

ANALISIS PENGGUNAAN SALURAN VISIBEL UNTUK ESTIMASI KANDUNGAN Klorofil Daun Padi Dengan Citra *HYMAP* (Studi Kasus : Kabupaten Karawang, Jawa Barat)

Grivina Yuliantika, Andri Suprayogi; Abdi Sukmono^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788
Email : grivinayuliantika@ymail.com

ABSTRAK

Padi adalah tanaman pangan yang sangat penting dan bermanfaat bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Komoditi penghasil padi terbesar adalah Kabupaten Karawang. Tanaman padi yang sehat adalah tanaman padi yang mempunyai jumlah klorofil lebih banyak dibandingkan tanaman padi yang tidak sehat. Pendeteksian kandungan klorofil secara cepat dan efisien dapat menggunakan metode penginderaan jauh. Beberapa metode dalam penginderaan jauh dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan klorofil daun padi.

Beberapa indeks vegetasi yang digunakan dalam penelitian adalah indeks vegetasi GLI (*Green Leaf Index*) dan NGRDI (*Normalized Green Red Difference Index*). Metode indeks vegetasi GLI dan NGRDI merupakan indeks vegetasi yang sensitif terhadap kehijauan daun, sehingga baik dalam penentuan klorofil daun padi. Dimana pada penelitian ini dianalisa metode mana yang mempunyai model terbaik dalam mengestimasi kandungan klorofil daun padi. Dan diperoleh kesimpulan bahwa GLI mempunyai pemodelan lebih baik dibandingkan metode NGRDI. Nilai koefisien determinasi (R^2) GLI sebesar 0,6454 dan model yang diperoleh yaitu $y = -62,248x + 41,459$.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa indeks vegetasi GLI optimal pada panjang gelombang 455,5 nm, 592,1 nm, dan 699,4 nm dan NGRDI optimal pada panjang gelombang 532,1 nm dan 623,2 nm. Saluran visibel efektif apabila dibandingkan dengan pemodelan data citra *Hyperspectral* dengan menggunakan 20 titik sampel yang membuktikan bahwa *Green Leaf Index* (GLI) mampu memberikan nilai RMSE cukup baik yaitu sebesar 0,593 SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) unit dan koefisien determinasi (R^2) 0,785. Resolusi spektral yang digunakan untuk mendeteksi klorofil daun padi adalah 455,5–885,3 nm. Sehingga citra *HyMap* mampu mendeteksi klorofil tanaman daun padi pada skala 1:10.000 dengan resolusi spasial 4,2 meter.

Kata Kunci : *HyMap*, GLI, kandungan klorofil, NGRDI

ABSTRACT

Rice is the most important crops that benefit the Indonesian people's lives. The commodities largest of rice production is Karawang regency. The healthy rice crop is rice plants that have more than the amount of chlorophyll unhealthy rice plants. Detection of chlorophyll content quickly and efficiently using remote sensing methods. Some methods in remote sensing can be used to detect the chlorophyll content of rice leaves.

Some vegetation index used in the study are GLI vegetation index (Green Leaf Index) and NGRDI (Red Green Normalized Difference Index). GLI vegetation index and NGRDI vegetation index are sensitive to greenish leaf, so they are good to determine rice leaf chlorophyll. In this study, we analyze which method has the best model to estimate rice leaf chlorophyll content. And we conclude that GLI has a better model than the NGRDI method. The coefficient of GLI's determination (R^2) is 0,6454 and the regression models is $y = -62,248x + 41,459$.

The results of this study indicate that GLI is optimal at a wavelength of 455,5 nm, 592,1 nm, and 699,4 nm and NGRDI is optimal at wavelength 532,1 nm and 623,2 nm. Visible band index effective when compared with Hyperspectral modeling image data by using 20 sample points that proved that GLI is able to give a pretty good RMSE value which is equal to 0,593 SPAD (Soil Plant Analysis Development) units and the coefficient of determination (R^2) of 0,785. Spectral resolution, that is used to detect the rice leaf chlorophyll, is 455,5 to 885,3 nm. So the HyMap image is able to detect rice leaf chlorophyll on a scale of 1: 10.000 with a spatial resolution of 4,2 meters.

Key Words : *HyMap, GLI, Chlorophyll Content, NGRDI*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Padi merupakan tanaman pangan yang dikenal sejak jaman prasejarah dan kebutuhan pokok masyarakat di Indonesia. Kabupaten Karawang merupakan salah satu daerah penghasil komoditi padi terbesar di Jawa Barat. Dengan luas wilayah 175.327 ha, luas pertanian 94.311 ha, rata-rata produksi padi 6-9 ton/ha dan produksi gabah kering pada tahun 2011 adalah 1.435 juta ton (Krisnayana, 2013).

