

PENDUGAAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI SAWAH MELALUI ANALISIS CITRA SATELIT

Prediction on Low-Land Rice Productivity Using Satellite Remote Sensing Analysis

Wahyunto, Widagdo dan Bambang Heryanto
Peneliti Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian

ABSTRACT

Remote sensing technology is hopefully potential for monitoring rice growing stage, and rice yield estimation. The satellite remote sensing based on crop yield prediction is expected to attain greater importance as it provides information on smaller areas such as a district or sub district, before harvesting season which could not be achieved through the existing methods of crop yield estimation through 'ubinan' (crop cutting experiments=CCE). Landsat Thematic Mapper data were used for detecting the spatial distribution of rice area as these dates acquisition (satellite over pass) represented the standing rice crops and measures their greenness. In this study, a simple rice yield model was developed based on the relationship between estimated peak value of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) at the panicle formation (approx. 10-11 weeks after replanting) to the yield of several sample plots. Yield data of several sample plots were obtained by means of CCE taken from secondary data that were collected by Central Bureau Statistic and Agriculture Service. Then, NDVI statistics extracted from multivariate (representing at the maximum greenness value) were correlated with yield data. Ordinary Least Square statistical approach was used to develop a rice yield estimation model. The estimated yield model regression statistics of West Java and Central Java study areas are: yield (ton/ha)= $24,622x - 7,808 \rightarrow R^2=0,727$ and yield (ton/ha)= $22,98x - 6,33 \rightarrow R^2=0,71$ respectively, where x is NDVI value. Ground truth at sub-district (kecamatan) level were conducted to validate the rice yield estimation model. Yield estimation model were found to be promising in accuracy with deviation less than 5 percent or 0,27 ton from actual at Bekasi, Kerawang and Subang district, West Java and 6 percent or 0,31 ton at Demak district, Central Java.

PENDAHULUAN

Tanaman padi (*Oryza sativa*, sp) termasuk kelompok tanaman pangan yang sangat penting dan bermanfaat bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Sampai saat ini, lebih dari 50% produksi padi nasional berasal dari areal sawah di Pulau Jawa. Sehingga apabila terjadi penurunan tingkat produksi dan produktivitas padi di Jawa secara drastis, maka dapat mempengaruhi ketersediaan beras nasional dan akan berdampak negatif terhadap sektor-sektor lainnya.

Sampai saat ini estimasi produksi padi dilaksanakan oleh beberapa instansi antara lain: Badan Urusan Logistik (BULOG), Badan Pusat Statistik (BPS) dan Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan dan Hortikultura, Departemen Pertanian. BULOG memperkirakan produksi padi menggunakan pendekatan ekonometrik. Parameter yang digunakan untuk menduga antara lain data luas area panen, produktivitas, curah hujan dan harga. Informasi disajikan per catur wulan (Mulyana et al., 1998). BPS melakukan perkiraan produksi padi berdasarkan data lapangan yang dihimpun dari mantri tani disetiap kecamatan berdasarkan hasil ubinan secara acak terpilih. Data produksi diperoleh dari parameter luas area panen dan produktivitas padi per hektar (Maksum et al., 1998). Departemen pertanian memperkirakan produksi padi dengan mempertimbangkan parameter luas area tanam/panen, jumlah benih yang disebar petani, perhitungan produktivitas dengan memanfaatkan struktur kelembagaan dibawahnya yaitu Mantri Tani dan Penyuluh Pertanian Lapangan dan informasi luas baku sawah dari BPS (Napitupulu et al., 1998). Oleh karena cara pendekatan, kriteria penilaian dan metode yang digunakan berbeda maka informasi yang diperoleh juga berbeda. Hal ini menyulitkan pengguna informasi dalam pemanfaatannya.

Dalam era globalisasi informasi untuk mendukung program ketahanan pangan, dituntut kecepatan dan ketepatan informasi sumberdaya pertanian yang lebih kuantitatif. Untuk itu diperlukan sarana pengumpul data dan informasi sistem produksi pertanian yang lebih akurat dalam waktu yang secepat mungkin. Beberapa satelit penginderaan jauh milik negara maju (seperti USA, Uni-Eropa dan Jepang), mengitari bumi dan merekam datanya secara periodik dalam selang waktu tertentu (Bronsveld et al., dan Lillesand and Keifer, 1994). Parameter tingkat kehijauan tanaman (vegetation index) yang diturunkan melalui analisis citra satelit dapat digunakan untuk estimasi umur tanaman padi dan produktivitasnya. Selanjutnya dengan menghitung luas areal tanaman yang dimonitor pada citra satelit, dapat diestimasi produksi padi yang akan dipanen di suatu wilayah.

Tulisan ini menyajikan hasil kegiatan penelitian penggunaan teknologi inderaja di Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian

untuk pendugaan produktivitas tanaman padi di daerah beriklim basah khususnya di pulau Jawa.

