

KARAKTERISTIK SPEKTRAL TANAMAN PADI VARIETAS UNGGUL DALAM FASE PERTUMBUHAN PADA DATA DIGITAL LANDSAT THEMATIC MAPPER

THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF PADDY ON THE GROWTH PHASE ON LANDSAT THEMATIC MAPPER DIGITAL DATA

Didik Yudianto¹, Hartono² dan Dulbahri²

Program Studi Penginderaan Jauh
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

Knowledge on vegetation spectral characteristics is needed in remote sensing system especially the reflectance value that is used to assess the condition, type and age of vegetation. Therefore, the reflectance curve of paddy on growth phase is studied remote sensing technology. The study was carried out on spectral characteristic of paddy on growth phase from the result of laboratory test and the Landsat TM data digital analysis for each band except TM-6 band.

This article describes the reflectance curve of paddy leaves chlorophyll on growth phase from the result of laboratory test used Spectrophotometer detector and the statistic analysis to the changing analysis of the average reflectance value of paddy on Landsat TM digital data to the pixel in grey scale value by used ENVI 3.1 for window software.

The result of laboratory analysis shows that the IR-64 and Mamberamo paddy leaves pigment (chlorophyll) on growth phase have strong reflectance in the blue and red spectrums, but relatively weak in green spectrum. The reflectance differentiation appears after the 1st week in planting season for blue wavelength band and the 7th week for green wavelength band. Besides, based on the analysis of the average reflectance value of paddy on Landsat TM digital data, it is recognized that in the visible spectrum of TM-1 and TM-3 have higher reflectance than that of TM-2.

Keywords : *spectral characteristic, Landsat Thematic Mapper digital data*

¹ Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang

² Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

PENGANTAR

Banyaknya manfaat dari tanaman padi menjadikan tanaman padi merupakan komoditas yang diprioritaskan dalam pembangunan sektor pertanian.

Tanaman padi dibudidayakan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan kuantitas dan kualitas yang sebaik mungkin, sehingga meningkatkan produksi tanaman pangan yang sangat dibutuhkan dalam menunjang kelancaran aktivitas dan dinamika kehidupan manusia. Untuk menunjang hal tersebut sangat diperlukan data dan informasi yang dapat menyajikan perkembangan produksi tanaman padi yang akurat dan tersedia pada saat ini dan saat mendatang. Data dan informasi tersebut dapat diperoleh melalui teknik penginderaan jauh.

Dalam menerapkan teknik penginderaan jauh untuk inventarisasi, evaluasi dan estimasi produksi tanaman, diperlukan data berdasarkan perubahan karakteristik spektral tanaman selama fase pertumbuhannya. Hal ini disebabkan karena pengenalan obyek pada citra penginderaan jauh pada dasarnya dilakukan dengan menyidik karakteristik spektral obyek yang tergambar pada citra. Pengenalan obyek pada citra penginderaan jauh dapat dilakukan dengan menggunakan citra multispektral dan interpretasi kuantitatif secara digital. Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan menggunakan bantuan komputer untuk meningkatkan kemampuan dalam pengenalan obyek dan mempercepat pengolahan data penginderaan jauh menjadi informasi yang siap dimanfaatkan oleh para pengguna.

Mengingat karakteristik spektral merupakan dasar pengenalan obyek pada sistem penginderaan jauh, maka dalam penelitian ini perlu dilakukan kajian terhadap perubahan pola pantulan spektral tanaman padi pada fase pertumbuhan. Pengkajian akan dilakukan terhadap karakteristik spektral tanaman padi pada hasil uji laboratorium dan hasil klasifikasi tanaman padi dari data digital Landsat *Thematic Mapper* dengan menggunakan saluran-saluran tunggal untuk pengenalan umur dan varietas tanaman padi.

LANDASAN TEORI

Karakteristik Spektral Vegetasi

Daun adalah organ-organ khusus yang mempunyai fungsi sebagai tempat proses fotosintesa. Dalam pengertian bahwa daun merupakan bagian tanaman yang mempunyai fungsi sangat penting,

karena semua fungsi yang lain dari tanaman sangat tergantung pada daun baik secara langsung ataupun tidak langsung.

Daun pada umumnya mempunyai struktur yang kompleks dengan jaringan internal dan variasi bentuk morfologi eksternal antara genesa dan spesies. Walaupun spesiesnya sama tetapi kemungkinan akan mempunyai struktur daun yang berbeda, hal ini disebabkan pengaruh dari kondisi lingkungannya. Menurut Hoffer (1978) ada tiga faktor yang mempengaruhi respon spektral vegetasi yaitu klorofil daun, struktur internal, dan kadar air.

Pada gambar 1. (terlampir), menggambarkan kurva pantulan spektral tanaman hijau dan menunjukkan daerah tanggap spektral utama yang dominan. Pada spektrum tampak, pigmen daun mempengaruhi tanggapan spektral tanaman, dimana klorofil selain penting dalam fase pertumbuhan juga memainkan peranan dalam tanggapan spektral tanaman. Pada spektrum inframerah dekat, pantulan jelas meningkat karena daun hijau menyerap amat sedikit energi sehingga terbentuk puncak pantulan sekitar spektrum 0,54 μm .

Klorofil biasanya menyerap 70% hingga 90% cahaya pada spektrum biru (0,45 μm), dan spektrum merah (0,675 μm), serta spektrum hijau (0,55 μm) terjadi puncak pantulan sebesar 20% yang menunjukkan bahwa serapan tergolong kecil

Hal yang senada juga diungkapkan oleh Gates (1965 dalam Hoffer, 1978) pada spektrum tampak energi yang mengenai daun hijau akan diserap dan sangat sedikit yang diteruskan lewat daun. Oleh sebab itu, persamaan keseimbangan energi menunjukkan bahwa pada bagian spektrum tampak energi jatuh yang tidak terserap akan dipantulkan (saluran hijau). Dapat dikatakan bahwa rendahnya serapan pada spektrum hijau menyebabkan dedaunan sehat tampak hijau.