Tanaman padi yang sehat adalah tanaman yang mempunyai jumlah klorofil lebih banyak dibandingkan dengan tanaman padi yang tidak sehat. Jumlah klorofil padi dapat digunakan untuk pemantauan kesuburan tanaman padi di Kabupaten Karawang.

Pendeteksian kandungan klorofil daun secara konvensional membutuhkan waktu lama dan biaya yang tidak murah. Diperlukan teknologi yang dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan klorofil daun secara cepat dan efisien. Dalam metode penginderaan jauh dapat menggunakan teknologi *airbone hyperspectral* (Sukmono, 2013)

Airbone hyperspectral mampu menyajikan informasi spektral objek secara kuasi-kontinu, yaitu pada interval panjang gelombang yang sangat sempit seperti halnya spektrometer. Resolusi spektral sangat tinggi, yang diwakili lebar kanal yang sempit dan sekaligus jumlah saluran spektral yang sangat banyak (124 band). Karena hal tersebut, *Hymap* mampu menyajikan informasi lebih detail dalam menghitung variabel biofisik dan kimia dari tanaman termasuk dalam analisa kandungan klorofil tanaman padi sehingga data estimasinya lebih mendekati nilai sesungguhnya.

Dalam penelitian ini membutuhkan metode penginderaan jauh yang menggunakan algoritma indeks vegetasi saluranvisibel *band* untuk mengestimasi kandungan klorofil dalam daun padi. Visibel *band* merupakan panjang gelombang band atau domain radiasi elektromagnetik yang sempit, berwarna dan dapat dideteksi oleh mata manusia ini panjang gelombangnya antara 400 nm sampai 700 nm.

Berdasarkan penjelasan diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan teknologi penginderaan jauh dalam bidang pertanian. Kandungan klorofil daun padi dapat menjadi indikator kesehatan tanaman padi dan produktivitas tanaman padi.

I.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pada saluran visibel, panjang gelombang berapa yang optimal untuk estimasi kandungan klorofil daun padi?
2. Bagaimana efektivitas penggunaan analisis saluran visibel dalam estimasi kandungan klorofil

pada daun padi dengan menggunakan citra *HyMap* di Kabupaten Karawang?

3. Berapa luas distribusi sebaran kandungan klorofil daun padi?

I.3. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan panjang gelombang optimal untuk estimasi kandungan klorofil pada daun padi.
2. Untuk mendapatkan efektivitas penggunaan citra *HyMap* dalam estimasi kandungan klorofil daun padi di Kabupaten Karawang.
3. Untuk mengetahui luas distribusi sebaran kandungan klorofil daun padi di Kabupaten Karawang.

I.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah sawah Kabupaten Karawang, Jawa Barat.
2. Data citra yang digunakan adalah *airbone hyperspectral* dengan sensor *Hymap* (terdiri dari 10 strip).
3. Kajian membahas saluran visibel, dengan menggunakan metode indeks vegetasi GLI (*Green Leaf Index*) dan NGRDI (*Normalized Green Red Difference Index*).
4. Melakukan kombinasi *band-band* optimal untuk estimasi kandungan klorofil pada daun padi melalui regresi linear antara indeks vegetasi GLI dan NGRDI dengan data variable biofisik yaitu variable vegetasi SPAD (klorofil lapangan).
5. Mendapatkan model persamaan algoritma terbaik untuk perhitungan kandungan klorofil daun padi pada citra hiperspektral sensor *HyMap*.
6. Citra *airbone hyperspectral* sensor *HyMap* digunakan untuk meresampling data *fieldspectrometer*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Tanaman Padi

Padi (*Oryza Sativa*) merupakan tanaman pangan yang dikenal sejak jaman prasejarah. Padi memiliki varietas yang beragam karena dikembangkan oleh lembaga peneliti padi di negara masing-masing. Setiap varietasnya memiliki keunggulan yang berbeda dan para peneliti bekerja untuk membuat tanaman padi yang memiliki waktu panen singkat dan hasil yang banyak. Varietas yang digunakan di Kabupaten Karawang adalah padi Ciharang (Setiawan, 2013).

II.2. Klorofil

Klorofil berasal dari bahasa Yunani yaitu *choloros* artinya hijau dan *phyllos* artinya daun. Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada

tumbuhan, alga, dan bakteri fotosintetik. Pigmen ini berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Klorofil memiliki rantai fitil (C₂₀H₃₉O) yang akan berubah menjadi fitol (C₂₀H₃₉OH) jika terkena air dengan katalisator klorofilase. Klorofil merupakan faktor utama yang mempengaruhi fotosintesis (Song, 2011).

