

Identifikasi Parameter Pertumbuhan Tanaman Padi Menggunakan Data EVI Modis Multitemporal (Studi Kasus di Sulawesi Selatan)

Dede Dirgahayu¹

¹ Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN. Email : dede_dirgahayu03@yahoo.com

Abstrak – Tanaman padi merupakan penghasil pangan pokok (beras) yang masih dikonsumsi oleh sebagian besar rakyat Indonesia. Pemantauan kondisi tanaman padi selama pertumbuhannya perlu dilakukan untuk mengantisipasi kegagalan panen akibat kekeringan atau banjir. Penelitian dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi parameter biologi (pertumbuhan) tanaman padi di Sulawesi Selatan, sehingga dapat membedakan tanaman padi dan bukan di lahan sawah. Parameter tersebut antara lain EVI maksimum, Range EVI Maksimum-awal tanam, dan EVI awal tanam. Penelitian dilakukan di lahan sawah di beberapa Kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan, antara lain : Maros, Pinrang, dan Sidrap. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mendeteksi nilai EVI maksimum yang dapat dicapai tanaman padi dan kapan terjadinya selama pertumbuhannya. Nilai EVI maksimum tersebut dapat diketahui berdasarkan analisis spasial data EVI Modis Multitemporal selama 3 tahun (2010-2012). Kapan terjadinya EVI Maksimum yang diasumsikan saat padi berumur 60-64 hari setelah tanam (HST) dijadikan sebagai acuan untuk menghitung kapan awal tanam padi dan rata-rata nilai EVI saat tanam. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanaman padi di lokasi penelitian memiliki nilai EVI Maksimum berkisar antara 0.408 – 0.888 dan Range EVI Maksimum-Tanam berkisar antara 0.304 – 0.696 dengan EVI saat tanam ≤ 0.15 . Ketiga kriteria tersebut selanjutnya dijadikan sebagai nilai ambang (*threshold*) untuk membedakan tanaman padi dan bukan padi di lahan sawah. Hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk membuat model pertumbuhan padi dan memantau fase pertumbuhan tanaman padi di Sulawesi Selatan.

Kata kunci: Parameter pertumbuhan, EVI Maksimum, Range EVI Maksimum-tanam

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi tanaman pangan khususnya tanaman padi perlu dilakukan oleh pemerintah untuk mencapai swasembada pangan. Sesuai dengan amanah 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 di suatu negara setiap tahunnya dapat mengalami fluktuasi akibat adanya bencana kekeringan, banjir, dan serangan hama penyakit di lahan sawah. Bencana tersebut juga dapat terjadi Pulau Jawa serta di wilayah-wilayah yang telah ditetapkan menjadi sentra produksi padi produksi padi nasional. Dengan demikian perlu adanya upaya yang dilakukan untuk mencapai swasembada pangan, yang salah satunya adalah dengan melakukan pemantauan terhadap kondisi pertanian padi di seluruh wilayah yang telah ditetapkan sebagai sentra produksi padi nasional. Dengan adanya pemantauan tersebut diharapkan pemerintah dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan dalam menjaga dan meningkatkan produksi padi nasional.

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 maupun Landsat. Turunan informasi spasial dari data MODIS yang dapat diekstrak, antara lain Indeks Vegetasi EVI (*Enhanced Vegetation Index*) seperti yang pernah dilakukan oleh Huete, et.al (1997). Dengan menggunakan nilai EVI secara multitemporal diharapkan dapat dilihat dan dicirikan fluktuasi pertumbuhan tanaman padi. Sebagian besar penelitian aplikasi inderaja terhadap tanaman padi adalah tentang estimasi produktivitas dan jarang yang memprediksi luas panennya berdasarkan pendugaan umur. Dirgahayu (2005) 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. Dirgahayu dan Parwati (2005) telah melakukan penelitian untuk menduga umur tanaman padi menggunakan Reflektansi Landsat 7 dengan hasil cukup baik, sehingga dengan 1 data tunggal Landsat 7 dapat membuat sebaran spasial umur padi.

Hasil penelitian pengembangan model pertumbuhan tanaman padi menggunakan data EVI Modis multitemporal yang dilakukan oleh Dirgahayu, dkk (2010) di pulau Jawa menunjukkan bahwa nilai maksimum indek vegetasi ($EVI = Enhance\ Vegetation\ Index$) tanaman padi di pulau Jawa berbeda-beda pada setiap wilayah sehingga untuk memetakan umur padi secara spasial harus menggunakan 6 model fase pertumbuhan, baik dalam fase vegetatif maupun generatif. Sedangkan hasil penelitian untuk pulau Sumatea (2014) menghasilkan 5 model pertumbuhan tanaman padi.

Sesuai dengan amanah UU Antariksa no 21 tahun 2013, yaitu pada pasal 15 dan 19, yang menyatakan bahwa deteksi parameter geo-bio-fisik merupakan salah 1 bentuk Pengolahan data penginderaan jauh selain Klasifikasi, maka penelitian ini dilakukan dengan memilih wilayah Sulawesi Selatan sebagai lokasi penelitian. Tujuan penelitian adalah untuk menghitung parameter biologi (pertumbuhan) tanaman padi sebagai bahan masukan dalam membuat model pertumbuhan padi di Sulawesi Selatan. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : perbedaan kondisi pertumbuhan tanaman akibat perbedaan varietas, kondisi kualitas lahan dan lingkungan ditunjukkan oleh perbedaan nilai EVI Maksimum yang dapat dicapai tanaman padi selama pertumbuhan vegetatif.

METODOLOGI

Data dan Alat

Data yang digunakan dalam penelitian adalah:

- Data satelit Terra/Aqua MODIS, 8-harian, 2010-2012 (sumber: LAPAN).
- Data lahan baku sawah (sumber: Pusdatin, Kementrian Pertanian dan LAPAN)

Alat yang digunakan adalah perangkat lunak pengolahan citra, seperti ErMapper 7.0 dan Arcview. Untuk menampilkan profil Indek Vegetasi secara interaktif serta analisis statistik data multitemporal, maka dibuat program aplikasi khusus menggunakan perangkat lunak Visual C++, IDL 8.2 dan Visual Basic VB 6.0

Data yang dikumpulkan adalah data reflektan MODIS 8 harian (MOD09) dengan resolusi spasial 250 m dari tahun 2010-2012. Pengolahan awal yang dilakukan adalah dilakukan koreksi geomterik (Reproyeksi dari Sitem Sinusoidal menjadi Geografi) dan mosaiking dengan menggunakan software MODIS Reprojection Tool (MRT) dan ER-MAPPER. Setelah itu dilakukan pemisahan awan dengan menggunakan metode *RGB766 Clustering*. Setelah data MODIS dikoreksi kemudian dilakukan ekstraksi nilai Indeks vegetasi (EVI) dari data tersebut sehingga diperoleh data raster indeks vegetasi (IV) MODIS 8 harian dari tahun 2010 sampai dengan 2012.

