
B12:KV2
B13:Slope1*200
B14:(Slop2+1)*200
B15:Skewness*200
B16:(Kurtosis+1)*200

Gambar 2-3. Ekstraksi nilai statistik data EVI Multitemporal dengan beberapa parameter

Berdasarkan menggunakan parameter pertumbuhan tanaman padi, kemudian diturunkan model fase pertumbuhan. Untuk membuat model fase pertumbuhan tanaman padi sebelumnya dilakukan rekode Citra EVI_Maksimum menjadi 5 kelas (Maksimum_Id), rekode Citra Maksimum-Tanam menjadi 3 kelas (Mx-Tn_Id), overlay matriks antara Maksimum_Id dengan Mx-Tn_Id untuk membuat citra Klasifikasi Padi sawah sebanyak 15 kelas.

Nilai atribut klasifikasi sawah (Swh_Id) dihitung dengan formula :

$$Swh_Id = Mx-Tn_Id + 3*(Maksimum_Id - 1) \quad \dots (2-2)$$

dimana: Swh_Id = Kelas padi

Mx-Tn_Id = Kelas EVI maksimum dikurang EVI saat tanam

Maksimum_Id = Kelas EVI maksimum

Tabel 2-1. Rekode EVI_Maksimum dan EVI Maksimum-Tanam serta Hasil Kombinasinya (Overlay Matriks)

EVI_Maksimum	Rekode	EVI Maksimum - Tanam		
		< 0.4	0.4-0.5	>0.5
		1	2	3
0.40-0.45	1	1	2	3
0.45-0.50	2	4	5	6
0.50-0.55	3	7	8	9
0.55-0.60	4	10	11	12
> 0.60	5	13	14	15

Berdasarkan parameter tanaman padi yang diperoleh pada tabel 1 kemudian dapat diturunkan model fase pertumbuhan. Kemudian hasil dari klasifikasi tersebut dikonversi menjadi poligon. Selanjutnya klasifikasi tersebut dikonversi menjadi poligon. Ekstraksi informasi awal tanam padi dilakukan berdasarkan waktu terjadinya EVI Maksimum atau Letak Maksimum (LM). EVI maksimum diasumsikan terjadi ketika padi berumur 60 HST (Hari Setelah Tanam), yaitu setelah pembungaan dan saat terbentuknya bulir gabah. Dengan demikian awal tanam (AT) padi pada data EVI 8 harian dapat diketahui dengan formula :

$$AT = LM - 60/8 = LM - 8 \quad \dots (2-3)$$

dimana: AT = awal tanam

LM = letak maksimum

Untuk membuat profil pertumbuhan tanaman padi EVI multitemporal berdasarkan piksel-piksel yang relatif homogen, maka data EVI tersebut harus diekstrak berdasarkan poligon yang memiliki kelas padi dan awal tanam yang sama. Poligon tersebut dapat terbentuk dengan cara mengoverlay vektor poligon Klasifikasi Padi dengan nilai atribut Klas_id dan vektor poligon awal tanam (AT) menggunakan Software ArcView. Nilai atribut padi (Padi_Id) dihitung dengan formula sbb :

$$Padi_id = Swh_id + 15*(AT_id - 1) \quad \dots (2-4)$$

dimana : Padi_id = nilai atribut padi

Swh_id = nilai atribut kelas padi

AT_id = nilai atribut awal tanam (*Julian date*)

Time series EVI dari hasil plotting setiap training area dianalisis untuk menentukan saat terjadinya fase vegetatif maksimum (60 hari), awal tanam, dan akhir tanam (fase bera), sehingga dapat diketahui korespondensi antara umur tanaman padi dengan kisaran nilai EVI serta untuk membuat profil pertumbuhan tanaman padi.