II.3. Teknologi Hiperspektral

Teknologi ini belum sepenuhnya beroperasi ini disebut dengan spektrometri pencitraan (*imaging spectrometry*) karena mampu memadukan kemampuan menyajikan informasi spektral objek secara kuasi-kontinu, yaitu pada interval panjang gelombang yang sangat sempit seperti halnya spektrometer, sekaligus mampu menghasilkan citra digital. Istilah spektrometri pencitraan ini kadang digantikan dengan pencitraan hiperspektral. Istilah hiperspektral berkonotasi pada resolusi spektral yang sangat tinggi, yang diwakili oleh lebar interval yang sangat sempit dan sekaligus jumlah saluran spektral yang sangat banyak, yaitu hingga lebih 200 *band* (Danoedro, 2012).

II.4. Saluran Visibel

Menurut Danoedro (2012), visibel adalah panjang gelombang band atau domain radiasi elektromagnetik yang sempit, berwarna dan (cahaya yang) dapat dideteksi atau dilihat oleh mata manusia ini berkisar antara 400 nm hingga 700 nm. Walaupun sudah sempit, domain ini masih dapat dibagi kembali dalam beberapa sub-domain yaitu: biru (450 nm -500 nm), hijau (500 nm -570 nm), kuning (570 nm -590 nm), orange (590 nm -610 nm) dan merah (610 nm - 700 nm).

II.5. Indeks Vegetasi

Pada indeks vegetasi *Green Leaf Index* (GLI) menggunakan panjang gelombang hijau, merah dan biru karena sensitif terhadap klorofil daun. Keuntungan dari menggunakan warna tersebut adalah menonjolkan warna tertentu seperti kehijauan tanaman (Woebbecke et al., 1995).

$$GLI = \frac{2.R_{green} - R_{red} - R_{blue}}{2.R_{green} + R_{red} + R_{blue}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan rumus :
 GLI =Nilai *Green Leaf Index*
 R_{green} = Reflektan Hijau
 R_{red} = Reflektan Merah
 R_{blue} = Reflektan Biru

Menurut Tucker (1996), mendapatkan nilai NGRDI (*Normalized Green Red Difference Index*) yang berbeda pada panjang gelombang *green* (hijau) dan *red* (merah) untuk mendapatkan nilai yang lebih efektif yang dirumuskan pada persamaan 2, yaitu sebagai berikut:

$$NGRDI = \frac{R_{green} - R_{red}}{R_{green} + R_{red}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan rumus :
 NGRDI =Nilai *Normalized Green Red Difference Index*
 R_{green} = Reflektan Hijau
 R_{red} = Reflektan Merah

NGRDI merupakan indeks vegetasi yang digunakan untuk model pesawat fotografi untuk tanaman. Menggunakan RGB (*Red Green Blue*) mengubah untuk segmentasi citra. Rona warna dimodifikasi untuk memisahkan materi tanaman dari perbedaan *background*(tanah dan residu tanaman layu).

II.6. Regresi

Dalam statistika sebuah model regresi dikatakan baik atau cocok, jika dipenuhi asumsi-asumsi ideal (klasik), yakni tidak adanya otokorelasi, heteroskedastisitas dan multikolinieritas. Sehingga proses kontrol terhadap model perlu dikatakan untuk menelaah dipenuhi tidaknya asumsi tersebut (Soemartini, 2008).

Berikut ini adalah rumus regresi:
 Y = a+ bx.....(3)

Keterangan rumus :
 Y = Variabel terikat/variabel kriteria
 a = *intercept Y*
 b = kemiringan (*slope*)
 x = variabel bebas

III. Pelaksanaan Penelitian

III.1. Lokasi Penelitian



Gambar 1. Kabupaten Karawang

Lokasi penelitian dilakukan di sawah beririgasi daerah Kabupaten Karawang yang secara geografis terletak antara 107° 02'-107° 40' Bujur Timur dan 5° 56' - 6° 34' Lintang Selatan. Proses pengambilan data *airbone hyperspectral* dilakukan dengan wahana pesawat terbang yang dilakukan pada tanggal 13 Juli 2011. Penerbangan pesawat melakukan dua pengukuran dari arah utara-selatan, selanjutnya dari arah barat-timur.

III.2. Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sebagai :

1. Data citra *HyMap Airbone Hyperspectral* wilayah Kabupaten Karawang yang terdiri dari 10 strip.
2. Data posisi GPS untuk *Ground Control Point* (GCP).
3. Data klorofil lapangan (SPAD) pada sampel area.
4. Data *fieldspectrometer* dari alat ASD Fieldspec
5. Data vektor posisi setiap sampel quadrat.
6. Data vektor tutupan lahan sawah RBI Jawa Barat dengan skala 1:25.000.