Serapan energi elektromagnetik yang terbesar terjadi pada spektrum tampak hal ini disebabkan karena pigmen daun (klorofil), sehingga untuk membedakan vegetasi berdasarkan pigmen daunnya dapat dilihat pada spektrum tampak atau dengan kata lain perbedaan pigmen akan menyebabkan perbedaan nilai pantulan.

Pada spektrum inframerah dekat, terjadi peningkatan pantulan (serapan rendah) hal ini disebabkan karena sinar inframerah dapat menembus lapisan pigmen dan dapat mencapai jaringan parenchima, dengan kata lain pantulan pada spektrum inframerah dekat lebih ditentukan oleh struktur internal daun. Dengan demikian, untuk membedakan vegetasi berdasarkan struktur internal daunnya dapat dilihat pada spektrum inframerah dekat. Pada fase pertumbuhan tanaman padi, masing-masing memiliki struktur internal daun yang

berbeda-beda sehingga dimungkinkan memiliki nilai pantulan yang berbeda pada saluran ini.

Pada spektrum inframerah sedang (1,3 sampai 2,3 μm), struktur internal daun kurang berpengaruh. Respon spektral pada spektrum ini lebih dipengaruhi oleh kadar air dalam jaringan daun.

Selain pengaruh anatomi, karakteristik spektral tanaman juga dipengaruhi oleh morfologi tanamannya. Perbedaan morfologi untuk tiap jenis tanaman dengan umur yang berbeda pada fase pertumbuhannya, memungkinkan perbedaan nilai pantulan pada beberapa saluran tertentu.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis laboratorium dan analisis data digital dari Landsat TM (*Thematic Mapper*).

Uji Laboratorium

Tanaman padi varietas unggul (jenis IR-64 dan jeni Mamberamo) dikendalikan dalam ruang yang terkontrol relatif baik terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi fase pertumbuhan, yaitu iklim, air, dan tanah serta segala penyakit yang mematikan.

Pengambilan sampel daun tanaman padi dimulai pada hari ke 25 sebagai minggu pertama dan selanjutnya dilakukan dalam setiap minggunya pada masing-masing varietas sampai panen.

Pembuatan sampel larutan klorofil daun tanaman padi varietas unggul pada fase pertumbuhan yang berbeda varietas dan umur dengan melarutkan klorofil daun menggunakan larutan *acetone proanalytic* 80%.

Untuk mengetahui besarnya perubahan nilai pantulan klorofil daun tanaman padi varietas unggul pada fase pertumbuhan, sampel diletakkan dalam detektor spektrofotometer UV yang bekerja pada spektrum tampak. Sehingga diperoleh kurva serapan sampel klorofil daun yang menggambarkan presentase energi yang diserap pada spektrum tampak (350 sampai 700 nm).

Klasifikasi Tanaman Padi dari Data Digital Landsat *Thematic Mapper*

Kegiatan yang akan dilakukan berupa pengolahan data digital Landsat TM melalui komputer dengan perangkat lunak *ENVI versi 3 for windows*. Pengolahan data diawali dengan pra-pemrosesan data yakni restorasi citra berupa koreksi radiometrik dan koreksi

geometrik, kemudian dilanjutkan dengan pemrosesan data yakni penentuan titik sampel dan penyesuaian nilai kecerahan sampel untuk pengenalan varietas dan umur tanaman padi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dari Uji Laboratorium

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan adanya perubahan nilai serapan klorofil daun tanaman padi terhadap besarnya panjang gelombang. Perubahan pola serapan spektral klorofil daun tanaman padi varietas unggul pada fase pertumbuhan diperoleh setelah masa penyemaian benih padi selama 20 sampai 25 hari.

Tumbuhan hijau mendapat energi dari cahaya matahari, dimana tumbuhan hijau tersebut menggunakan energi matahari pada spektrum tampak ($400 \leq \lambda \leq 700$ nm) yang digunakan untuk mensintesis senyawa organik yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan melalui proses yang disebut fotosintesis.

Energi yang ditangkap dalam proses fotosintesis akan diubah menjadi energi potensial yang selanjutnya digunakan untuk menyerap unsur hara, mineral, air, dan mensintesis bahan-bahan organik. Apabila suatu pigmen seperti klorofil atau karotenoid menyerap suatu foton maka akan menyebabkan terjadinya transisi elektron dalam struktur molekul pigmen. Dan tidak seluruh foton mempunyai tingkat energi yang cocok untuk menggiatkan pigmen daun, hanya foton yang mempunyai panjang gelombang antara 400 dan 700 nm (spektrum tampak) yang memiliki tingkat energi yang cocok untuk fotosintesis.

Cahaya yang diterima oleh daun tanaman padi selama cahaya penuh, hanya kira-kira satu persen yang dipakai untuk fotosintesis. Sisanya dipantulkan, dipancarkan kembali, diubah ke dalam bentuk panas, atau digunakan untuk proses transpirasi. Dalam hal kebutuhan akan kualitas cahaya yang terjadi pada reaksi fotosintesis bersifat spesifik. Klorofil daun tanaman padi akan menyerap bagian spektrum biru dan spektrum merah, dan sebaliknya akan memantulkan spektrum hijau.