Metode Penelitian

Ekstraksi Parameter Indeks Vegetasi

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini secara garis besar terdiri dari 2 tahap utama, yaitu tahap perbaikan kualitas data Multitemporal serta tahap analisis spasial data multitemporal untuk mendeteksi parameter biologi (pertumbuhan) tanaman padi. Tahapan tersebut dapat dilihat pada diagram alir Gambar 2-1. Perbaikan kualitas data EVI Multitemporal untuk tujuan analisis spasial dilakukan dengan cara penghalusan (*smoothing*). Rumus yang digunakan untuk ekstraksi informasi spasial Indeks Vegetasi dengan menggunakan metode EVI (*Enhanced Vegetation Index*) oleh Huete (1997), dengan formula:

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

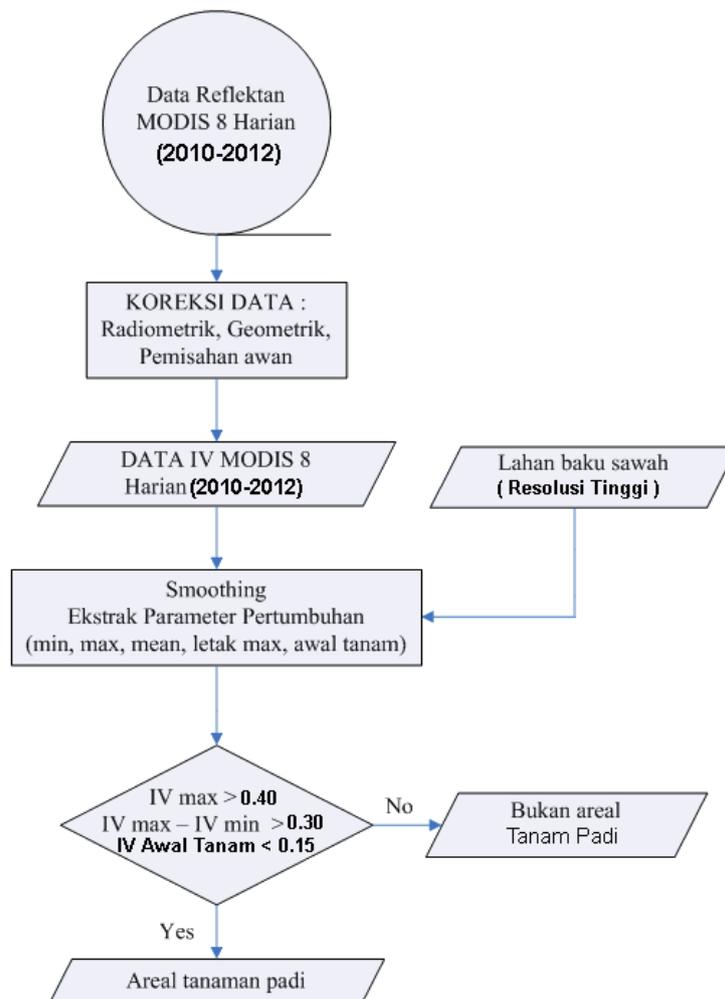
dimana $L=1$, $C_1 = 6$, $C_2 = 7.5$, and G (*gain factor*) = 2.5.

Kemudian data raster tersebut diperhalus (*smoothing*) untuk menghilangkan noise (teutama awan) agar diperoleh profil EVI yang halus. Smoothing yang dilakukan adalah dengan menggunakan menggunakan metode median dan rata-rata bergerak. 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, sehingga perubahan/fluktuasi EVI berlangsung secara gradual/kontinyu membentuk suatu pola yang khas, terutama untuk obyek vegetasi.

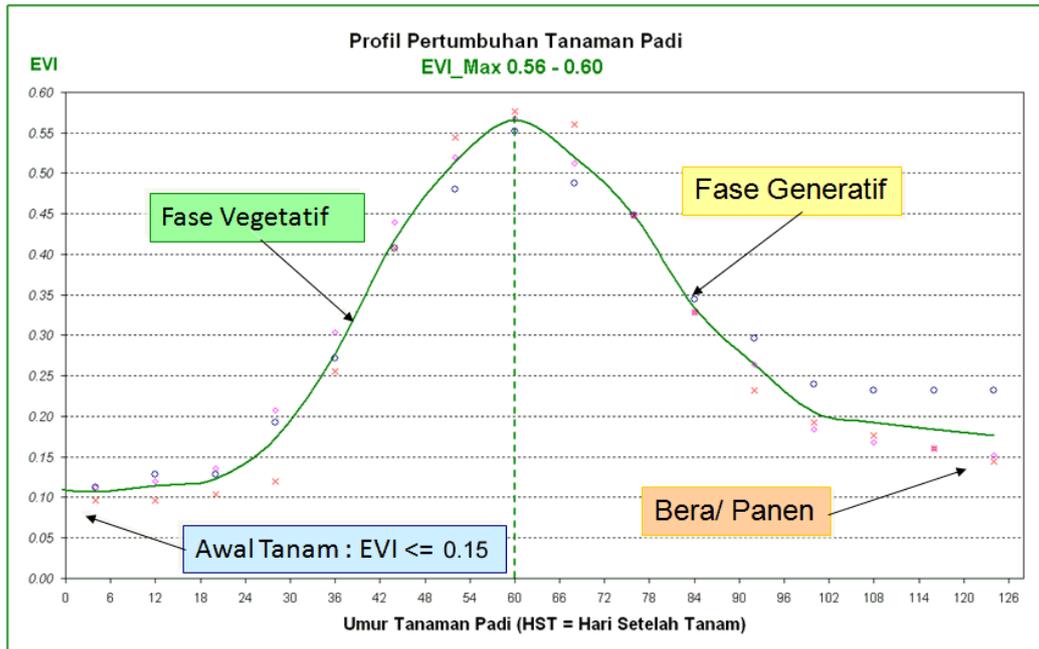
Analisis Spasial Data EVI Multitemporal

Untuk keperluan analisis spasial ini dibuat program khusus menggunakan SW VC++, VB 6, maupun IDL 8.2 agar dapat menghitung parameter biologi(pertumbuhan) tanaman padi. Parameter-parameter tersebut perlu diketahui agar tanaman padi dapat dibedakan dengan objek lainnya di lahan sawah. Program tersebut menghitung nilai minimum, maksimum, letak minimum, serta letak maksimum dari seri data yang terkumpul. Dari nilai-nilai tersebut selanjutnya dapat dihitung awal tanam, panen dan nilai statistiknya seperti nilai rata-rata, kovarian, slope dan skewness selama periode pengamatan (3 tahun) dari data 8 harian EVI (terdapat 138 set data EVI). Waktu awal tanam suatu tanaman semusim, seperti tanaman padi dapat diketahui, jika diasumsikan bahwa ketika mencapai EVI maksimum berhubungan dengan tahapan vegetatif maksimum tanaman. Umumnya fase vegetatif maksimum tersebut tercapai pada separuh umur tanaman (lihat Gambar 2-2).