METODOLOGI

Menurut Murthy *et al.*, 1995, Theruvengadachari *et al.*, 1997 dan Lapan, 2000, terdapat hubungan antara tingkat kehijauan tanaman (*greenness*) dengan produktivitas tanaman padi sawah (didapat dari ubinan/*crop cutting experiment*). Fase pertumbuhan tanaman yang diduga mempunyai hubungan erat dengan produktivitas tanaman padi adalah tanaman pada fase awal generatif (*pinnacle initiation*) yaitu pada saat tanaman padi sedang produksi. Tingkat kehijauan tanaman diperkirakan melalui analisis data digital citra satelit menggunakan formula NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), dihitung secara otomatis menggunakan paket program ERDAS *Imagine Version 8.2*.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Band infra merah} - \text{Band merah}}{\text{Band infra merah} + \text{Band merah}}$$

Dimana pada Landsat TM Band infra merah adalah band 4 dan Band merah adalah band 3. Band 4 adalah besarnya nilai reflektan sinar infra merah yang bersifat menyerap spektrum gelombang datang dari tanaman (proses fotosintesis) dan band 3 adalah besarnya nilai reflektansi sinar merah bersifat memantulkan (merefleksikan) gelombang/sinar yang datang dari tanaman. Ini berarti semakin aktif proses fotosintesis (tanaman sehat) nilai NDVI akan semakin tinggi dan sebaliknya semakin kurang sehatnya atau semakin rendah tingkat kehijauan tanaman (hijau daun tidak menutupi seluruh permukaan tanah dan tidak/kurang subur) akan memberikan nilai NDVI yang semakin rendah. Kenampakan sawah pada masa awal pengolahan tanah, tanaman padi ditanam (*replanting*) sampai berumur 4 MST masih didominasi kenampakan air, sehingga mempunyai nilai NDVI yang rendah (bahkan negatif). Seiring dengan umur tanaman, nilai NDVI bertambah tinggi (positif) dan mencapai puncaknya pada fase awal generatif (umur 10 –11 minggu setelah tanam - MST) kemudian akan menurun lagi pada fase pengisian bulir, dan seterusnya sampai fase panen. Pertumbuhan tanaman padi mulai dari fase tanam sampai fase panen mempunyai nilai NDVI yang menunjukkan kurva parabolik. Ini berarti pada saat-saat tertentu suatu nilai NDVI (selain pada nilai optimum) akan mempunyai makna ganda yaitu berumur sebelum atau setelah fase awal generatif. Dengan demikian untuk mengetahui umur tanaman padi yang lebih akurat sangat diperlukan ketersediaan seri

data satelit selama musim tanam dan data informasi waktu/tanggal tanam.

Pengukuran NDVI dilakukan pada setiap area perwakilan (minimal pada area seluas 3 x 3 pixel atau seluas ±1 hektar) yang ditetapkan mewakili desa-desa di daerah penelitian, yaitu pada lahan sawah irigasi milik petani, ditanami padi varietas genjah jenis IR 64 dan IR 66. NDVI diukur pada tanaman padi yang berumur 10-11 MST.

Model estimasi produksi dibangun berdasarkan keeratan korelasi antara nilai NDVI dengan produktivitas. NDVI diukur dari citra satelit, sedangkan untuk produktivitas digunakan data lapangan berupa hasil ubinan setelah tanaman padi dipanen pada tempat-tempat yang telah diukur nilai NDVI-nya.

Pada wilayah yang telah diukur nilai NDVI-nya pada waktu panen dilakukan ubinan dengan ukuran 2,5 x 2,5 m untuk mengetahui produktivitas padi (kg/ubinan) kemudian ditransformasikan kedalam satuan ton/ha. Untuk melengkapi jumlah contoh produktivitas hasil ubinan digunakan juga catatan hasil ubinan yang dilakukan para mantri tani, mantri statistik dan penyuluh pertanian lapangan yang disesuaikan dengan waktu perekaman citra satelit. Faktor yang mempengaruhi kondisi lahan seperti tanah, ketersediaan air dan manajemen dianggap telah dicerminkan dalam tingkat kehijauan tanaman yang diukur dengan nilai NDVI. Dengan demikian kisaran nilai NDVI yang sama pada wilayah berbeda diharapkan akan mempunyai kisaran hasil/ produksi yang sama pula.

Model regresi linear digunakan dengan metode pendugaan *Ordinary Least Square* (OLS), dengan formula:

$$\text{Produktivitas (t/ha)} = a (\text{NDVI}) + b$$

dimana :

a = konstanta

b = konstanta

Dari persamaan tersebut diperoleh koefisien determinasi (R^2) yang menerangkan keeratan korelasi antara produktivitas padi dengan nilai NDVI.