Semua pigmen daun tanaman padi menunjukkan serapan yang kuat pada spektrum biru dan spektrum merah. Pada spektrum biru ($400 < \lambda \leq 500$ nm) mempunyai nilai serapan yang lebih kuat dibandingkan dengan spektrum merah ($500 < \lambda \leq 600$ nm). Pada spektrum yang mengalami serapan kuat, tiap foton mempunyai energi yang tepat untuk menimbulkan transisi elektron dalam pigmen daun.

Pada tanaman padi jenis IR-64 dan Mamberamo, perubahan pola serapan spektral klorofil daun yang terjadi selama fase pertumbuhan menunjukkan nilai serapan cahaya. Nilai serapan yang kuat terjadi terutama pada spektrum biru dan spektrum merah. Hal ini menunjukkan bahwa tiap foton mempunyai kemampuan untuk menimbulkan transisi elektron dalam pigmen daun seiring dengan terjadinya perubahan warna pada daun tanaman padi selama fase pertumbuhan. Semakin besar nilai serapan klorofil daun tanaman padi yang terjadi pada fase pertumbuhan menunjukkan bahwa tanaman tersebut mengalami proses pertumbuhan dan perkembangan.

Perubahan pola sebaran titik-titik nilai serapan maksimum klorofil daun padi yang terjadi pada masing-masing varietas mempunyai pola sebaran titik yang relatif sama pada spektrum biru dan spektrum merah. Nilai serapan cahaya pada spektrum biru lebih besar daripada spektrum merah. Hal ini disebabkan karena energi yang diserap oleh klorofil daun pada spektrum biru lebih kuat yaitu kurang lebih dua kali serapan cahaya daripada spektrum merah.

Fenomena tersebut dapat diamati terhadap perubahan warna daun tanaman padi yang terjadi, dimana warna daun pada spektrum biru relatif lebih hijau dibandingkan pada spektrum merah yang relatif mulai menguning seiring dengan proses yang terjadi selama fase pertumbuhan.

Disamping itu pada spektrum biru, elektron tereksitasi ke tingkat energi kedua, setelah itu elektron dalam klorofil daun akar hancur dengan sangat cepat seiring dengan pelepasan energi ke tingkat energi yang lebih rendah (tingkat energi tereksitasi pertama) yaitu suatu tingkat yang menghasilkan cahaya merah berenergi lebih rendah tanpa kehilangan energi ketika foton diserap. Energi yang tereksitasi pada cahaya merah inilah yang dipergunakan untuk proses fotosintesa. Sedangkan pada spektrum hijau (500 sampai 600 nm mempunyai nilai serapan yang relatif kecil dengan asumsi bahwa pada spektrum hijau klorofil tidak efektif dalam menyerap cahaya melainkan lebih cenderung memantulkannya.

Perubahan nilai serapan maksimum klorofil daun tanaman padi jenis IR-64 mengalami peningkatan dan mencapai nilai serapan maksimum terbesar pada umur 5 mst (minggu setelah tanam) yaitu 71,2% pada spektrum biru dan 39,5% pada spektrum merah. Sedangkan serapan maksimum klorofil daun tanaman padi jenis Mamberamo terjadi pada umur 6 mst yaitu 56,6% pada spektrum biru dan 32,4% pada spektrum merah yang terjadi pada umur 7 mst.

Peningkatan serapan maksimum klorofil daun tanaman padi yang terjadi pada umur 5 mst dan 6 mst diduga karena kandungan

klorofil daun pada umur tersebut meningkat seiring dengan proses pertumbuhannya sehingga penyerapan energi cahaya yang diperlukan menjadi bertambah besar khususnya pada spektrum biru dan merah, hal ini menunjukkan bahwa proses fotosintesa yang terjadi sangat aktif. Hasil fotosintesis suatu tanaman mempunyai banyak kegunaan, antara lain digunakan untuk memperbanyak bagian vegetatif tanaman, pertumbuhan dan perkembangan, dan kadang-kadang juga disimpan untuk cadangan. Akar, batang, daun, dan anakan yang bertambah banyak merupakan salah satu contoh pertumbuhan dan perkembangan yang memanfaatkan hasil proses fotosintesis. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman padi jenis IR-64 pada umur 5 mst mempunyai jumlah anakan maksimum sebesar 20 anakan sedangkan tanaman padi jenis Memberamo pada umur 6 sampai 7 mst mencapai jumlah anakan maksimum sebesar 15 anakan. Hal ini menunjukkan bahwa dari proses perkecambahan sampai terbentuknya jumlah anakan maksimum merupakan fase vegetatif yang lamanya sekitar 55 untuk tanaman padi jenis IR-64 dan jenis Memberamo sekitar 60 hari setelah masa persemaian.

Setelah umur 5 mst nilai serapan maksimum klorofil daun tanaman padi jenis IR-64 mengalami penurunan dalam setiap minggunya sampai pada umur 9 mst pada spektrum biru dan spektrum merah. Demikian juga halnya yang terjadi pada tanaman padi jenis Memberamo mengalami penurunan nilai serapan maksimum pada 9 mst.

Penurunan nilai serapan cahaya ini terjadi karena tanaman padi mulai masuk pada fase reproduksi yaitu ditandai dengan mulai menurunnya laju pertumbuhan pada fase vegetatif yang berarti laju pertumbuhan daun akan mengalami penurunan sehingga ada kemungkinan klorofil-klorofil daun yang ada mulai mengarah ke degradasi yaitu penurunan kandungan klorofil yang menyebabkan perubahan warna hijau daun menjadi kekuning-kuningan. Dengan menurunnya jumlah kandungan klorofil daun tanaman padi menyebabkan jumlah serapan cahaya yang diperlukan mengalami penurunan juga. Hasil dari proses fotosintesa pada fase reproduksi ini, baik yang baru dibentuk maupun yang tersimpan sebagai cadangan akan dipergunakan oleh sistem jaringan tanaman untuk proses pembentukan bunga sampai keluarnya malai serta merupakan masa berakhirnya proses pembentukan anakan sehingga menampakkan keadaan fisik daun tanaman padi mulai menguning.