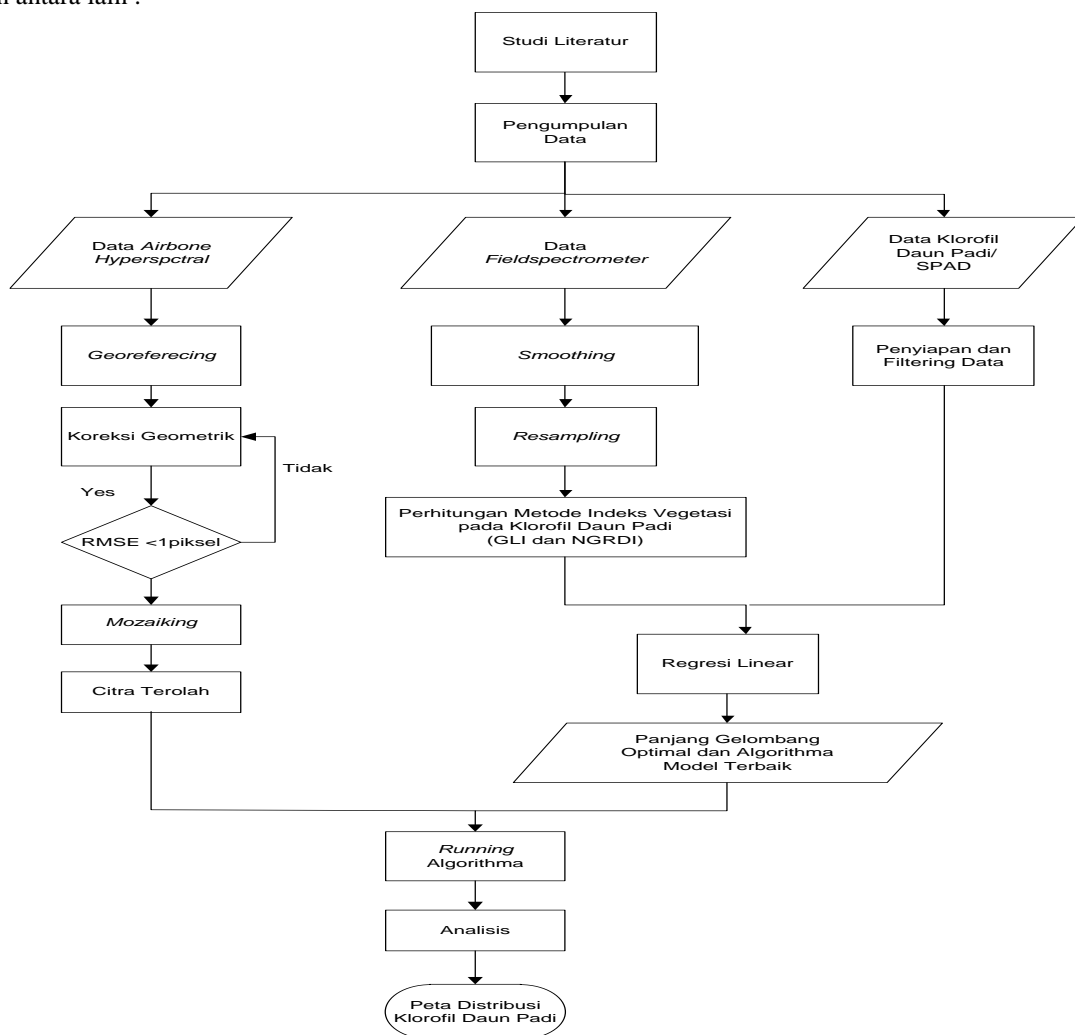
1. Perangkat keras (*hardware*), yaitu :
Laptop Asus Intel ® Pentium ® CPU B950 @2.10Ghz 2.00GB Microsoft Windows 7 Ultimate
2. Perangkat lunak (*software*), antara lain :
a. *ArcGis 10.2*
b. *Envi 4.6.1*
c. *SAMS 3.2*
d. *Microsoft Office 2007*
3. *GPS Handheld* Garmin
4. *GPS Handheld* Trimble Geo XT

III.3. Peralatan Penelitian

Perangkat penelitian yang digunakan dalam penelitian antara lain :

III.4. Metodologi

Tahapan – tahapan dalam melaksanakan penelitian ini tersaji dalam diagram alir di bawah ini :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tahapan-tahapan pelaksanaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapan Citra

Pada tahap ini dilakukan proses *georeferencing*, koreksi geometrik dan *mosaicking* menggunakan perangkat lunak ENVI 4.6.1. Proses *georeferencing* merupakan proses pemberian *reference* geografi dari objek berupa raster atau *image* yang belum mempunyai acuan sistem koordinat ke dalam sistem koordinat dan proyeksi tertentu. Pada citra *HyMap*, proses *georeferencing* menggunakan data *geocoding lookup table* (GLT).