Melalui beberapa uji lapang, model estimasi ini dapat digunakan sebagai dasar/ acuan dalam estimasi produksi padi yang mempunyai kondisi (ekosistem) yang serupa dengan daerah kajian. Sebagai langkah validasi, model tersebut diaplikasikan di beberapa daerah tingkat kecamatan. Angka estimasi produksi menggunakan model estimasi produktivitas dibandingkan dengan hasil lapangan, sehingga

dapat diperkirakan besarnya penyimpangan angka produksi hasil estimasi dan kondisi sebenarnya di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengenalan Tanaman Padi pada Lahan Sawah

Siklus pemanfaatan lahan sawah untuk bercocok tanam padi mempunyai karakteristik yang khas sehingga dapat dijadikan sebagai dasar untuk membedakan dari jenis tanaman lainnya. Pada masa pengolahan tanah, lahan memerlukan kondisi basah digenangi (*flooding*). Pada awal pertumbuhan tanaman padi (*transplanting*), areal sawah selalu digenangi air dan kenampakan yang dominan adalah kenampakan air (fase air). Sejalan dengan pertumbuhannya kondisi lahan sawah akan berubah didominasi oleh daun-daun padi. Pada saat puncak pertumbuhan vegetatif terjadi tingkat kehijauan yang tinggi disebabkan oleh tingginya kandungan klorofil. Setelah masa tersebut, tingkat kehijauan akan menurun, timbul bunga-bunga padi sampai menguning. Fase pertumbuhan akan diakhiri dengan masa panen dan lahan dibiarkan kosong selama jangka waktu tertentu (bera) tergantung pola tanamnya. Sehubungan dengan itu, fase pertumbuhan tanaman padi dapat dikelompokkan kedalam 4 kategori, yaitu fase air, fase pertumbuhan vegetatif, fase pertumbuhan generatif dan fase bera.

Dengan diawali mempelajari karakteristik spektral (*spectral reflectance*) fase-fase pertumbuhan tanaman padi sejak awal tanam sampai siap panen, yang kemudian digunakan sebagai 'kunci interpretasi' dalam mengenali tanaman padi, fase-fase tersebut dapat dipantau dengan menggunakan citra satelit. Berdasarkan pemikiran tersebut, maka pemantauan tanaman padi dapat dilakukan dengan menggunakan data citra satelit yang diarahkan untuk memprediksi luas areal tanam, umur tanaman padi, luas areal panen dan estimasi produktivitasnya. Mengingat wilayah Indonesia yang cukup luas, terdiri dari banyak pulau dan banyak diantaranya yang terpencil, dengan menggunakan citra satelit dari beberapa tanggal perekaman secara berurutan (*seri multi temporal data*), monitoring luas areal tanaman padi dan produktivitasnya dapat dilakukan lebih akurat dan lebih tepat waktu.

Pendugaan Umur Tanaman Padi

Tingkat kehijauan tanaman padi yang dapat diukur melalui analisis citra satelit disebut dengan "Nilai NDVI". Nilai NDVI antara -1 hingga +1, dimana nilai (-) menunjukkan obyek air atau lahan bera dan basah dan nilai (+) menunjukkan obyek vegetasi. Parameter ini diperoleh

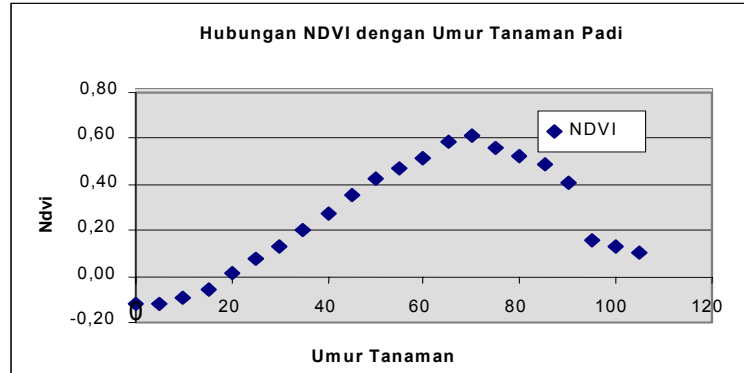
dengan mengekstrak nilai spektral band infra merah dengan band merah pada hasil rekaman citra satelit. Nilai-nilai NDVI adalah parameter dasar yang diturunkan dari data penginderaan jauh optik seperti citra satelit *Landsat Thematic Mapper* (TM), yang digunakan untuk mendeteksi nilai kehijauan vegetasi termasuk tanaman padi (Lillesand and Keifer, 1994 dan Thiruvengadachari *et al.*, 1997). Untuk tanaman padi sawah, NDVI baru dapat diukur setelah tanaman padi mencapai umur 3-4 MST, karena sebelum umur tersebut kenampakan tanaman padi di lahan sawah masih didominasi kenampakan genangan air (Malingreau, 1981). Nilai NDVI yang rendah berarti tingkat kehijauan tanamannya (aktivitas klorofil) juga rendah, sedangkan nilai yang semakin tinggi menunjukkan bahwa tanaman tersebut semakin lebat/hijau.