Kemudian terjadi kenaikan nilai serapan maksimum lagi pada umur 10 mst baik pada tanaman padi jenis IR-64 dan Memberamo, yaitu sebesar 34,6% pada spektrum biru dan 19,3% pada spektrum

merah untuk tanaman padi jenis IR-64, sedangkan untuk tanaman padi jenis Memberamo sebesar 38,4% pada spektrum biru dan 21,1% pada spektrum merah. Kenaikan nilai serapan ini menunjukkan adanya irama biologis yang terjadi pada klorofil daun selama fase pertumbuhan. Irama biologis tersebut merupakan fenomena dari tanaman untuk memperkirakan dan mempersiapkan diri terhadap perubahan lingkungan yang terjadi, diantaranya dalam hal serapan cahaya oleh klorofil daun.

Kenaikan nilai serapan maksimum pada umur 10 mst yang terjadi pada tanaman padi jenis IR-64 dan jenis Memberamo akan dipergunakan untuk persiapan dalam memasuki fase berikutnya (fase pemasakan biji). Perubahan keadaan fisik tanaman padi pada umur 10 mst tersebut ditunjukkan adanya keadaan bunting dan mulai keluarnya malai. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa proses pembentukan bunga sampai keluarnya malai merupakan fase generatif. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa lama fase generatif pada tanaman padi jenis IR-64 sekitar 35 hari dan jenis Memberamo sekitar 30 hari.

Perubahan pola sebaran titik antara nilai serapan maksimum klorofil daun dengan umur tanaman padi pada umur 11 sampai 13 mst terlihat terus mengalami penurunan dan mencapai nilai serapan maksimum terkecil yaitu sebesar 16,0% pada spektrum biru dan 8,2% pada spektrum merah untuk tanaman padi jenis IR-64. Sedangkan untuk tanaman padi jenis Memberamo, sebesar 19,2% pada spektrum biru dan 10,1% pada spektrum merah.

Penurunan nilai serapan cahaya ini terjadi karena proses penuaan daun yang mengakibatkan perubahan fisiologi daun serta menyebabkan penambahan kandungan karotenoid dan penurunan kandungan klorofil daun sehingga cahaya yang diserap relatif sedikit. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa pada daun yang mengalami penuaan, kandungan klorofilnya akan menurun dan pigmen karotenoid menjadi dominan, disamping itu akan terjadi kerusakan organel dan membran sel terus meningkat sampai akhirnya daun tersebut mati atau layu.

Pada fase penuaan daun dapat ditemukannya dengan adanya penampilan fisik daun yang berwarna kekuningan dan kering, is gabah keras dan mulai rontok. Disamping itu, fase ini merupakan tahap akhir dari pertumbuhan tanaman padi sehingga tanaman padi siap untuk dipanen pada umur 13 mst atau sekitar 3 sampai 4 bulan terhitung mulai pembibitan.

Semua pigmen daun tanaman padi, baik jenis IR-64 maupun Memberamo pada fase pertumbuhannya selalu menunjukkan

pantulan yang kuat pada spektrum biru dan spektrum merah, namun pada spektrum hijau menunjukkan pantulan yang relatif lebih lemah.

Tanaman padi jenis Memberamo mengalami pantulan klorofil daun yang terkuat pada spektrum biru sebesar 20,31% pada umur 11 mst dan terendah terjadi pada umur 1 mst sebesar 13,62%. Dan pada spektrum merah terjadi pantulan klorofil daun yang terkuat terjadi pada umur 7 mst sebesar 20,17% dan terendah pada umur 13 mst sebesar 10,65%. Namun sebaliknya pada spektrum yang mengalami pantulan terendah pada spektrum cahaya tampak, terjadi pantulan klorofil daun yang terkuat pada umur 7 mst sebesar 12,51% dan terendah pada umur 1 dan 13 mst sebesar 1,89%.

Tanaman padi jenis IR-64 mengalami pantulan klorofil daun yang terkuat pada spektrum biru sebesar 20,32% pada umur 10 mst dan terendah terjadi pada umur 13 mst sebesar 14,81%. Dan pada spektrum merah terjadi pantulan klorofil daun yang terkuat terjadi pada umur 5 mst sebesar 20,22% dan terendah pada umur 13 mst sebesar 9,00%. Namun sebaliknya pada spektrum yang mengalami pantulan klorofil daun terendah pada spektrum cahaya tampak, terjadi pantulan klorofil daun yang terkuat pada umur 3 mst sebesar 8,54% dan terendah pada umur 1 mst sebesar 2,5%.

Hal ini disebabkan karena tanaman padi dalam menanggapi spektrum cahaya tampak yang terjadinya adalah pantulan kuat pada spektrum biru dan merah. Spektrum cahaya tampak yang ditangkap oleh klorofil akan digunakan untuk menaikkan tingkat energi elektron-elektron yang dihasilkan dari oksidasi air dalam proses fotosintesa. Elektron yang telah mempunyai tingkat energi tinggi, setelah kembali ke tingkat energi semula akan menghasilkan energi baru. Energi baru yang dihasilkan tersebut kemudian digunakan untuk keperluan biologis dalam sel antara lain : a) menyerap unsur hara, mineral dan air, b) mensintesa bahan-bahan organis, c) mengkatalisa bahan-bahan organis yang terbentuk melalui proses respirasi dan transpirasi, dan d) melaksanakan pertumbuhan dan melengkapi siklus perkembangan.