Selanjutnya dilakukan koreksi geometrik, dengan menggunakan koordinat GCP (*Ground Control Point*) lapangan. Pengukuran koordinat GCP menggunakan GPS *Handheld* Trimble Geo XT.

Setelah dilakukan proses koreksi geometrik dilakukan mosaik citra (penggabungan citra), Mosaik citra merupakan proses untuk mengkombinasikan beberapa data satelit (*multiple images*) ke dalam citra komposit tunggal (*single composite image*).

2. Pengolahan Data *Fieldspectrometer*

Data *fieldspectrometer* adalah hasil pengukuran klorofil lapangan (SPAD). Kemudian melakukan proses *smoothing* dengan metode penghalusan Savitzky-Golay dengan menggunakan perangkat lunak SAMS 3.2, data yang akan di *smoothing* adalah data *fieldspectrometer* yang terdiri dari 2500 band.

Selanjutnya melakukan *resampling* data, dilakukan karena terkait dengan data mempunyai pola yang sama yang mempunyai 2500 band sedangkan *Hymap* mempunyai 126 band. Proses *resampling* data menggunakan perangkat lunak ENVI 4.6.1.

3. Pengolahan dengan Algoritma GLI dan NGRDI

Setelah *preprocessing* selesai dilakukan, dilakukan proses pengolahan data *fieldspectrometer* dengan rumus algoritma GLI dan NGRDI. Melakukan kombinasi *band* menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Mencari koefisien determinasi (R^2) terbaik, untuk mendapatkan model persamaan yang cocok untuk distribusi klorofil daun padi.

Untuk algoritma GLI, rumus yang dimasukkan adalah :

$$GLI = \frac{2.R_{green} - R_{red} - R_{blue}}{2.R_{green} + R_{red} + R_{blue}} \dots\dots\dots(4)$$

Untuk algoritma NGRDI, rumus yang digunakan adalah :

$$NGRDI = \frac{R_{green} - R_{red}}{R_{green} + R_{red}} \dots\dots\dots(5)$$

4. Proses Regresi

Proses regresi digunakan untuk mendapatkan model hubungan terbaik dari metode indeks vegetasi GLI dan NGRDI. Proses ini menggunakan dengan dua data yaitu data klorofil lapangan dengan nilai indeks vegetasi. Dari nilai kedua indeks vegetasi

yang terbaik, dipilih R^2 (koefisien determinasi) tertinggi dengan menggunakan metode regresi. Dan akan mendapatkan persamaan algoritma yang akan digunakan untuk model pendekatan estimasi klorofil tanaman padi di Kabupaten Karawang.

5. Klasifikasi Klorofil Tanaman Daun Padi

Setelah diperoleh model dari hasil regresi maka dijalankan pada citra. Langkah klasifikasi dilakukan 2 tahap dengan menggunakan perangkat lunak ENVI 4.6.1 dan Arc Map 10.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1. Model Estimasi Klorofil dengan Indeks Vegetasi

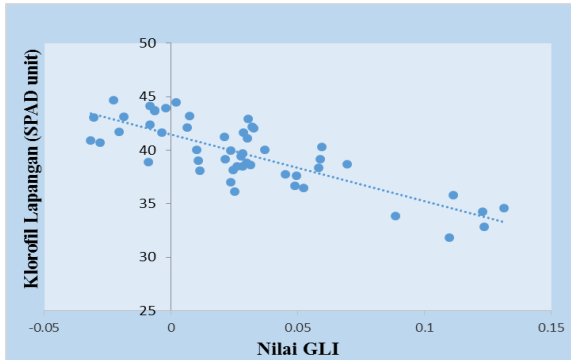
Penelitian ini menggunakan indeks vegetasi yang digunakan untuk model estimasi klorofil meliputi GLI (*Green Leaf Index*) dan NGRDI (*Normalized Green Red Difference Index*) untuk mendapatkan model algoritma yang terbaik dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi (R^2). Dengan meregresikan nilai klorofil lapangan dengan nilai indeks vegetasi.

Prinsip menemukan *band* optimal ini adalah melakukan kombinasi pada seluruh kemungkinan *band* yang ada dengan menggunakan rumus dasar algoritma indeks vegetasi GLI dan NGRDI. Berikut ini penjelasan hasil metode indeks vegetasi GLI dan NGRDI, yaitu :

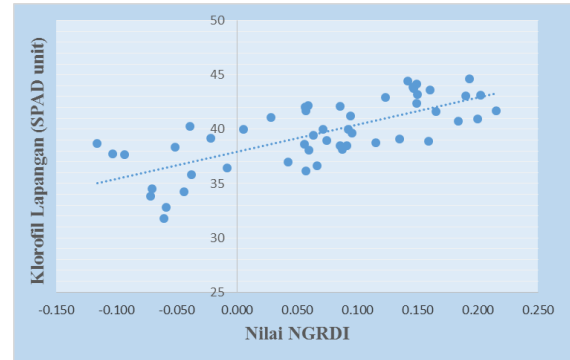
1. GLI (*Green Leaf Index*)