Pertumbuhan tanaman padi dari mulai tanam (0 HST) hingga panen (110-120 HST) dapat ditunjukkan dengan perubahan tingkat kehijauan atau indeks vegetasi (EVI) selama pertumbuhan dalam bentuk grafik atau profil EVI terhadap terhadap waktu. Untuk membuat profil Indeks Vegetasi memerlukan dua tahap kegiatan, yaitu pertama penentuan area tanaman padi seperti yang digambarkan dalam Gambar 2-1. dan yang kedua ekstraksi statistik nilai EVI pada area tertentu yang memiliki kesamaan waktu tanam dan klasifikasi lahan padi sawah berdasarkan kelas EVI maksimum dan Range EVI Maksimum-Tanam, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2-2. Khusus untuk tanaman padi yang memiliki periode tumbuh hingga 110-120 hari, fase vegetatif maksimum tersebut tercapai sekitar umur 60-64 HST (Hari Setelah Tanam). Tahapan selanjutnya adalah untuk menentukan parameter pertumbuhan tanaman padi, dengan cara melakukan analisis spasial antara hasil statistik spasial data EVI Multitemporal dengan lahan sawah baku selama pertumbuhan tanaman padi dari awal tanam hingga panen. Hasil analisis adalah nilai batas (*threshold*) untuk parameter pertumbuhan tersebut antara lain : EVI saat awal tanam, EVI maksimum, Range EVI maksimum-Tanam, EVI saat panen hingga fase bera, Rataan EVI selama pertumbuhan padi, Rataan EVI selama fase vegetatif (dari awal tanam hingga EVI maksimum), serta Rataan EVI selama fase Generatif (dari EVI Maksimum hingga panen).



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian untuk Mendeteksi Parameter Biologi (Pertumbuhan) Tanaman Padi



Gambar 2. Parameter Pertumbuhan Tanaman Padi berdasarkan Indeks Vegetasi (EVI)

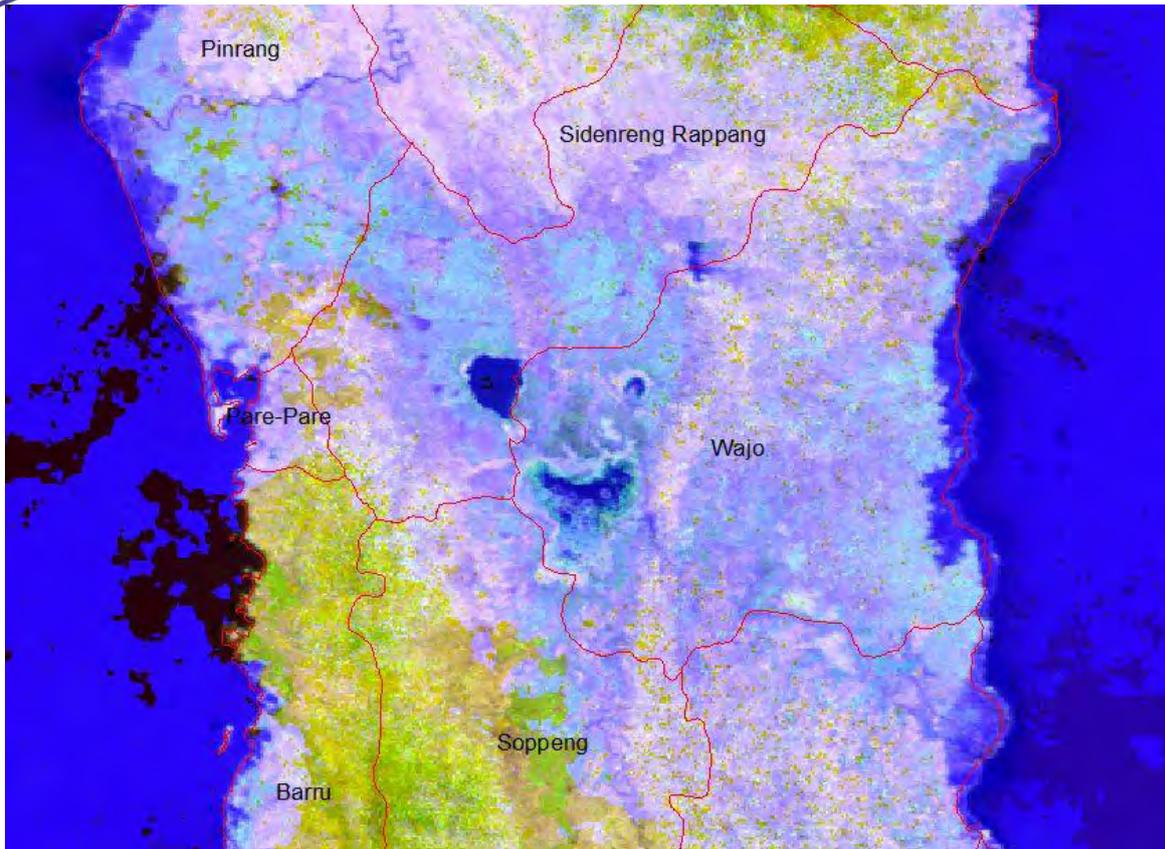
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampilan penutup Lahan berdasarkan Komposit EVI Multitemporal