Bila terjadi perubahan nilai serapan maksimum klorofil daun pada tanaman padi yang nilai serapannya lebih dari 50% maka akan mengalami penurunan nilai pantulan dibawah 20%, hal ini terjadi terutama pada spektrum biru. Penurunan nilai pantulan ini terjadi terutama pada fase vegetatif, yaitu tahap pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman padi dimana diperlukan adanya sejumlah cahaya matahari yang relatif besar dalam proses fotosintesis.

Berdasarkan hasil uji laboratorium dengan menggunakan detektor spektrofotometer UV, didapatkan hasil perubahan pola

serapan spektral tanaman budidaya padi sawah pada fase pertumbuhan yang diwujudkan dalam bentuk kurva serapan yang menggambarkan presentase energi yang diserap pada berbagai daerah panjang gelombang. Kemudian kurve serapan tersebut dikonvers dalam bentuk kurve pantulan, dimana perubahan nilai pantulan tersebut yang akan dimanfaatkan dalam sistem penginderaan jauh. Konfigurasi kurve pantulan tersebut akan memberikan informasi tentang karakteristik spektral tanaman dan akan berpengaruh besar terhadap pemilihan saluran spektral bagi terapan sistem penginderaan jauh untuk pengenalan budidaya tanaman padi sawah.

Nilai pantulan tanaman padi varietas unggul pada fase pertumbuhan pada umumnya kurang dari 20%. Perbedaan nilai pantulan pada umur 1 mst terjadi pada spektrum biru tetapi kita tidak dapat membedakannya pada spektrum hijau dan merah. Dan pada umur 7 mst terjadi perbedaan nilai pantulan pada spektrum hijau tetapi sulit terjadi pada spektrum biru dan merah.

Selain perbedaan nilai pantulan klorofil daun tanaman pada umur tersebut diatas, yaitu umur 1 dan 7 mst maka nilai pantulan yang terjadi selama fase pertumbuhan relatif sulit dibedakan. Dengan demikian maka kita dapat mengasumsikan bahwa dalam satu jenis tanaman padi jumlah klorofil yang terkandung dalam tanaman relatif sama, sehingga dalam terapan sistem penginderaan jauh sulit dibedakan varietasnya. Namun demikian umur tanaman padi varietas unggul pada fase pertumbuhan masih dapat dibedakan.

Hasil Klasifikasi Tanaman Padi dari Data Digital Landsat Thematic Mapper

Hasil penyadapan nilai kecerahan tanaman padi varietas unggul pada fase pertumbuhan pada citra Landsat TM, dilakukan pada masing-masing pita saluran (*band*) tunggal kecuali TM-6, yaitu pada koordinat yang sama dengan koordinat titik sampel di lapangan.

Hasil penyadapan nilai kecerahan tersebut kemudian dikonversikan terhadap nilai pantulan klorofil daun tanaman pada fase pertumbuhan terhadap masing-masing citra saluran tunggal. Karakteristik spektral tanaman padi pada citra Landsat TM diwujudkan dalam bentuk kurve pantulan.

Data satelit Landsat TM diperoleh pada tujuh saluran spektral yaitu tiga saluran tampak, satu saluran inframerah dekat, dua saluran inframerah tengah, dan satu saluran inframerah termal. Saluran sampai saluran 5 merupakan empat saluran yang penting penggunaannya untuk kajian aspek-aspek pertumbuhan dan

perkembangan vegetasi. Keempat saluran tersebut mencakup kisaran spektrum radiasi yang peka terhadap jenis, kondisi pertumbuhan dan perkembangan vegetasi.

Rerata prosentase nilai pantulan spektral tanaman padi (Lampiran Tabel 1. dan 2.,) merupakan nilai-nilai yang mewakili karakteristik spektral tanaman padi pada fase pertumbuhan menurut umur (setelah masa tanam) dan varietas padi. Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang karakteristik spektral tanaman padi varietas unggul pada fase pertumbuhan maka nilai-nilai rerata tersebut ditampilkan dalam bentuk kurve pantulan sebagaimana yang tersaji pada gambar 2 dan 3 (terlampir).

Berdasarkan perubahan nilai pantulan tanaman padi pada data digital Landsat TM pada gambar 3., menunjukkan bahwa rerata nilai pantulan pada spektrum tampak yaitu saluran TM-1 dan TM-3 lebih tinggi daripada nilai pantulan saluran TM-2. Hal ini berkaitan dengan pita serapan klorofil dalam daun pada spektrum biru dan spektrum merah. Klorofil dalam daun tanaman padi pada fase pertumbuhan menyerap sebagian besar dari energi yang datang dengan spektrum yang sesuai dengan spektrum biru dan merah.

Saluran TM-1 (0,45 sampai 0,52 μm)

Kisaran perubahan nilai pantulan klorofil daun tanaman padi pada fase pertumbuhan terjadi nilai pantulan yang tertinggi pada saluran TM-1 untuk umur 4 mst dan 10 mst yaitu sebesar 31,24% dan 32,06%, hal ini dimaksudkan bahwa pada umur tersebut nilai serapan klorofil daun yang terjadi pada spektrum biru rendah. Dan nilai pantulan klorofil daun terendah terjadi pada umur 1,7 mst dan 6,7 mst yaitu sebesar 28,00% dan 24,00%, sehingga nilai serapan klorofil daun yang terjadi pada spektrum biru tersebut besar.