Pada indeks vegetasi GLI, menggunakan kombinasi band merah, band biru dan band hijau. Sehingga banyak kombinasi yang dihasilkan adalah 146 kombinasi. Pengecekan dilakukan dengan meregresikan antara nilai GLI dengan nilai SPAD. Tiga kombinasi yang mempunyai koefisien determinasi (R^2) tinggi merupakan kombinasi dari band biru dengan panjang gelombang 455,5 nm (band 1) dimana energi panjang gelombang ini dibutuhkan untuk proses fotosintesis, reflektan ini sangat sensitif dengan klorofil b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) dan karotenoid. Band hijau dengan panjang gelombang 592,1 nm, dimana energi pada panjang gelombang ini dibutuhkan dalam proses fotosintesis sehingga energi pada panjang gelombang ini cenderung dipantulkan. Pada band merah dengan panjang gelombang 699,4 nm, dimana reflektan ini sangat sensitif terhadap klorofil a untuk fotosintesis I dan II. Energi pada panjang gelombang ini banyak diserap karena digunakan dalam untuk proses fotosintesis.

Grafik dibawah mempunyai nilai koefisiensi determinasi 0,6454. Dari grafik tersebut mendapatkan model $y = -62,248 x + 41,459$ dimana nilai x adalah nilai GLI dan y adalah nilai klorofil lapangan (SPAD).



Gambar 3. Kurva hasil regresi linear dari *Green Leaf Index* (GLI) dengan Klorofil Lapangan (SPAD)



Gambar 4. Kurva hasil regresi linear dari NGRDI dengan Klorofil Lapangan (SPAD)

Dari hasil regresi antara indeks vegetasi dan klorofil (SPAD) dipilih yang terbaik GLI (455,5 nm, 592,1 nm, dan 699,4 nm) dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,6454 artinya 64,54 % variabel y dapat dapat diterangkan dengan variabel x, sedangkan 35,46% dipengaruhi variabel yang tidak diketahui (variabilitas yang inheren) . Korelasi nilai GLI dengan nilai klorofil padi sebesar 0,80338 artinya mempunyai korelasi yang kuat karena mendekati nilai 1. *Green Leaf Index* (GLI) sangat sensitif pada permukaan tanah dan efek atmosfer, indeks vegetasi ini tidak sensitif pada struktur kanopi dan struktur daun. Indeks vegetasi ini dapat diaplikasikan untuk tipe vegetasi lainnya tanpa perubahan rumus algoritma (Gitelson, 2012).

2. NGRDI (*Normalized Green Red Difference Index*)

Pada indeks vegetasi NGRDI, menggunakan band merah dan band hijau. Sehingga dihasilkan 49 kombinasi. Kombinasi yang mempunyai koefisien determinasi (R^2) tinggi merupakan kombinasi dari band hijau dengan panjang gelombang 532,1 nm, dimana energi pada panjang gelombang ini dibutuhkan dalam proses fotosintesis sehingga energi pada panjang gelombang ini cenderung dipantulkan. Pada band merah dengan panjang gelombang 623,2 nm, dimana reflektan ini sangat sensitif terhadap klorofil a untuk fotosintesis I dan II.

Grafik dibawah mempunyai nilai koefisiensi determinasi (R^2) 0,5254 yang artinya 52,54 % variabel y dapat diterangkan dengan variabel x, sedangkan 47,46 % dipengaruhi variabel yang tidak diketahui (variabilitas yang inheren). Dari grafik tersebut mendapatkan model $y = 24,932x + 37,955$, dimana nilai x adalah nilai NGRDI dan y adalah nilai klorofil lapangan (SPAD).

Dari hasil regresi NGRDI (*Normalized Green Red Difference Index*) diperoleh hasil band yang terbaik 532,1 nm dan 623,2 nm (yang terletak pada band 4 (hijau) dan band 12 (merah)). Dengan hasil koefisien determinasi 0,5307 dan korelasi sebesar 0,724845. NGRDI (*Normalized Green Red Difference Index*), faktor yang mempengaruhi LAI (*Leaf Area Index*) dan korelasi positif terhadap tanaman.

IV.2. Perbandingan Klorofil antara Klorofil Lapangan (SPAD) dengan Klorofil Hasil Metode Indeks Vegetasi

Perbandingan nilai klorofil lapangan (SPAD) dengan klorofil yang menggunakan metode indeks vegetasi GLI (*Green Leaf Index*) menghasilkan nilai koefisien determinasi yang cukup baik yaitu 64,54 % dibandingkan dengan indeks vegetasi NGRDI. *Normalized Green Red Different Index* (NGRDI) mempunyai indeks warna yang kurang peka untuk variasi pencahayaan dan peka terhadap tanah dibandingkan klorofil.