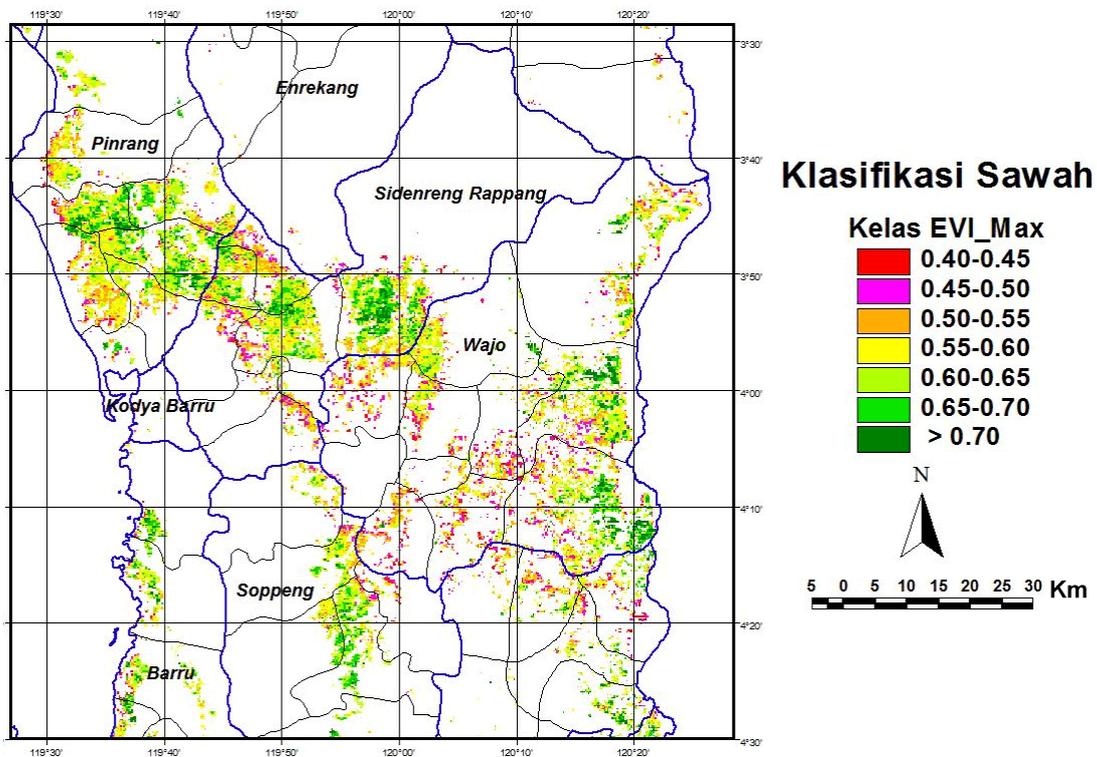
Citra komposit RGB yang tersusun dari Mean EVI selama 3 tahun pada layar *Red*, EVI Maksimum pada layer *Green*, dan EVI Minimum pada layer *Blue* menghasilkan penampilan Citra komposit pada Gambar 3-1. Dibandingkan penutup lahan yang lain, lahan sawah tampak berwarna sian kehijauan dengan tekstur relative homogen. Sedangkan obyek penutup lahan lainnya tampak warna tidak didominasi oleh warna hijau. Misalnya kawasan hutan dan perkebunan di Kabupaten Barru dan Soppeng tampak berwarna kuning kecoklatan, dan beberapa yang berwarna hijau terang. Obyek penutup lahan yang memiliki sedikit persentase vegetasi seperti ladang, pemukiman dan lahan terbuka tampak berwarna kuning keabuan terang.

Fluktuasi EVI tanaman Padi selama 3 tahun

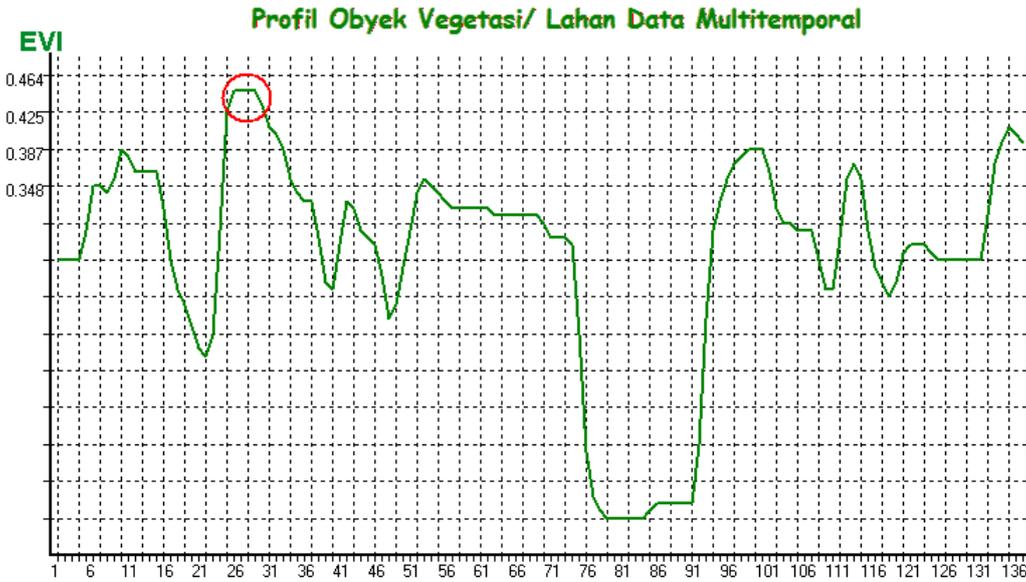
Analisis terhadap kurva perubahan/fluktuasi EVI di lahan sawah baku di Sulawesi Selatan perlu dilakukan untuk mengecek apakah selama 3 tahun tersebut (3-6 musim tanam padi), dilakukan penanaman padi secara terus menerus di lahan baku sawah yang tersedia. Jika hanya ditemukan hanya sekali profil pertumbuhan mirip tanaman padi yang normal selama 3 tahun tersebut, maka bisa diasumsikan telah terjadi konversi lahan sawah. Selain itu jika pada suatu piksel lahan baku sawah tidak ditemukan karakteristik pertumbuhan padi selama tiga tahun, maka bisa diduga telah terjadi kesalahan deliniasi lahan (interpretasi visual) yang seharusnya bukan lahan sawah menjadi lahan sawah baku. Untuk tujuan analisis maka dilakukan ekstraksi nilai EVI 8 harian selama 3 tahun (138 set data), pada piksel-piksel yang mewakili kelas sawah EVI Maksimum (Gambar 3-2). Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3-3 sampai dengan 3-9.



Gambar 3-1. Citra Komposit EVI Multitemporal dengan RGB (Mean, Max, Min)

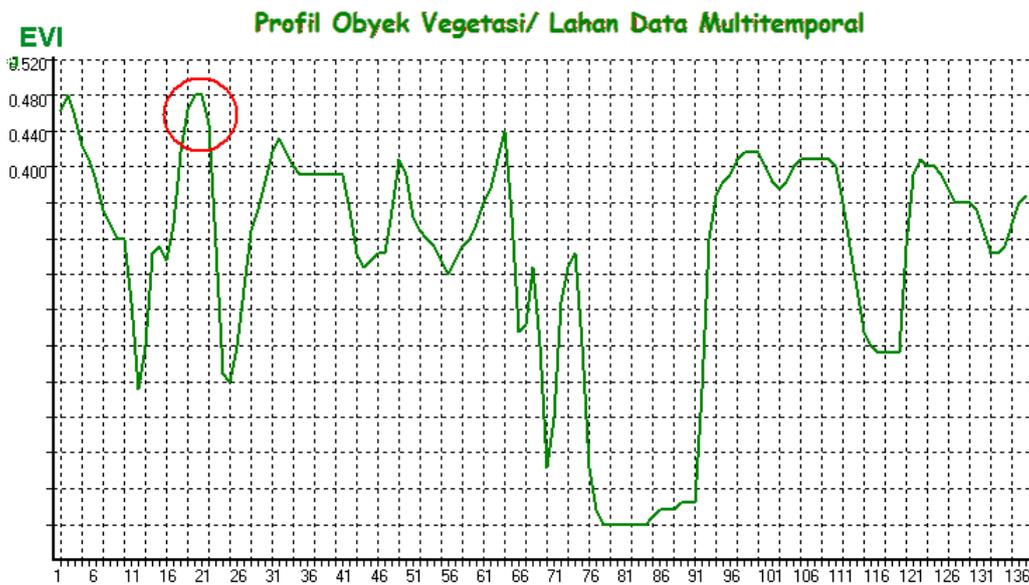


Gambar 3-2. Citra Klasifikasi Lahan Sawah berdasarkan EVI Maksimum di Provinsi Sulawesi Selatan bagian utara