Pada umur 1 sampai 4 mst, tanaman padi mengalami peningkatan jumlah kandungan klorofil daun seiring dengan proses pertumbuhannya sehingga penyerapan energi cahaya yang diperlukan menjadi bertambah besar, hal ini menunjukkan bahwa proses fotosintesa yang terjadi sangat aktif. Dan setelah umur 4 sampai 6,7 mst, jumlah energi yang diperlukan mengalami penurunan seiring dengan perubahan warna yang terjadi pada daun tanaman padi.

Dengan demikian maka tanaman padi akan memasuki fase generatif dimana akan diperlukan adanya energi yang lebih besar lagi untuk proses produksi, yaitu umur 6,7 mst sampai 10 mst.

Saluran TM-2 (0,52 sampai 0,62 μm)

Kisaran perubahan nilai pantulan klorofil daun tanaman padi pada fase pertumbuhan terjadi nilai pantulan yang tertinggi pada saluran TM-2 untuk umur 4 mst dan 10 mst yaitu sebesar 15,29% dan 16,04%, hal ini dimaksudkan bahwa pada umur 4 mst daun tanaman padi mengalami fase vegetatif sehingga memerlukan banyak energi cahaya untuk proses fotosintesa. Dengan demikian, pada saluran TM-2 dapat dibedakan antara daun tanaman padi yang sehat dengan daun tanaman padi yang tidak sehat. Dan nilai pantulan klorofil daun terendah terjadi pada umur 1,7 mst dan 6,7 mst yaitu sebesar 13,22% dan 11,00%, sehingga nilai serapan klorofil daun yang terjadi pada spektrum hijau tersebut besar seiring dengan perubahan warna daun tanaman padi yang terjadi pada fase vegetatif.

Saluran TM-3 (0,63 sampai 0,69 μm)

Kisaran perubahan nilai pantulan klorofil daun tanaman padi pada fase pertumbuhan terjadi nilai pantulan yang tertinggi pada saluran TM-3 untuk umur 4 mst dan 10 mst yaitu sebesar 19,08% dan 20,55%, hal ini dimaksudkan bahwa pada umur tersebut nilai serapan klorofil daun yang terjadi pada spektrum merah rendah. Dan nilai pantulan klorofil daun terendah terjadi pada umur 1,7 mst dan 6,7 mst yaitu sebesar 15,10% dan 9,60%.

Saluran TM-4 (0,76 sampai 0,90 μm)

Kisaran perubahan nilai pantulan klorofil daun tanaman padi pada fase pertumbuhan terjadi nilai pantulan yang tertinggi pada saluran TM-4 untuk umur 2 mst dan 6,2 mst yaitu sebesar 20,00% dan 27,9%, hal ini dimaksudkan bahwa pada umur tersebut nilai serapan klorofil daun yang terjadi pada spektrum inframerah dekat rendah. Dan nilai pantulan klorofil daun terendah terjadi pada umur 4,7 mst dan 9,3 mst yaitu sebesar 18,30% dan 16,50%.

Saluran TM-5 (1,55 sampai 1,75 μm)

Kurva perubahan nilai pantulan klorofil daun tanaman padi pada fase pertumbuhan yang terjadi pada saluran TM-5 mempunyai pola yaitu satu puncak dan satu lembah, untuk puncak terjadi pada umur 4 mst sebesar 30,20% dan lembah pada umur 6,5 mst sebesar 21,00%.

Saluran TM-7 (2,08 sampai 2,35 μm)

Kurve perubahan nilai pantulan klorofil daun tanaman padi pada fase pertumbuhan yang terjadi pada saluran TM-7 mempunyai pola yaitu satu puncak dan satu lembah, untuk puncak terjadi pada umur 4 mst sebesar 18,43% dan lembah pada umur 6,3 mst sebesar 6,98%.

KESIMPULAN DAN SARAN**KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa semua pigmen daun (klorofil) tanaman padi jenis IR-64 dan Memberamo pada fase pertumbuhan menunjukkan serapan yang kuat pada spektrum biru dan spektrum merah, namun pada spektrum hijau menunjukkan nilai serapan yang terjadi relatif lebih lemah. Pada spektrum biru perubahan nilai serapan yang terjadi lebih kuat dibandingkan dengan spektrum merah, begitu juga halnya terhadap perubahan nilai pantulannya. Senada terhadap perubahan rerata nilai pantulan tanaman padi pada data digital Landsat TM. Pada spektrum tampak yaitu saluran TM-1 dan TM-3 mempunyai nilai pantulan yang lebih tinggi daripada saluran TM-2. Hal ini berkaitan dengan pita serapan klorofil daun pada spektrum biru dan spektrum merah. Klorofil daun tanaman padi pada fase pertumbuhan menyerap sebagian besar dari energi yang datang dengan panjang gelombang yang sesuai dengan spektrum biru dan merah
2. Bila terjadi perubahan nilai serapan maksimum klorofil daun pada fase pertumbuhan lebih dari 50% maka akan terjadi penurunan nilai pantulan dibawah 20%, terutama pada spektrum biru.
3. Perubahan nilai pantulan tanaman padi varietas unggul pada fase pertumbuhan secara umum kurang dari 20%. Perbedaan nilai pantulan terjadi pada umur 1 mst (minggu setelah tanam) yaitu pada spektrum biru, namun pada spektrum hijau dan spektrum merah sulit dibedakan. Dan pada umur 7 mst terjadi perbedaan nilai pantulan pada spektrum hijau, tetapi pada spektrum biru dan spektrum merah sulit dibedakan.

4. Pada spektrum tampak (TM-1, TM-2 dan TM-3), mempunyai pola pantulan klorofil daun yang relatif sama. Dan pada spektrum inframerah tengah (TM-5 dan TM-7) terjadi pola pantulan klorofil daun yang relatif sama juga.