Nilai NDVI tanaman padi sawah hasil analisis citra satelit beberapa daerah di Jawa dan kaitannya dengan umur tanaman padi disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Nilai NDVI dan Tingkat Kehijauan Tanaman

Kelas	Nilai NDVI	Tingkat kehijauan/ kondisi lahan	Umur tanaman (MST)
1	< -0,03	Tidak bervegetasi/ terbuka/ air	< 3
2	-0,03 s/d 0,15	Kehijauan sangat rendah	3 - <4
3	0,15 s/d 0,25	Kehijauan rendah	4 – 6
4	0,26 s/d 0,35	Kehijauan sedang	6 – 8
5	0,35 s/d 0,61	Kehijauan tinggi	8 – 13
Setelah vegetatif optimum nilai NDVI akan turun sesuai dengan tingkat kematangan bulir			

Sumber : analisis citra satelit tahun 1998



Keterangan : Umur tanaman dalam hari
 Sumber : Lapan (2000) dan Puslit Tanah dan Agroklimat (2000)

Gambar 1. Grafik Hubungan Tingkat Kehijauan (NDVI) dengan Umur Tanaman Padi Sawah

Nilai NDVI dari saat tanaman padi berumur 3 - 4 MST sampai 16 MST menunjukkan bentuk kurva dengan puncaknya saat padi pada umur (fase) vegetatif optimum – padi bunting (umur sekitar 70-80 hari setelah tanam atau sekitar 10-11 MST). Nilai NDVI tanaman padi pada setiap area perwakilan bukan merupakan nilai tunggal *picture element* (=pixel), tetapi nilai rerata dari beberapa *pixel* di dalam lokasi perwakilan (*sample areas*). Sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan (Parwati 1998 dan Widagdo 2000 dan 2001) menunjukkan bahwa grafik indeks vegetasi selama pertumbuhan tanaman padi mulai awal tanam sampai siap dipanen berbentuk parabolik. Pada awal tanam/pertumbuhannya nilai indeks vegetasi tanaman padi akan negatif (karena didominasi oleh kenampakan air) dan nilai indek akan semakin tinggi seiring dengan bertambahnya umur, kemudian mencapai maksimum pada umur tertentu yaitu pada saat padi bunting (*pinnacle initiation*). Selanjutnya nilai indeks vegetasinya semakin menurun selama fase pengisian-pematangan bulir hingga menjelang panen.

Dengan melakukan pemantauan melalui analisis seri data satelit secara kontinyu dan berurutan (selama 3 - 4 bulan berturut-turut) dengan asumsi bahwa umur tanaman padi berkisar antara 110 – 120 hari, maka waktu/ masa panen dapat diprediksi. Prediksi masa panen dapat dilakukan apabila awal masa tanam dapat terpantau (yaitu fase bera dan fase air) dan lebih pasti lagi apabila dalam pemantauan berikutnya terjadi perubahan fase air menjadi fase vegetatif telah terpantau.

Dalam mendeteksi, memantau pertumbuhan dan umur tanaman padi melalui analisis citra satelit digunakan data pendukung antara lain peta digital lahan sawah, peta digital batas wilayah administrasi, dan data pola/waktu tanam. Dari hasil analisis (data) satelit Landsat TM dan berbagai data pendukung akan diperoleh 'nilai-nilai NDVI' dari setiap sample area yang kemudian dikonversikan menjadi peta distribusi spasial berbagai umur areal tanaman padi sawah (dalam satuan MST). Untuk mengetahui umur tanaman padi yang pasti disamping dilakukan pengecekan di lapangan (*ground truth*) juga dapat diperoleh dari catatan pada Kantor Cabang Dinas (KCD) di kecamatan, para mantri tani dan mantri statistik.