Analisis korelasi dan regresi dilakukan untuk memperoleh model persamaan regresi selama pertumbuhan tanaman padi fase vegetatif atau generatif. Bentuk persamaan yang akan dicoba adalah polinom orde 3 atau *Spline Qubic* dengan persamaan umum sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1X + b_2*X^2 + b_3*X^3 \quad \dots (2-5)$$

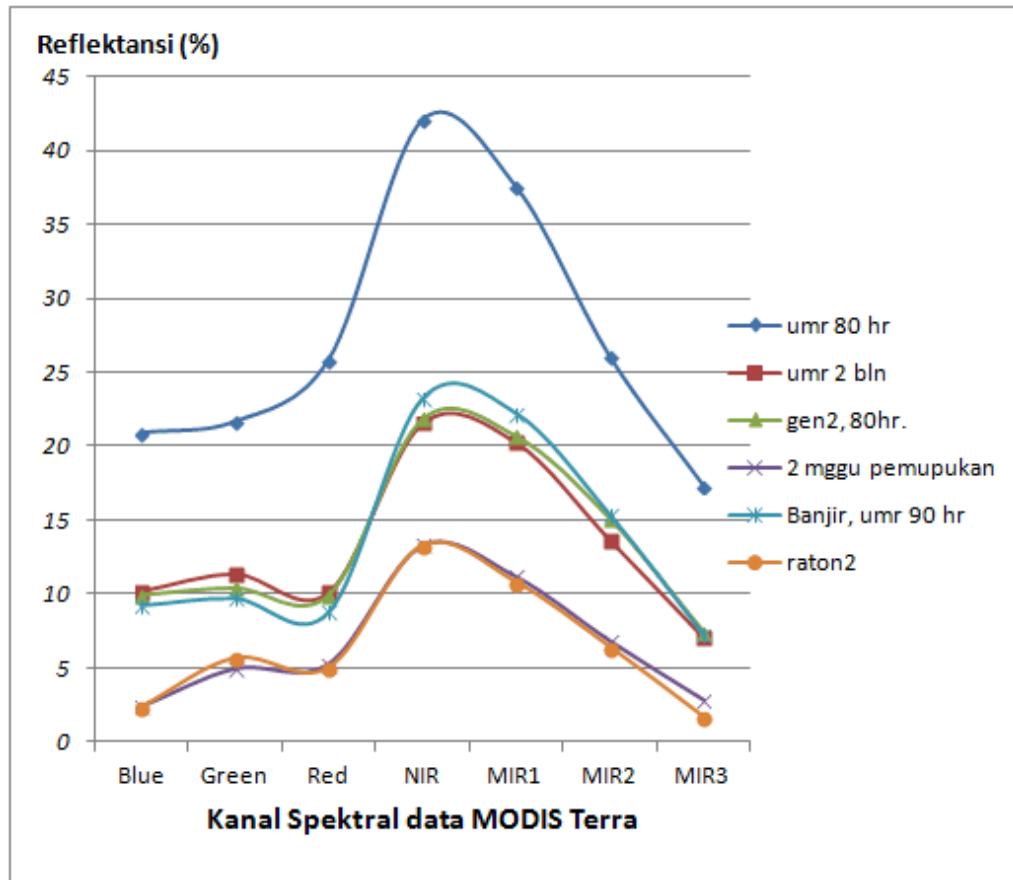
X : waktu/umur tanaman padi (HST)

Y : merupakan parameter pertumbuhan tanaman seperti kehijauan tanaman atau Indeks Vegetasi (IV) yang dapat ditunjukkan dengan EVI, sedangkan t adalah waktu atau HST (hari setelah tanam). Transformasi EVI dapat dilakukan agar skala nilai EVI yang semula berkisar antara -1 s/d +1 menjadi data 8 bit dengan kisaran nilai 0 – 255, sehingga tidak berbeda jauh dengan kisaran umur (X) dari 0 s/d 120 HST (Hari Setelah Tanam). Transformasi EVI menjadi Indeks vegetasi (IV) dalam 8 bit dilakukan dengan formula :

$$IV = 128 + 125*EVI \quad \dots (2-6)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Respon spektral dari tiap piksel dengan obyek yang berbeda-beda di sekitar lahan sawah dapat dilihat pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1. Respon Spektral Tanaman Padi pada beberapa Fase Padi