Saran - saran

Penelitian ini merupakan langkah awal dalam penggunaan data digital Landsat TM untuk mengkaji tanaman pertanian khususnya tanaman padi pada fase pertumbuhan yang ditinjau dari karakteristik spektralnya.

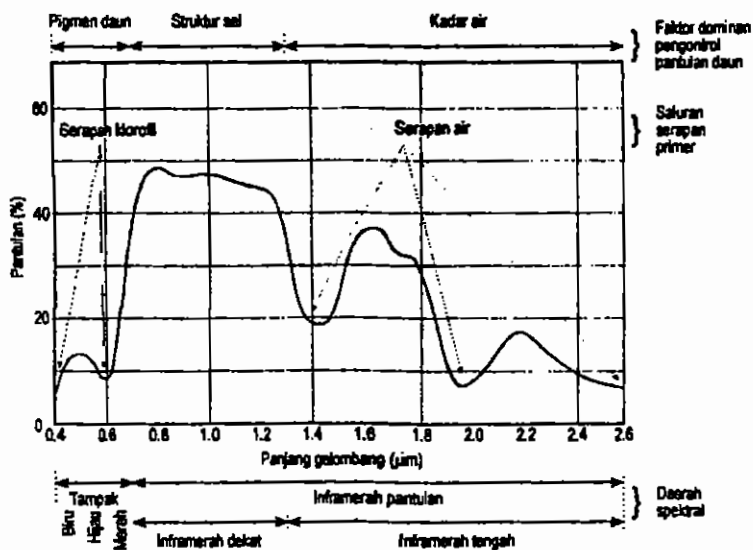
Berdasarkan hasil penelitian ini, maka penulis perlu memberikan saran untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menyangkut karakteristik spektral tanaman padi pada fase pertumbuhan dengan mempergunakan alat detektor Radiometer sebagai pembanding, hasil uji laboratorium dan hasil klasifikasi tanaman padi dari data digital Landsat TM.
2. Perlu dilakukan pemodelan transformasi indeks vegetasi untuk pengenalan varietas dan umur tanaman padi pada fase pertumbuhan.

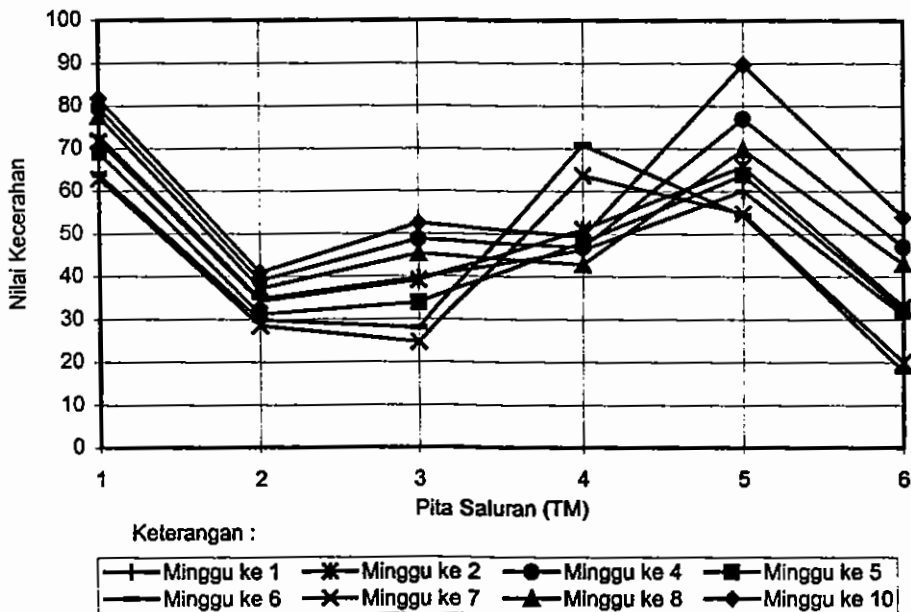
DAFTAR PUSTAKA

- Hoffer, R.M., Biological and physical considerations in applying computer-aided analysis techniques to remote sensor data in Swain, P.H. and Davis, S.M., Remote sensing : The quantitative approach, Prudue University, Wets Lafayette. Ind., 1978.
- Howard, J.A., Penginderaan jauh untuk sumberdaya hutan (terjemahan), UGM Press, cetakan I, Yogyakarta, 1997.
- Heddy, S., Ekofologi pertanaman, CV. Sinar Baru, Bandung, 1987.
- Jumin, H.B., Ekologi tanaman suatu pendekatan fisiologis, Rajawali Pres, edisi I, cetakan 2, Jakarta, 1992.
- Lillesand, T.H. & Kiefer, R.W., Penginderaan jauh dan interpretasi citra (terjemahan), UGM Press, cetakan III, Yogyakarta, 1997.
- Lo, C.P., Penginderaan jauh terapan (terjemahan), UI Press, edisi I Jakarta, 1996.
- Mubekti, Remote sensing application for agriculture in Remote sensing & GIS year book 1993/94, Jakarta, 1994.