Gambar 5. Perbandingan Klorofil Lapangan dengan Metode Indeks Vegetasi

IV.3. Validasi Pada Citra Airbone Hyperspectral

Berdasarkan metode yang telah dilakukan di data *ground* telah didapatkan model optimal untuk estimasi kandungan klorofil daun padi pada skala *ground* yang merupakan reflektan murni. Dalam penelitian ini mencoba menerapkan metode model tersebut pada citra *Airbone Hyperspectral* dengan sensor *Hymap*. Sebanyak 20 titik sampel digunakan

sebagai analisa model pada metode terbaik yaitu *Green Leaf Index* (GLI) yang mempunyai kombinasi band 455,5 nm, 592,1 nm dan 699,4 nm.

Tabel 1. Data Klorofil Lapangan dan Nilai Indeks Vegetasi GLI

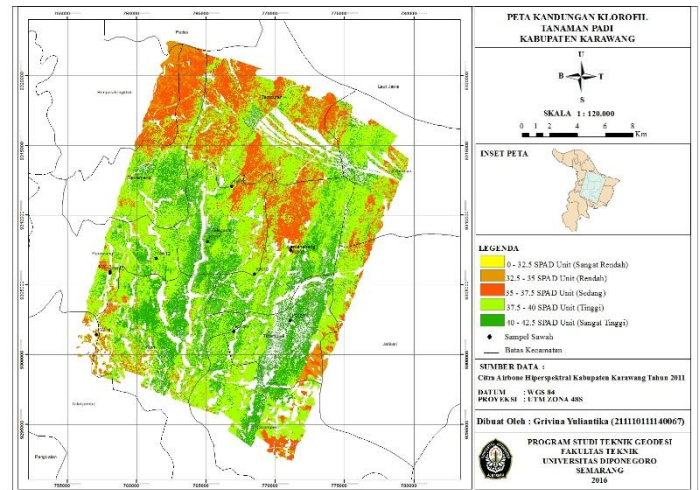
Sampel Area	Klorofil (SPAD unit)	Nilai GLI
KW6_Q3	38,5	39,33228
KW6_Q9	39	39,16
KW6_Q5	38,4	38,60362
KW9_Q2	38,4	38,09578
KW11_Q1	40,6133	40,85207
KW11_Q2	39,1733	40,01506
KW11_Q7	40,7533	40,72543
KW11_Q10	39,3133	40,56436
KW12_Q5	39,3	40,597
KW20_Q9	43,1	42,63781
KW14_Q7	42,3533	41,7422
KW14_Q5	42,8333	41,14389
KW16_Q1	40,9267	40,8445
KW16_Q4	42,3867	41,7938
KW16_Q9	40,7267	40,76758
KW16_Q10	41,7067	42,13996
KW11_Q3	39,3	40,745
KW20_Q4	42,64	42,58465
KW14_Q2	40,8	41,98325
KW20_Q8	43,10667	42,62193

Keterangan
 KW : Karawang
 Q : quadrat area

Pada penerapan pada skala citra *airbone hyperspectral* seperti yang dihasilkan metode *Green Leaf Index* (GLI) mampu memberikan nilai RMSE kecil yaitu sebesar 0,593 SPAD unit. Sehingga nilai pendekatan GLI mempunyai pola yang mendekati nilai sebenarnya dibandingkan model metode indeks vegetasi NGRDI.

IV.4. Peta Distribusi Klorofil Daun Tanaman Padi

Dengan metode indeks vegetasi *Green Leaf Index* (GLI), dapat digunakan untuk meneliti kandungan klorofil pada suatu wilayah/ daerah tertentu dalam jangkauan yang luas dan waktu yang relatif cepat dibandingkan pengukuran klorofil di lapangan



Gambar 6. Peta Distribusi Klorofil

Dari hasil peta kandungan klorofil tanaman padi dapat disimpulkan pada daerah yang memiliki nilai klorofil 0-32,5 SPAD Unit (sangat rendah) dengan luas wilayah 54,9 ha. Nilai 32,5-35 SPAD Unit (rendah) dengan luas wilayah 124,5 ha. Daerah yang memiliki nilai 35-37,5 SPAD Unit (sedang) dengan luas wilayah 716,5 ha. Daerah yang memiliki nilai 37,5-40 SPAD Unit (tinggi) dengan luas wilayah 19866,5 ha dan daerah yang memiliki nilai 40-42,5 SPAD Unit (sangat tinggi) dengan luas wilayah 8497,6 ha.