Pendugaan Produktivitas Tanaman Padi Sawah

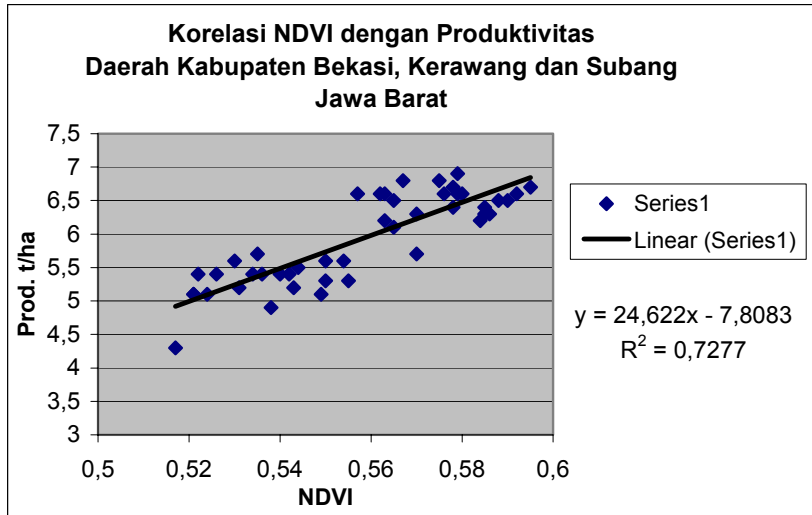
Hasil rekaman data satelit yang digunakan dalam analisis untuk memperoleh nilai NDVI tanaman padi adalah rekaman citra satelit pada saat tanaman padi pada fase awal pembungaan – bunting yaitu pada saat tanaman padi berumur sekitar 10 - 11 MST. Parameter produktivitas tanaman hasil ubinan (dimana tanaman padi tersebut telah diukur nilai NDVI-nya) digunakan untuk menyusun model estimasi produktivitas tanaman padi. Hasil pengukuran nilai NDVI dan produktivitas tanaman padi hasil ubinan di daerah Jawa Barat dan Jawa Tengah disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3, dan grafik keeratan hubungannya disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Dari Tabel 2 dan Tabel 3 serta Gambar 2 dan Gambar 3 dapat diketahui bahwa dalam kondisi normal nilai *NDVI* dengan produktivitas tanaman padi umumnya mempunyai hubungan positif artinya kenaikan nilai *NDVI* akan diikuti oleh meningkatnya nilai produktivitas tanaman padi.

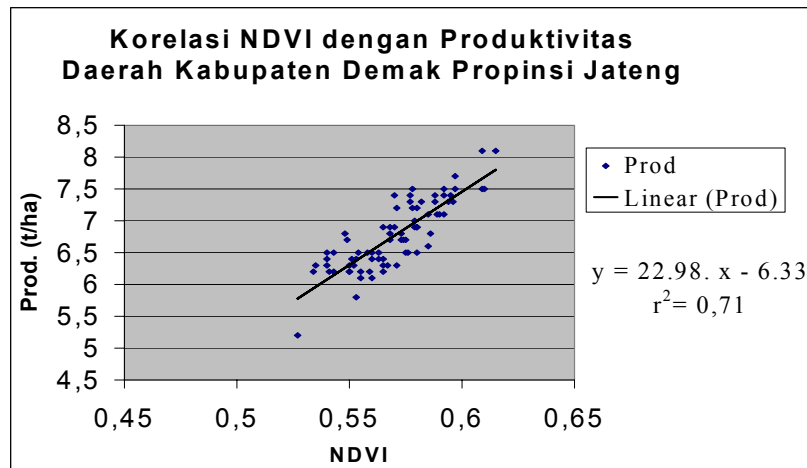
Tabel 2. Tingkat Kehijauan Tanaman Padi (NDVI) vs Produktivitas Tanaman Padi di Daerah Kabupaten Bekasi, Kerawang dan Subang Jawa Barat

No.	Nilai NDVI	Produktivitas (Ton/ha)	No.	Nilai NDVI	Produktivitas (Ton/ha)
1	0,580	6,6	24	0,550	5,6
2	0,570	6,3	25	0,544	5,5
3	0,578	6,4	26	0,542	5,4
4	0,590	6,5	27	0,536	5,4
5	0,562	6,6	28	0,538	4,9
6	0,579	6,6	29	0,517	4,3
7	0,576	6,6	30	0,540	5,4
8	0,579	6,9	31	0,526	5,4
9	0,584	6,2	32	0,534	5,4
10	0,586	6,3	33	0,521	5,1
11	0,588	6,5	34	0,521	5,1
12	0,585	6,3	35	0,554	5,6
13	0,585	6,4	36	0,522	5,4
14	0,565	6,1	37	0,550	5,3
15	0,592	6,6	38	0,563	6,2
16	0,563	6,6	39	0,530	5,6
17	0,578	6,7	40	0,535	5,7
18	0,575	6,8	41	0,595	6,7
19	0,557	6,6	42	0,565	6,5
20	0,567	6,8	43	0,555	5,3
21	0,570	5,7	44	0,531	5,2
22	0,524	5,1	45	0,549	5,1
23	0,595	6,7	46	0,543	5,2

Sumber : analisis citra satelit bulan Maret, April dan Mei 1998 dan beberapa hasil ubinan tanaman padi yang dilakukan oleh Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kab. : Bekasi, Kerawang dan Subang



Gambar 2. Grafik Hubungan Tingkat Kehijauan Tanaman (Nilai NDVI) dengan Produktivitas Tanaman Padi Sawah di Daerah Kab. Bekasi, Kerawang dan Subang Jawa Barat



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara NDVI dan Produktivitas Tanaman Padi di Daerah Kab. Demak Jawa Tengah.