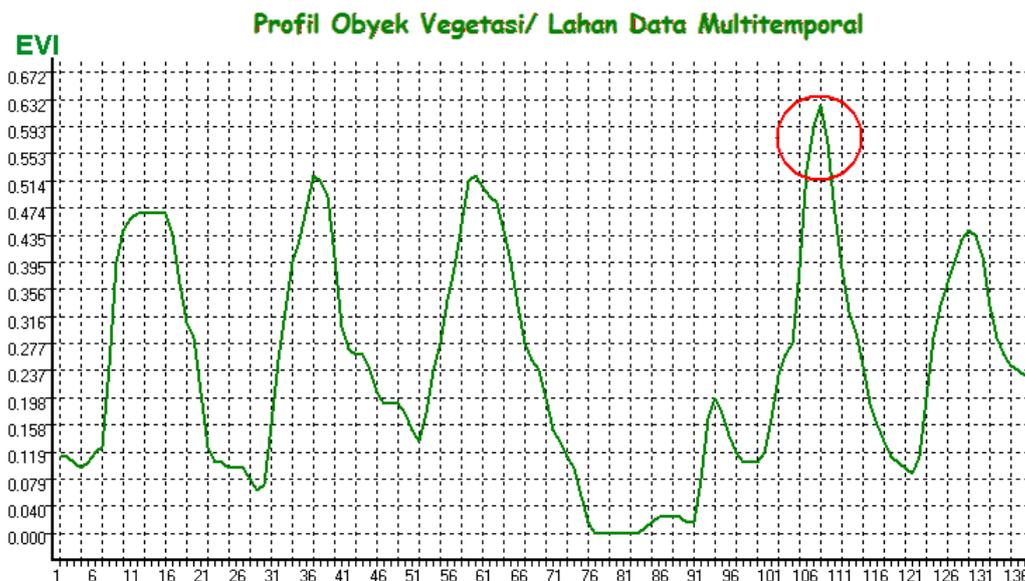
Gambar 3-3. Fluktuasi EVI pada Lahan Sawah Klas EVI Maksimum 0.40-0.45 (Simbol lingkaran merah)

Gambar 3-3 menunjukkan bahwa selama 3 tahun di suatu area lahan baku sawah hanya terdeteksi 1 pola musim tanaman padi sekitar bulan Mei-Agustus 2010.



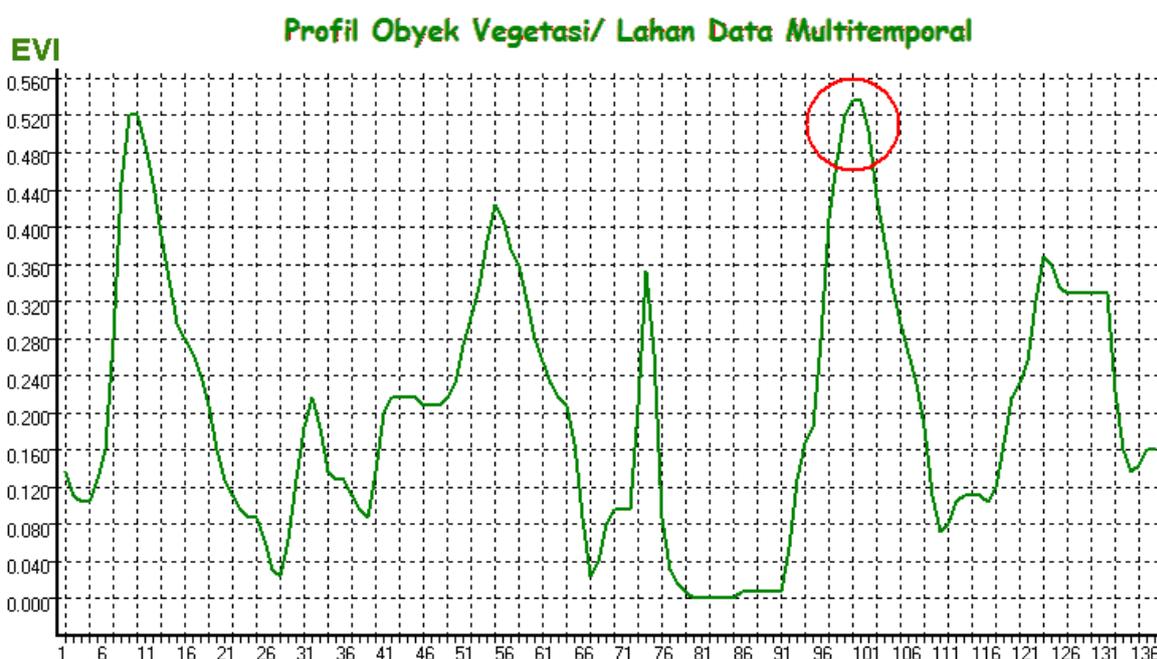
Gambar 3-4. Fluktuasi EVI pada Lahan Sawah Klas EVI Maksimum 0.45-0.50

Gambar 3-4 menunjukkan bahwa selama 3 tahun di suatu area lahan baku sawah terdeteksi 2 pola musim tanaman padi sekitar bulan Maret-Agustus 2010 dan 4 bulan sebelumnya pada tahun 2009. Sedangkan profil pertumbuhan mirip tanaman padi tampak pada data ke-91 (akhir Desember 2011) hingga April 2012 (data ke-117).



Gambar 3-5. Fluktuasi EVI pada Lahan Sawah Klas EVI Maksimum 0.50-0.55

Gambar 3-5 menunjukkan bahwa selama 3 tahun di suatu area lahan baku sawah terdeteksi 2 pola musim tanaman padi berurutan setiap tahun, dan nilai EVI maksimum tertinggi (0.50-0.55) terjadi pada awal tanam akhir Pebruari 2012 (dimulai dari data ke 101).