Resolusi spektral yang digunakan untuk mendeteksi klorofil daun padi adalah 455,5-885,9 nm. Sehingga citra *HyMap* mampu mendeteksi klorofil tanaman daun padi pada skala maksimum 1:10.000 dengan resolusi spasial 4,2 meter. Metode ini dapat mengestimasi klorofil daun padi pada suatu lahan sawah di wilayah bidang studi, sehingga dapat mengetahui dan memantau kesehatan tanaman padi.

V. Penutupan

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Dari hasil penelitian, pada saluran visibel yang optimal untuk estimasi kandungan klorofil daun padi adalah indeks vegetasi *Green Leaf Index* (GLI) yaitu, (*band*) yang optimal pada panjang gelombang 455,5 nm (*band* biru), 592,1 nm (*band* hijau), dan 699,4 nm (*band* merah) dan *Normalized Green Red Difference Index* (NGRDI) untuk (*band*) yang optimal pada panjang yaitu, panjang gelombang 532,1 nm (*band* hijau) dan 623,2 nm (*band* merah).
2. Saluran visibel efektif apabila dibandingkan dengan pemodelan data citra *Hyperspectral* dengan menggunakan 20 titik sampel yang membuktikan bahwa *Green Leaf Index* (GLI) mampu memberikan nilai RMSE cukup baik yaitu sebesar 0,593 SPAD unit dan koefisien determinasi (R^2) 0,785. Resolusi spektral yang

digunakan untuk mendeteksi klorofil daun padi adalah 455,5-885,5 nm. Sehingga citra *Hymap* mampu mendeteksi klorofil tanaman daun padi pada skala 1:10.000 dengan resolusi spasial 4,2 meter. Metode ini dapat mengestimasi klorofil daun padi pada suatu lahan sawah di wilayah bidang studi, sehingga dapat mengetahui dan memantau kesehatan tanaman padi.

3. Berdasarkan metode indeks vegetasi *Green Leaf Index* (GLI), luas distribusi kandungan klorofil daun padi di Kabupaten Karawang adalah nilai klorofil 0-32,5 SPAD Unit (sangat rendah) dengan luas wilayah 54,9 ha. Nilai 32,5-35 SPAD Unit (rendah) dengan luas wilayah 124,5 ha. Daerah yang nilai klorofil 35-37.5 SPAD Unit (sedang) dengan luas wilayah 716,5 ha. Daerah yang mempunyai nilai klorofil 37,5-40 SPAD Unit (tinggi) dengan luas wilayah 19866,5 ha dan daerah yang mempunyai nilai klorofil 40-42.5 SPAD Unit (sangat tinggi) dengan luas wilayah 84957,6 ha. Panjang gelombang pada metode indeks vegetasi GLI (*Green Leaf Index*) dapat mengcover citra *Hymap*.

V.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk pemotretan citra *airbone hyperspectral* dilakukan waktu yang bersamaan dengan pengambilan data *fieldspectrometer*. Karena tanaman padi cepat sekali pertumbuhannya.
2. Data klorofil lapangan yang utama sebagai sumber pemodelan sebaiknya menggunakan pengolahan data laboratorium.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BPPT yang menyediakan seluruh data untuk keperluan studi ini.

Daftar Pustaka

- Danoedoro, Projo. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: ANDI.
- Krisnayana, Aswin. 2013. *Analisa Citra Aster Dalam Penentuan Vegetasi Padi Berdasarkan Nilai Indeks Vegetasi Citra HyMap dan Fiedspectrometer (Studi Kasus : Kabupaten Karawang, Jawa Barat)*. Tugas Akhir. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Setiawan, Rival A. 2013. *Analisis Kanal Optimal Enchange Vegetation Index (EVI) pada Citra Hiperspektral untuk Estimasi Fase Tumbuh dan Produktivitas Padi (Studi Kasus : Kabupaten Karawang, Jawa Barat)*.

Tugas Akhir. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Soemartini.2008. *Principle Componen Analysis Sebagai Salah Satu Metode Mengatasi Masalah Multikolinearitas*. Jurusan Statistika Universitas Padjajaran. Jatinangor.
- Song, N. 2011. *Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman*. Jurusan Biologi Universitas SamRatulangi. Manado
- Sukmono, Abdi. 2013. *Model Estimasi Kandungan Klorofil dan Kerapatan Daun Tanaman Padi dengan Citra Hyperspectral Berbasis Spektral In Situ (Studi Kasus : Kabupaten Indramayu, Jawa Barat)*. Thesis. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Trucker. 1966. *Red and Photographic Infrared Linear Combination for Monitoring Vegetation*. Remote Sensing of Enviromment.
- Woebbecke, et al. 1995. *Color Indices for Weed Identifying Under Various Soil, Residue and Lighting Condition*. Transactions of ASAE. Vol. 44: hal 409-419