Tabel 3. Tingkat Kehijauan Tanaman Padi (NDVI) vs Produktivitas Tanaman Padi di Daerah Kabupaten Demak Jawa Tengah.

No. contoh	Nilai NDVI	Prod. T/ha	No. contoh	Nilai NDVI	Prod T/ha	No. Contoh	Nilai NDVI	Prod T/ha
1	0,527	5,2	27	0,543	6,5	53	0,589	7,1
2	0,553	5,8	28	0,554	6,5	54	0,590	7,1
3	0,555	6,1	29	0,558	6,5	55	0,592	7,1
4	0,560	6,1	30	0,560	6,5	56	0,571	7,2
5	0,534	6,2	31	0,563	6,5	57	0,578	7,2
6	0,541	6,2	32	0,575	6,5	58	0,580	7,2
7	0,543	6,2	33	0,576	6,5	59	0,577	7,3
8	0,550	6,2	34	0,560	6,5	60	0,582	7,3
9	0,550	6,2	35	0,585	6,6	61	0,588	7,3
10	0,555	6,2	36	0,549	6,7	62	0,594	7,3
11	0,559	6,2	37	0,568	6,7	63	0,596	7,3
12	0,565	6,2	38	0,573	6,7	64	0,570	7,4
13	0,535	6,3	39	0,574	6,7	65	0,577	7,4
14	0,540	6,3	40	0,575	6,7	66	0,588	7,4
15	0,550	6,3	41	0,548	6,8	67	0,592	7,4
16	0,552	6,3	42	0,568	6,8	68	0,595	7,4
17	0,565	6,3	43	0,573	6,8	69	0,578	7,5
18	0,567	6,3	44	0,586	6,8	70	0,592	7,5
19	0,571	6,3	45	0,565	6,9	71	0,597	7,5
20	0,540	6,4	46	0,568	6,9	72	0,609	7,5
21	0,551	6,4	47	0,570	6,9	73	0,610	7,5
22	0,553	6,4	48	0,579	6,9	74	0,597	7,7
23	0,560	6,4	49	0,580	6,9	75	0,609	8,1
24	0,563	6,4	50	0,580	6,9	76	0,615	8,1
25	0,565	6,5	51	0,579	7,0			
26	0,540	6,5	52	0,585	7,1			

Sumber : analisis citra satelit bulan Maret, April dan Mei 1998 dan beberapa hasil ubinan tanaman padi yang dilakukan oleh Dinas Pertanian Tanaman Pangan.

Persamaan regresi hasil penelitian di Kabupaten Bekasi, Kerawang dan Subang Jawa Barat ; Produksi (ton/ha) = 24,622 (NDVI) – 7,808 nilai koefisien regresi 0,727 dengan standar errornya kurang lebih 5 persen atau 0,27 ton, sedangkan untuk kabupaten Demak Jawa Tengah ; Produksi (ton/ha) = 22,98 (NDVI) – 6,33, nilai koefisien regresi 0,71 dengan standar errornya kurang lebih 6 persen atau 0,31 ton. Secara umum koefisien regresi untuk lokasi Jawa Barat dengan lokasi Jawa Tengah tidak berbeda nyata artinya arah kemiringan (*slope*) untuk keduanya relatif sama yaitu dengan kenaikan nilai NDVI maka semakin tinggi produksinya. Perbedaan yang ada hanya pada nilai produksi, disebabkan oleh perbedaan iklim antara Jawa barat dengan Jawa Tengah dimana semakin ke arah timur iklimnya semakin kering.

Validasi Data Produktivitas Hasil Estimasi Berdasarkan Analisis Citra dengan Hasil Ubinan

Estimasi produktivitas tanaman padi didasarkan pada analisis NDVI pada saat pertumbuhan tanaman padi pada fase awal pembungaan-bunting (*pinacle initiation*) yaitu pada saat tanaman padi berumur 10-11 MST. Pada area-area yang telah diukur nilai NDVI-nya, setelah waktu panen diubin sehingga produktivitas tanaman padi yang riil dapat diketahui. Produktivitas tanaman padi hasil model pendugaan produktivitas dan hasil ubinan di daerah Jawa Barat dan Jawa Tengah disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