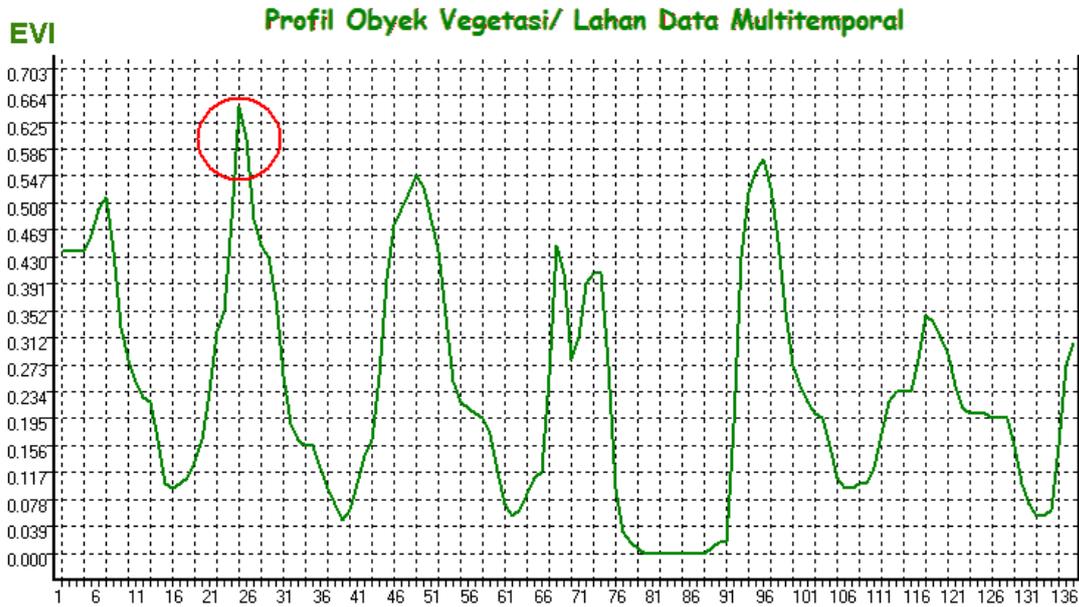


Gambar 3-6. Fluktuasi EVI pada Lahan Sawah Klas EVI Maksimum 0.55-0.60

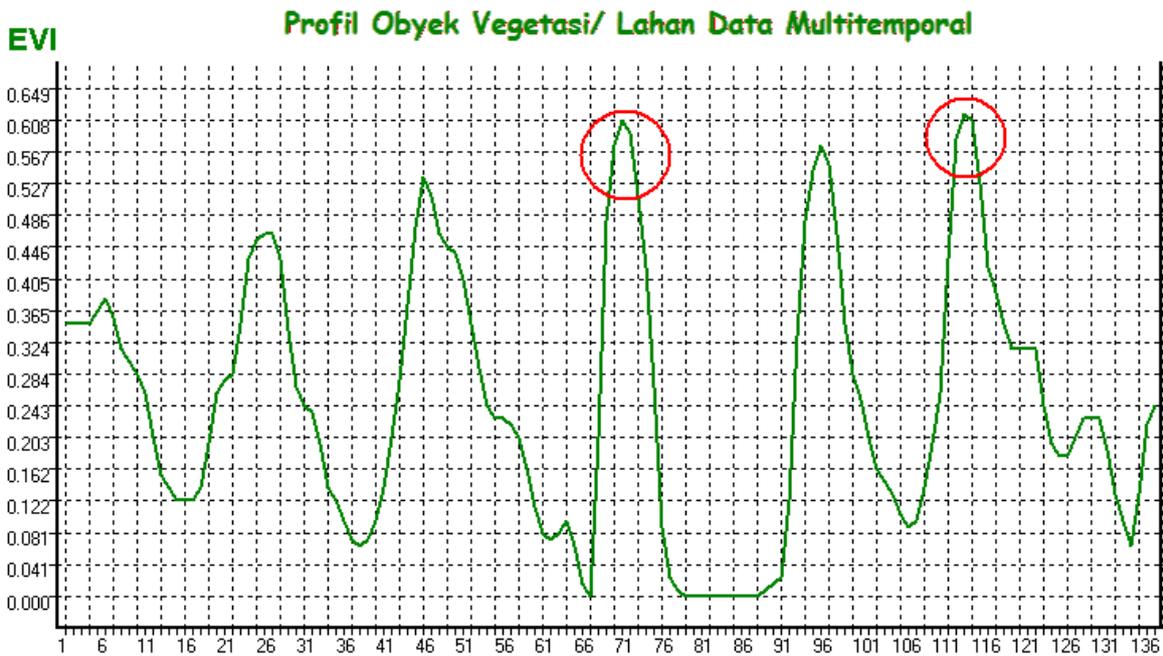
Gambar 3-6 menunjukkan seperti Gambar 3-5, bahwa selama 3 tahun di suatu area lahan baku sawah terdeteksi 2 pola musim tanaman padi, tetapi tidak berurutan setiap tahun, dan nilai EVI maksimum tertinggi (0.55-0.60) terjadi pada awal tanam akhir Desember 2011 (dimulai dari data ke 91).

Gambar 3-7 menunjukkan bahwa selama 3 tahun di suatu area lahan baku sawah terdeteksi ada yang alami 3 pola musim tanaman padi secara berurutan (tahun 2010-2011), dan nilai EVI maksimum tertinggi (0.60-0.65) terjadi pada awal tanam akhir bulan April 2010 (dimulai dari data ke 16).