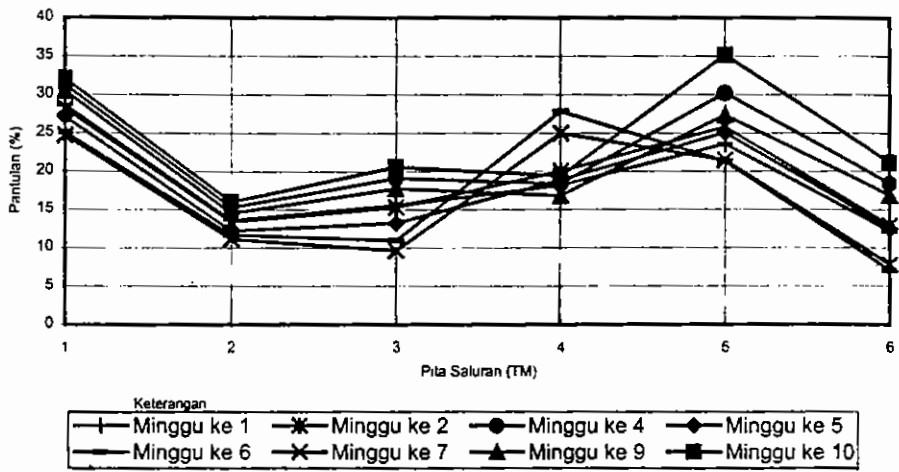
LAMPIRAN :



Gambar 1. Karakteristik spektral pada tumbuhan hijau (Hoffer, 1978)



Gambar 2. Perubahan nilai kecerahan tanaman padi dari data digital Landsat TM pada fase pertumbuhan.



Gambar 3. Perubahan pola pantulan spektral tanaman padi dari data digit Landsat TM pada fase pertumbuhan.

Tabel 1. Rerata nilai kecerahan tanaman padi pada citra Landsat TM

Band		Impu (ms)							
		1	2	3	4	5	6	7	9
TM-1	Rerata	72.95	71.75	79.65	69.05	63.90	62.90	77.60	81
	Simp. Baku	3.86	4.61	2.66	1.85	1.80	1.33	4.90	3
	Kisaran	65 - 79	63 - 79	75 - 84	66 - 72	60 - 66	61 - 67	70 - 85	75
TM-2	Rerata	34.80	34.20	39.00	31.20	29.80	28.45	37.10	40
	Simp. Baku	2.33	2.97	1.62	1.51	2.02	1.67	3.21	1
	Kisaran	29 - 37	30 - 38	36 - 43	29 - 34	26 - 33	26 - 32	31 - 41	36
TM-3	Rerata	39.65	39.00	48.65	33.80	27.95	24.60	45.25	52
	Simp. Baku	4.82	5.26	3.94	2.73	4.02	2.85	5.16	3
	Kisaran	29 - 48	31 - 46	41 - 56	30 - 40	25 - 34	20 - 30	35 - 51	45
TM-4	Rerata	46.20	51.00	46.80	48.05	70.90	63.60	42.80	45
	Simp. Baku	8.65	10.83	4.12	7.42	6.74	13.68	3.32	7
	Kisaran	37 - 65	36 - 68	41 - 56	32 - 59	53 - 79	32 - 82	35 - 51	42
TM-5	Rerata	60.05	65.75	77.00	63.80	54.25	54.70	69.70	81
	Simp. Baku	9.16	8.07	4.24	5.17	2.95	6.17	3.44	8
	Kisaran	51 - 75	56 - 84	71 - 86	51 - 70	50 - 60	37 - 61	64 - 76	78
TM-7	Rerata	31.00	33.00	47.00	32.00	18.00	20.00	43.00	5
	Simp. Baku	0	0	0	0	0	0	0	
	Kisaran	31.00	33.00	47.00	32.00	18.00	20.00	43.00	5

Tabel 2. Rerata nilai pantulan tanaman padi pada citra Landsat TM

TM-1	Rerata (%)	28.61	28.14	31.24	27.08	25.06	24.67	30.43	32.06
	Simp. Baku (%)	1.51	1.81	1.04	0.73	0.71	0.52	1.92	1.42
	Kisaran (%)	25.49 - 30.98	24.71 - 30.98	29.41 - 32.94	25.88 - 28.24	23.53 - 25.88	23.92 - 26.27	27.45 - 33.33	29.41 - 34.51
TM-2	Rerata (%)	13.65	13.41	15.29	12.24	11.69	11.16	14.55	16.04
	Simp. Baku (%)	0.91	1.16	0.64	0.59	0.79	0.65	1.26	0.75
	Kisaran (%)	11.37 - 14.51	11.76 - 14.90	14.12 - 16.86	11.37 - 13.33	10.20 - 12.94	10.20 - 12.55	12.16 - 16.08	14.12 - 17.65
TM-3	Rerata (%)	15.55	15.29	19.08	13.25	10.96	9.65	17.75	20.55
	Simp. Baku (%)	1.89	2.06	1.54	1.07	1.58	1.12	2.02	1.48
	Kisaran (%)	11.37 - 18.82	12.16 - 18.04	16.08 - 21.96	11.76 - 15.69	8.63 - 13.33	7.84 - 11.76	13.73 - 20.00	17.65 - 23.14
TM-4	Rerata (%)	18.12	20.00	18.35	18.84	27.80	24.94	16.78	19.35
	Simp. Baku (%)	3.39	4.25	1.62	2.91	2.64	5.36	1.30	2.78
	Kisaran (%)	14.51 - 25.49	14.12 - 26.67	16.08 - 21.96	12.55 - 23.14	20.78 - 30.98	12.55 - 32.16	13.73 - 20.00	16.47 - 29.02
TM-5	Rerata (%)	23.55	25.78	30.20	25.02	21.27	21.45	27.33	35.16
	Simp. Baku (%)	3.59	3.17	1.66	2.03	1.16	2.42	1.35	3.50
	Kisaran (%)	20.00 - 29.41	21.96 - 32.94	27.84 - 33.73	20.00 - 27.45	19.61 - 23.53	14.51 - 23.92	25.10 - 29.80	30.59 - 47.06
TM-7	Rerata (%)	12.16	12.94	18.43	12.55	7.06	7.84	16.86	21.18
	Simp. Baku (%)	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kisaran (%)	12.16	12.94	18.43	12.55	7.06	7.84	16.86	21.18