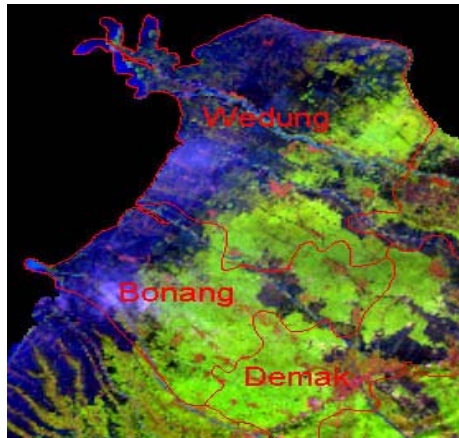
Pada kedua tabel tersebut dapat diketahui bahwa pendugaan produktivitas tanaman padi hasil analisis citra satelit dapat lebih besar atau lebih kecil dari hasil ubinan. Penyimpangan hasil analisis berkisar antara 1% sampai 10%, dengan simpangan rata-rata 0,27 sampai 0,31 ton atau 4,3 – 5,3 % per ha. Perbedaan ini mungkin disebabkan karena hasil ubinan yang dilakukan oleh mantri tani atau mantri statistik cenderung dilakukan pada tanaman padi yang relatif baik pertumbuhannya (di atas rata-rata). Sedangkan pengukuran nilai NDVI tanaman padi merupakan nilai rata-rata pada luasan minimal 1 hektar (9-10 pixel), sehingga nilai NDVI yang terukur mencerminkan produktivitas rata-rata. Citra satelit dan hasil analisis NDVI yang dipergunakan untuk validasi dan mengetahui besarnya penyimpangan produktivitas padi hasil estimasi dengan pemodelan dan produktivitas lapangan disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Tabel 4. Simpangan Rata-rata Hasil Pendugaan Produktivitas Tanaman Padi dengan Kondisi Aktual (Riil) di Jawa Barat.

No	Kecamatan/Desa	Produktivitas (ton/ha)		Simpangan	
		Estimasi	Lapangan	Ton/ha	Persen
1.	BNG-B.Negoro	8,37	8,24	-0,13	1,6
2.	BNG-Mariuk	8,36	8,65	+0,29	3,4
3.	BNG-Rancaudik	8,18	8,33	+0,15	1,8
4.	BNG-Tanjungsari	8,36	8,48	+0,12	1,4
5.	BNK-Rawameneng	6,79	6,33	-0,46	7,3
6.	CSM-CiasemHilir	8,82	6,50	+0,32	3,1
7.	CSM-Ciasem Tengah	6,84	6,60	-0,24	3,6
8.	PSK-Kebon Nanas	7,23	7,63	+0,40	5,2
9.	PSK-Pusakaratu	7,39	7,36	+0,03	0,4
10	PTK-Jatiragas	6,95	7,06	+0,11	1,6
11.	PTK-Tambakjati	7,29	7,04	-0,25	3,6
12.	Binong-1	6,13	5,61	-0,52	9,27
13.	Compreng-1	5,77	5,58	-0,19	3,41
14.	Pusakanegara-1	5,74	5,33	-0,41	7,69
15.	Subang-2	5,39	5,56	-0,17	3,1
16.	Compreng-2	5,77	5,58	+0,32	5,9
17.	Pusaka negara-2	5,50	5,72	-0,22	3,8
18.	Pamanukan-2	5,70	5,51	+0,19	3,4
19.	Binong-2	6,20	5,80	+0,40	6,9
20.	Blanakan	5,14	5,70	-0,56	9,9
21.	Legok kulon	5,51	5,26	+0,25	4,7
	Simpangan Rata-rata			0,27	4,3%

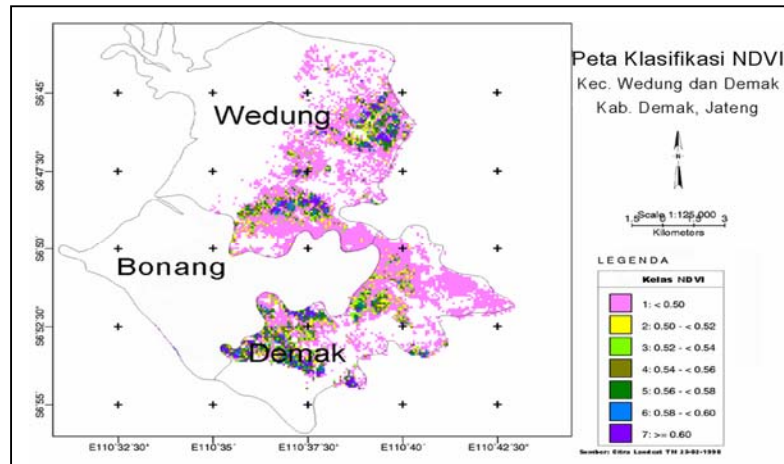
Tabel 5. Simpangan Rata-rata Hasil Pendugaan Produktivitas Tanaman Padi dengan Kondisi Aktual (Riil) di Jawa Tengah (Kabupaten Demak)

No	Kecamatan/Desa	Produktivitas (ton/ha)		Simpangan	
		Estimasi	Lapangan	Ton/ha	Persen
1.	Kadilangu	5,4	4,9	- 0,5	9,2
2.	Kalicilik	5,2	5,0	- 0,2	3,8
3.	Karangmlati	4,9	5,1	+ 0,2	4,1
4.	Tempuran	5,0	5,1	+ 0,1	2,0
5.	Buko	5,2	5,4	+ 0,2	3,8
6.	Jung pasir	5,3	5,4	+ 0,1	2,0
7.	Jung semi	5,1	5,5	+ 0,4	7,8
8.	Kd.karang	4,4	4,6	+ 0,2	4,1
9.	Kendal asem	4,4	4,8	+ 0,4	7,8
10.	Kuwit	4,3	4,8	+ 0,5	9,2
11.	Mandung	4,7	4,6	- 0,1	2,0
12.	Wedung	4,8	5,4	+ 0,4	7,8
	Simpangan rata-rata			0,31	5,3



Citra Landsat TM
 Band 543 tgl 23 Feb'98
 Daerah Demak Jateng

Gambar 4. Citra Landsat TM band 543 Tgl 23 Februari 1998 Daerah Demak Jateng.