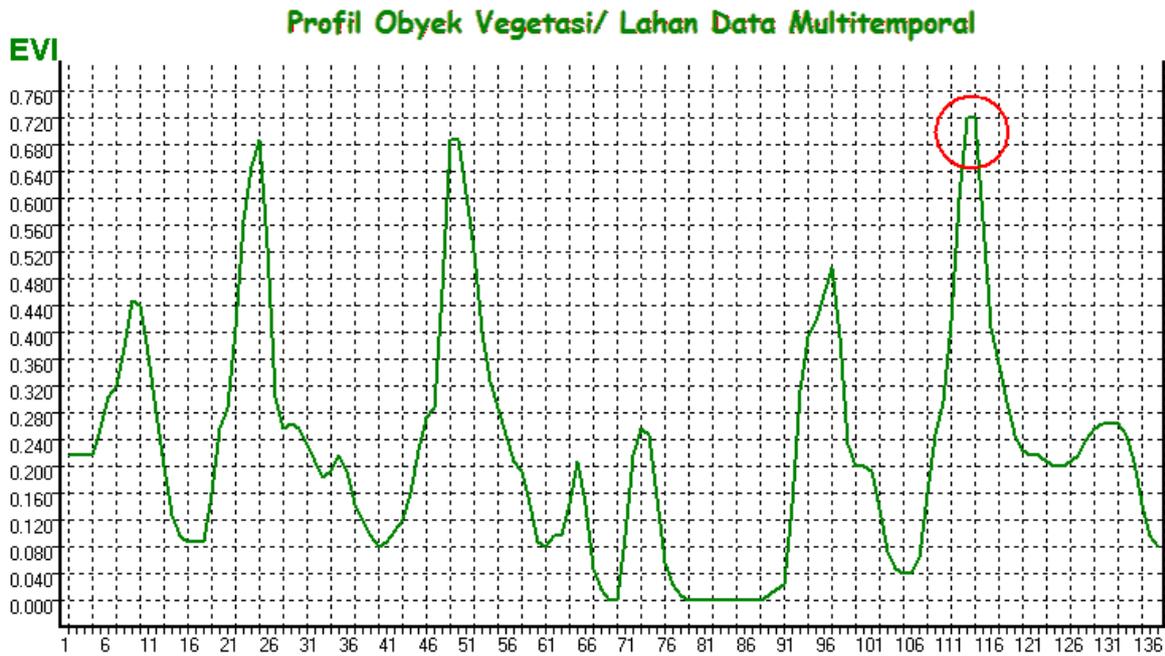
Demikian juga tampak pada Gambar 3-8 menunjukkan bahwa selama 3 tahun di suatu area lahan baku sawah terdeteksi ada yang alami 3 pola musim tanam padi secara berurutan (tahun 2010-2011), dan nilai EVI maksimum tertinggi (0.60-0.65) terjadi pada awal tanam pertengahan April 2012 (dimulai dari data ke 106).



Gambar 3-7. Fluktuasi EVI pada Lahan Sawah Klas EVI Maksimum 0.60-0.65



Gambar 3-8. Fluktuasi EVI pada Lahan Sawah Klas EVI Maksimum 0.65-0.70



Gambar 3-9. Fluktuasi EVI pada Lahan Sawah Klas EVI Maksimum > 0.70

Gambar 3-9 menunjukkan bahwa selama 3 tahun di suatu area lahan baku sawah yang bisa mencapai EVI maksimum > 0.7 terdeteksi ada yang alami 3 pola musim tanaman padi secara berurutan (tahun 2010-2011), dan nilai EVI maksimum tertinggi (> 0.70) terjadi pada awal tanam pertengahan bulan April 2010 (dimulai dari data ke 106).

Hasil analisis ini lebih detil jika dibandingkan dengan hasil penelitian Panuju, et all (2009) yang hanya menggunakan data 1 musim tanam dan data resolusi 500 m dan terbatas hanya pada areal persawahan di Subang saja.

Analisis Data EVI Multitemporal pertumbuhan padi di Sulawesi Selatan

Analisis spasial perlu dilakukan agar pendeteksian tanaman padi di suatu lahan sawah (sesuai dengan pola tanamnya) dapat ditentukan lebih detil dan akurat dengan memenuhi kriteria/karakteristik tanaman padi, yaitu dalam hal EVI saat tanam, EVI Maksimum, lama tanam, serta range antara awal tanam hingga EVI maksimum. Hasil analisis Statistik spasial terhadap data EVI Multitemporal selama 3 tahun (2010-2012) yang dioverlay dengan data lahan baku sawah di Provinsi Sulawesi Selatan menghasilkan Parameter Pertumbuhan Padi sebagai berikut (Tabel 3-1).

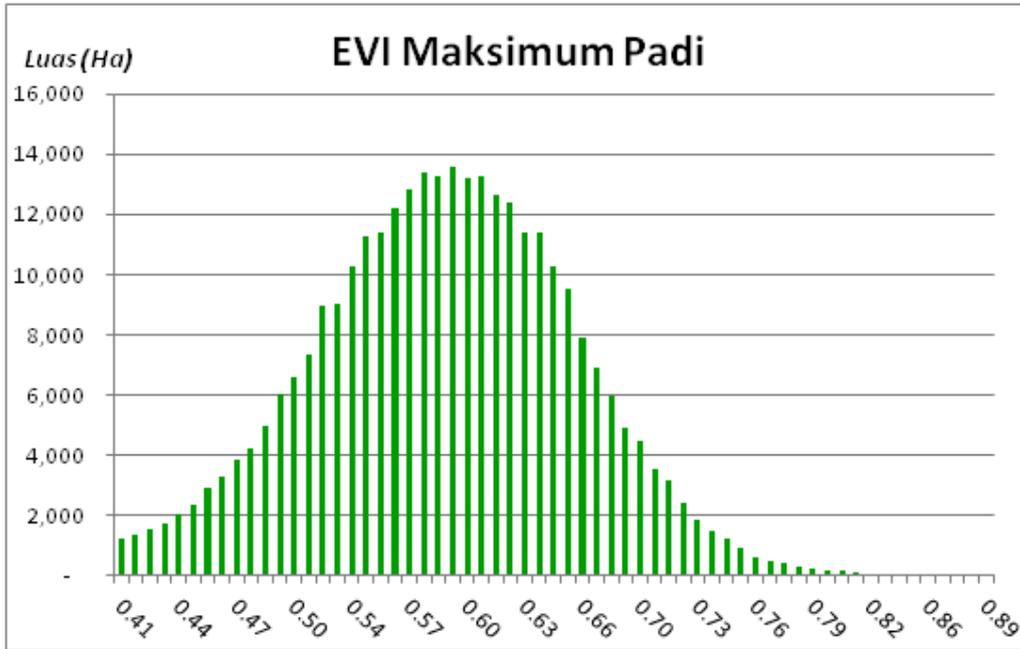
Tabel 3-1. Parameter Biologi/Pertumbuhan Tanaman Padi di Sulawesi Selatan

EVI	Min	Max
Tanam	-0.888	0.216
Max	0.408	0.888
Panen	0.217	0.344
Range Max-Tnm	0.304	0.696
MeanTP	0.312	0.648
MeanVeg	0.530	0.744
MeanGen	0.570	0.736