Setiap obyek dipermukaan bumi mempunyai respon spektral yang berbeda-beda maka dapat dibedakan juga profil yang diduga sebagai profil padi. Dari profil yang diperoleh dari tiap piksel didapat bahwa untuk piksel-piksel yang diduga tanaman padi mempunyai tiga puncak untuk periode 2010 sampai dengan 2012. Hal ini menandakan bahwa terjadi tiga periode tanam. Setiap kurva mempunyai selang waktu 112-120 hari. Nilai EVI maksimum > 0.40 dan EVI minimum < 0.25 (fase air). Sedangkan selisih nilai EVI maksimum dan EVI minimum (saat tanam) > 0.3.

Ekstraksi informasi awal tanam (AT) padi dilakukan berdasarkan waktu terjadinya EVI Maksimum atau Letak Maksimum (LM) dengan menggunakan persamaan (2-2). Selanjutnya hasil AT dikonversi menjadi poligon. Kemudian dengan menggunakan piksel-piksel yang memiliki kelas padi (Swh_Id) dan awal tanam (AT) yang relatif homogen dibuat poligon dengan menggunakan Software ArcView. Kemudian dihitung nilai atribut padi (Padi_Id) dengan menggunakan persamaan (2-3). Vektor poligon yang dihasilkan kemudian dikonversi menjadi Region Raster dengan menggunakan software ErMapper ke file EVI Multitemporal untuk dihitung nilai statistiknya (Mean dan Standar dEVIasinya) pada setiap

region dengan atribut Padi_Id. Selanjutnya hasil ekstraksi EVI dengan awal tanam yang berbeda-beda dikelompokkan berdasarkan umur padi yang sama (mengacu pada letak EVI maksimum) dalam bentuk tabel 3-1.

Tabel 3-1. Rekapitulasi hasil ekstraksi rata-rata (Mean) EVI pada region Padi_Id

No	Umur Padi (HST)	EVI ₁	EVI ₂	EVI _n	Keterangan
1	-12					Sebelum tanam
2	-4					Sebelum tanam
3	4					Vegetatif, bercampur air
4	12					Vegetatif, bercampur air
5	20					Vegetatif, bercampur air
6	28					Vegetatif
7	36					Vegetatif
8	44					Vegetatif
9	52					Vegetatif
10	60					Vegetatif Maksimum
11	68					Generatif
12	76					Generatif
13	84					Generatif
14	92					Generatif
15	100					Generatif
16	108					Generatif
17	116					Generatif
18	124					Bera

Keterangan :

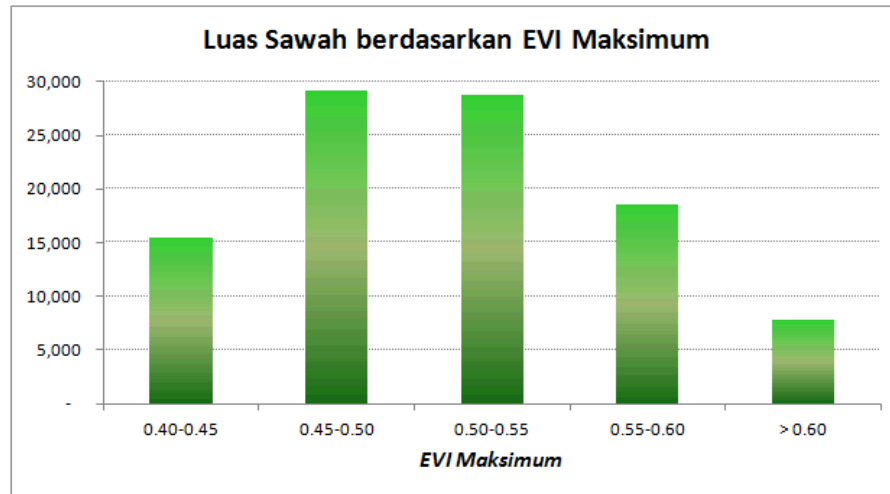
EVI₁, EVI₂, ..., EVI_n : EVI pada awal tanam ke 1,2,...,n