Gambar 5. Peta Klasifikasi NDVI Citra Landsat TM band 543 Tgl 23 Februari 1998 Daerah Demak Jateng.

KESIMPULAN

1. Melalui analisis citra satelit dapat diestimasi umur tanaman padi yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan waktu panen padi dan luas arealnya.
2. Pada kondisi normal, tingkat kehijauan tanaman padi (nilai NDVI) mempunyai korelasi positif dengan produktivitas, artinya semakin tinggi nilai NDVI akan diikuti dengan naiknya produktivitas tanaman padi.
3. Penyimpangan hasil pendugaan berdasarkan pemodelan dibanding dengan kondisi aktual berkisar 1% sampai 10%, dengan simpangan rata-rata 0,27 sampai 0,31 ton atau 4,3 – 5,3 % per ha.
4. Penyebab besarnya simpangan antara lain dalam catatan/ pelaporan suatu wilayah desa, angka informasi produktivitas sudah merupakan produktivitas rata-rata seluruh desa, sedangkan angka estimasi berdasarkan nilai NDVI pengukuran dari citra satelit menunjukkan bahwa dalam suatu wilayah desa tidak mempunyai nilai NDVI yang sama (bervariasi). Dengan demikian produktivitas yang diperoleh juga berbeda-beda sesuai dengan nilai NDVI-nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Brownsveld K., S.Chaturattanapan, B. Pattanakanok, R. Suwanwerakamtorm, and P. Trakooldit. 1994. The Use of Local Knowledge in Landuse/Landcover Mapping from Satellite Images. ITC Journal, 1994-4 page : 331-336
- Etty P., Indah Prasasti, Arief Hamsyah, Wawan K.H, Iskandar E, Titin S, dan Gagat N. 1998. Model Estimasi Produksi Tanaman Padi Berdasarkan Indeks Vegetasi. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Jakarta (tidak dipublikasi).
- Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). 2000. Model Estimasi Produksi Tanaman Padi Berdasarkan Indeks Vegetasi. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN. Jakarta. (tidak dipublikasi).
- Lillesand Th.M. and Ralph W. Keifer. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. John Willey and Sons. New York.
- Maksum C. 1998. Sistim Pengumpulan dan Pengolahan Data Statistik Tanaman Padi di Indonesia. Lokakarya Sistim Pemantauan dan Prediksi Padi di Indonesia. SARI Project – BPPTeknologi Jakarta.

- Malingreau J.P. 1981. Remote Sensing for Monitoring Rice Production in the Wet Tropics: Approach and Implication. Symposium on Application of Remote Sensing for Rice Production. Hyderabad, India.
- Murthy C.S., S.Jana, P.V. Raju, S. Thiruvengadachari and K.A. Hakeen. 1995. Paddy Yield Prediction in Bharada Project Command Area Using Remote Sensing Data. Asia Pasific remote Sensing Journal, Volume 8, Number 1, July 1995, pp:79-83
- Napitupulu. T.E.M. 1998. Sistim Estimasi Hasil Peramalan Produksi dalam Konteks Pengamanan Produksi Pangan Nasional. Lokakarya Sistim Pemantauan dan Prediksi Padi di Indonesia. SARI Project-BPPTeknologi Jakarta.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. Estimasi Produksi Padi Sawah Melalui Analisis Citra Satelit. Laporan Akhir Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Puslit. Tanah dan Agroklimat. Bogor. Tidak dipublikasi)
- Thiruvengadachari and R. Skathivadivel. 1997. Satellite Remote Sensing for Assessment of Irrigation System Performance : A Case Study in India. International Irrigation Management Institute, P.O Box 2075, Colombo, Sri Langka.
- Widagdo, Marsoedi Ds, Bambang Heryanto, Nizwar Syafaat dan Wahyunto. 2000. Estimasi Padi Sawah Melalui Analisis Digital Citra Satelit. Laporan No.19/Puslittanak/2000 (tidak dipublikasikan)
- Widagdo. 2001. Validasi Model Estimasi Hasil Padi Sawah Melalui Analisis Citra Satelit. Laporan Akhir, Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Puslitbang Tanah dan Agroklimat. Bogor.