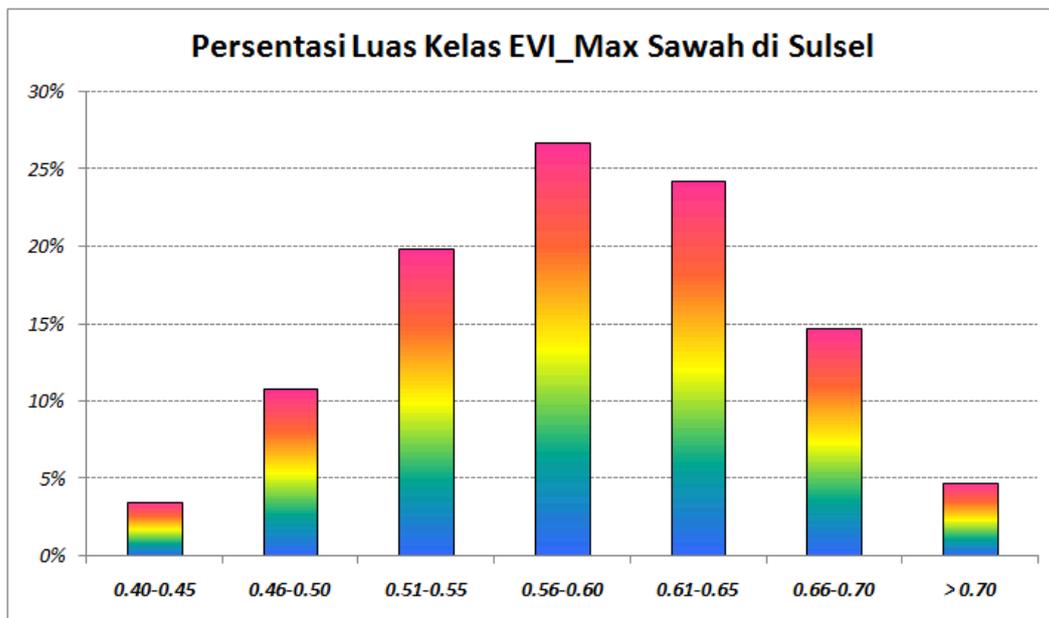
Dari distribusi spasial tersebut menunjukkan bahwa kelas yang dominan adalah kelas yang memiliki kisaran EVI Maksimum : 0.55-0.60. Pesentase luas sawah di pulau Sulawesi berdasarkan kelas EVI maksimum dapat dilihat pada Tabel 3-2 dan grafik pada Gambar 3-10.

Tabel 3-2. Distribusi Luas Lahan Sawah di Sulawesi Selatan Berdasarkan Kelas EVI Maksimum

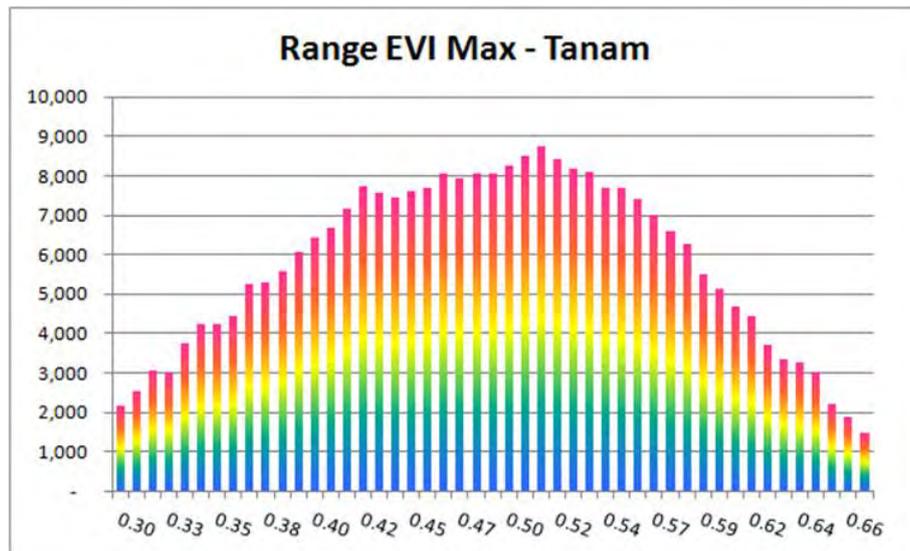
Kelas	EVI Max	Luas(Ha)	Luas(%)
1	0.40-0.45	10,175	3%
2	0.46-0.50	31,881	11%
3	0.51-0.55	58,288	20%
4	0.56-0.60	78,531	27%
5	0.61-0.65	71,356	24%
6	0.66-0.70	43,275	15%
7	> 0.70	13,800	5%
Total		293,506	



Gambar 3-10. Histogram EVI Maksimum di di Sulawesi Selatan



Gambar 3-11. Presentase luas kelas padi sawah di di Sulawesi Selatan



Gambar 3-12. Luas (Ha) kelas padi sawah menurut Range EVI Max-Tanam di Sulawesi Selatan

Hasil penelitian ini dapat digunakan lebih lanjut untuk deteksi pola tanam padi dan pembuatan profil pertumbuhan tanaman padi berdasarkan kombinasi kelas EVI Maksimum dengan kelas Range EVI Maksimum-tanam, sehingga diperoleh contoh area yang lebih seragam. Selanjutnya area atau piksel-piksel yang terpilih dijadikan sebagai masukan dalam pembuatan model estimasi umur tanaman padi atau fase pertumbuhan padi untuk prediksi waktu dan luas panen padi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Parameter Biologi/Pertumbuhan Tanaman Padi di Sulawesi Selatan yang mewakili kondisi tanaman padi di Pulau Sulawesi dapat diekstraksi dengan menggunakan data EVI Modis Multitemporal. Nilai ambang (*threshold*) kriteria untuk menentukan tanaman padi yaitu EVI Maksimum > 0.40 saat tanaman padi berumur 60-64 HST, EVI saat tanam ≤ 0.15 yang masih didominasi oleh air, dan Range EVI Maksimum-Tanam sebesar > 0.30.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat variasi parameter pertumbuhan tanaman padi pada zonasi iklim (hujan) dan pada zonasi ketinggian permukaan tanah yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Atekan, A. 2010. Estimasi Luas Panen dan Produksi Padi Sawah Melalui Analisis Citra Landsat 7 ETM⁺ pada Lahan Sawah Berbeda Bahan Induk (Studi Kasus di Kabupaten Ngawi, Jawa Timur). Thesis Pasca Sarjana, IPB. Tidak dipublikasikan
- Arvor, D et all. 2008. Comparison 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. 2005. Model Pertumbuhan Tanaman Padi Menggunakan Data MODIS Untuk Pendugaan Umur Padi Sawah. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV, ITS. Surabaya
- 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, Surlan, Emiyati, 2010. Pengembangan Model Pertumbuhan Tanaman Padi Menggunakan Data EVI MODIS Multitemporal. Prosiding MAPIN 2010. Bogor
- Dirgahayu D, Noviar, Anwar S, 2014. Model Pertumbuhan Tanaman Padi di Pulau Sumatera Menggunakan Data EVI MODIS Multitemporal. SINAS Inderaja 2013, Bogor

Huete *et al.*, 1997. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. *Journal of Remote Sensing*.

Huete *et al.*, 2002. Monitoring vegetation phenology using MODIS. *Journal of Remote Sensing*.

Panuju, D.R, et all. 2009. Variasi nilai indeks vegetasi MODIS pada siklus pertumbuhan padi. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, Vol 15, No 2, 2009.

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 tentang Pangan.

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 Direct.