Distribusi spasial klasifikasi lahan sawah di lokasi penelitian menunjukkan bahwa kelas yang dominan adalah kelas yang memiliki kisaran EVI Maksimum : 0.45-0.50 dan 0.50-0. Pesentase luas sawah lokasi penelitian berdasarkan kelas EVI maksimum dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik Gambar 3-2.

Tabel 3. Distribusi Luas Lahan Sawah di P.Jawa Berdasarkan Kelas EVI Maksimum

No	EVI_Max	Max_Id	% Luas
1	0.40-0.45	1	15.2%
2	0.45-0.50	2	28.7%
3	0.50-0.55	3	28.2%
4	0.55-0.60	4	18.2%
5	0.60-0.65	5	9.7%

Hasil ini menunjukkan bahwa karakteristik tanaman padi di pulau Sumatera berbeda dengan tanaman padi yang ditanam di lahan sawah pulau Jawa, walaupun varietas tanaman padinya sama. Sebagian besar varietas tanaman padi yg ditanam di pulau Jawa dan Sumatera adalah dari jenis Ciherang. Tanaman padi di pulau Jawa tidak ada yang EVI maksimumnya < 0.45 dan ada yang mencapai > 0.65, sehingga lahan sawah di pulau Jawa terdapat 6 kelas.



Gambar 3-2. Presentase luas kelas padi sawah di P. Sumatera Selatan

Model Pertumbuhan tanaman padi berdasarkan analisis regresi dan hasil profil pertumbuhan dari kelas EVI maksimum 0.40-0.45 tersebut adalah sebagai berikut :

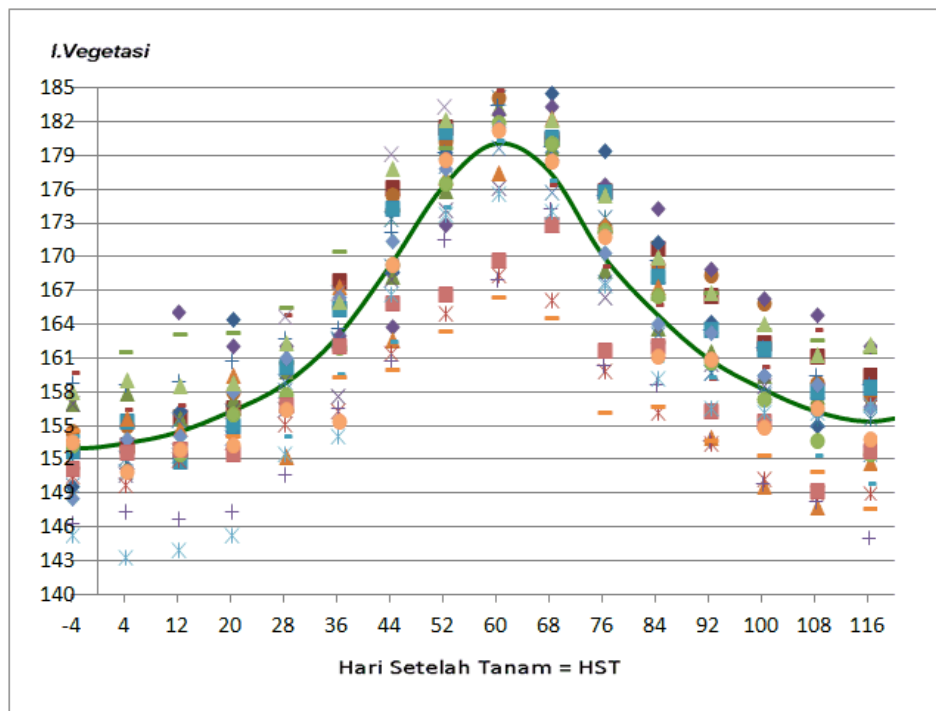
Fase vegetatif:

$$Y_{veg} = 0.006x^2 + 0.0379x + 156.18 \quad \dots (3-1)$$

Fase generatif:

$$Y_{Gen} = 0.0066x^2 - 1.555x + 249.32 \quad \dots (3-2)$$

dimana : $Y = 128 + 125 \cdot EVI$ dan $X = \text{waktu (HST = hari setelah tanam)}$



Gambar 3-3. Profil pertumbuhan tanaman padi kelas 1 (EVI Max : 0.40-0.45)

Model Pertumbuhan tanaman padi berdasarkan analisis regresi dari kelas EVI maksimum 0.50-0.55 adalah sebagai berikut :

Fase vegetatif:

$$Y_{\text{veg}} = 0.0001x^3 + 0.0006x^2 + 0.1351x + 152.11 \quad \dots (3-3)$$

Fase generatif:

$$Y_{\text{Gen}} = 0.0056x^2 - 1.5819x + 258.56 \quad \dots (3-4)$$

dimana : $Y = 128 + 125 \cdot \text{EVI}$ dan $X = \text{waktu (HST = hari setelah tanam)}$

Model Pertumbuhan tanaman padi berdasarkan analisis regresi dari kelas EVI maksimum 0.55-0.60 adalah sebagai berikut :

Fase vegetatif :

$$Y_{\text{veg}} = -0.0001x^3 + 0.0077x^2 + 0.9504x + 132.34x^3 \quad \dots (3-5)$$

Fase generatif:

$$Y_{\text{Gen}} = 0.0096x^2 - 2.6009x + 328.81 \quad \dots (3-6)$$

dimana : $Y = 128 + 125 \cdot \text{EVI}$ dan $X = \text{waktu (HST = hari setelah tanam)}$

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

- (1) Hasil pengolahan data reflektansi dari MODIS 8 harian selama periode 2010 s/d 2012 menjadi indeks vegetasi (*EVI = Enhance Vegetation Index*) diperoleh profil pertumbuhan tanaman padi pada periode tersebut untuk setiap piksel lahan sawah. Tanaman padi di lokasi penelitian memiliki karakteristik : 2-3 puncak, tiap kurva terjadi selama selang waktu 112-120 hari, *EVI* maksimum > 0.40 , *EVI* minimum < 0.25 (fase air), selisih *EVI* maksimum dan *EVI* minimum (saat tanam) berada pada > 0.3 .
- (2) Hasil analisis spasial terhadap data *EVI* Multitemporal di daerah Sumatera Utara dan Lampung (mewakili seluruh lahan sawah di Sumatera) diperoleh 3 Model Pertumbuhan utama untuk tanaman padi.

5. Daftar Rujukan

- Arvor, D et all. 2008. *Comparaison Of Multitemporal Modis-Evi Smoothing Algorithms And Its Contribution To Crop Monitoring*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing
- 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, Jakarta. GisDevelopment.
- Dirgahayu, D. 2005. *Model Pertumbuhan Tanaman Padi Menggunakan Data MODIS Untuk Pendugaan Umur Padi Sawah*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV, ITS. Surabaya
- Uchida, S., 2007. *Monitoring of paddy rice planting with complex cropping pattern using satellite remote sensing data -A case of West Java, Indonesia-*, 28th Asian Conference on Remote Sensing, Kuala Lumpur.
- Uchida, S., 2008. *Land use discrimination in the tropical humid climate region using variation of land cover characteristics derived from remote sensing data*, 29th Asian Conference on Remote Sensing, Colombo.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 7 Tahun 1996.
- Xiao, Xiangming, et all. 2005. *Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi temporal MODIS images*. Remote Sensing of Environment 95 (2005) 480–492. Science Dirrect.