

PERBANDINGAN MODEL ESTIMASI KANDUNGAN NITROGEN PADI MENGUNAKAN CITRA HIPERSPEKTRAL DAN MULTISPEKTRAL SEBAGIAN WILAYAH KABUPATEN SLEMAN

Defa Herdianta S.
defasaputra@gmail.com

Muhammad Kamal
m.kamal@ugm.ac.id

Abstract

This research has goals to determine the ability of hyperspectral and multispectral imagery in estimating nitrogen paddy's content in part of Sleman Regency using semi-empirical approach. Simultaneously, it also calculates the level of the mapping accuracy that obtained. The ability of remote sensing multisensory data in mapping landuse, irrigated paddy fields, it also measured which became the basis of data collection. Hyperion and Landsat 8 OLI imagery are used as referenced data for nitrogen modelling.

The results showed that Hyperion imagery can provide better landuse information compared to Landsat 8 OLI image with 87.88% mapping accuracy. The best estimation model of nitrogen paddy's content is NDNI (Hyperion) with RMSE value 0,45 and $r=0,53$. Followed by OSAVI (Hyperion) with $RMSE = 0.50$, OSAVI (Landsat 8 OLI) $RMSE = 0.67$ and NDNI (Landsat 8 OLI) $RMSE = 0.80$. Based on the information, hyperspectral imagery is able to describe paddy's nitrogen information in the study area better than the Landsat 8 OLI imagery. Due to the spectral characteristics of the imagery.

Keywords: estimation of nitrogen, paddy, hyperspectral, multispectral, semi-empirical

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kemampuan citra hipersepektral dan multispektral dalam mengestimasi kandungan nitrogen padi di sebagian wilayah Kabupaten Sleman menggunakan pendekatan semi-empiris. Bersamaan dengan itu juga menghitung besarnya akurasi pemetaan yang didapatkan. Diukur pula kemampuan data penginderaan multisensor untuk memetakan penggunaan lahan, sawah irigasi, yang menjadi dasar pengambilan data. Citra Hyperion dan citra Landsat 8 OLI digunakan sebagai data rujukan untuk pembuatan model estimasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa citra Hyperion dapat menyajikan informasi penggunaan lahan lebih baik dibandingkan dengan citra Landsat 8 OLI dengan akurasi pemetaan sebesar 87,78%. Model estimasi nitrogen padi terbaik dimiliki oleh NDNI (Hyperion) dengan nilai RMSE 0,45 dan $r=0,53$. Diikuti oleh OSAVI (Hyperion) $RMSE=0,50$, OSAVI (Landsat 8 OLI) $RMSE=0,67$ dan NDNI (Landsat 8 OLI) $RMSE=0,80$. Berdasarkan informasi tersebut, citra hiperspektral mampu menggambarkan informasi nitrogen padi di wilayah kajian lebih baik dibandingkan dengan citra Landsat 8 OLI. Hal ini disebabkan oleh karakteristik spektral citra.

Kata kunci: estimasi nitrogen, padi, hiperspektral, multispektral, semi-empiris

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan pangan Indonesia semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Kebutuhan bahan pangan nasional menurut statistik Kementerian Pertanian dari tahun 2010 sampai tahun 2014 perkembangannya mengalami grafik yang stagnan bahkan cenderung menurun. Salah satu bahan pangan yang menjadi komoditas strategis bagi pembangunan pertanian di Indonesia adalah beras. Pemenuhan kebutuhan akan beras sebagai sumber makanan pokok yang dikonsumsi oleh lebih dari 90% masyarakat Indonesia menjadikannya sebagai komoditas strategis yang harus mendapatkan perhatian khusus karena menyangkut stabilitas sosial, ekonomi dan politik (Nadirah, 2009). Hal ini mengharuskan adanya kebijakan pemerintah yang memperhatikan komoditas padi seperti pemetaan lahan padi, pengontrolan kondisi padi dan melakukan estimasi produksi padi.

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu produsen padi dengan produksi yang cukup besar. Kabupaten Sleman adalah salah satu penyumbang produksi padi. Wilayah tersebut masih memiliki lahan pertanian cukup luas dan sarana irigasi yang cukup memadai sangat mendukung produksi pertanian terutama padi yang membutuhkan cukup banyak air.

Padi sebagai rantai utama makanan dalam pengelolaannya dibutuhkan strategi dalam bidang teknologi yang tepat yaitu mengetahui kondisi biofisik dan biokimia padi secara spasial melalui citra penginderaan jauh. Wujud pengontrolan tersebut adalah dengan mengetahui kondisi biofisik dan biokimia padi secara spasial melalui citra penginderaan jauh. Faktor biofisik dan biokimia yang dimaksud adalah kandungan nitrogen.

Status nitrogen pada tanaman adalah indikator kunci untuk mengevaluasi pertumbuhan tanaman, peningkatan hasil panen, dan perbaikan kualitas bulir atau biji-bijian, tingkat *stress*, dan nutrisi dari tanaman tersebut (Knipling, 1970; Curran, 1991; Gautam dan Panigrahi, 2007; Wei *et al.*, 2008). Nitrogen merupakan unsur hara utama yang diperlukan dalam jumlah yang banyak pada budidaya padi sawah dan juga elemen penting bagi pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Lee *et al.*, 1999; Johnson, 2001; Coops *et al.*, 2003;)

Penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan teknologi yang menghasilkan citra satelit berdasarkan objek yang direkam dari permukaan bumi dari saluran yang dimiliki. Teknik penginderaan jauh ini sangat memuaskan dalam melakukan pengukuran *optical properties* daun dan kanopi yang diturunkan dari aspek biofisik dan kimia tanaman (Stroppiana *et al.*, 2012) jika dibandingkan dengan pengukuran secara tradisional melalui sampling dan pengukuran di lapangan yang membutuhkan banyak waktu dan biaya. Penginderaan jauh dapat mengatasi masalah tersebut. Penggunaan data penginderaan jauh multisensor (hiperspektral dan multispektral) dapat digunakan untuk mengetahui kandungan biokimia nitrogen melalui pendekatan semi-empiris. Morel dan Gordon (1980), pendekatan semi-empiris merupakan pendekatan yang menggunakan karakteristik spektral citra untuk mendapatkan informasi baru dalam hal ini adalah kandungan nitrogen daun padi yaitu dengan menghubungkan indeks vegetasi dengan pengukuran nitrogen lapangan. *Normalized Different Nitrogen Index* (NDNI), *Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance Index* (TCARI) dan *Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index* (OSAVI) merupakan algoritma yang digunakan untuk mengestimasi kandungan nitrogen yang terdapat pada vegetasi padi. Kedua Algoritma ini telah digunakan Herrmann (2010) untuk pengukuran kandungan nitrogen kentang di Negev, Israel dan Lathifah (2013) untuk pengukuran kandungan nitrogen padi sebagian Daerah Karawang. Selain itu, penginderaan jauh dapat mengenali penggunaan lahan dan kondisi biofisik vegetasi.

Adapun tujuan penelitian ini adalah (a) untuk mengetahui kemampuan citra penginderaan jauh multisensor dalam mendeteksi penggunaan lahan yang menunjukkan keberadaan padi, (b) menghitung kandungan nitrogen padi dengan menggunakan pendekatan semi-empiris (indeks vegetasi), dan (c) membandingkan akurasi hasil pengukuran kandungan nitrogen dengan citra hiperspektral dan citra multispektral pada unit analisis yang sama pada skala menengah sehingga kedepannya pemetaan biofisik dengan model yang sama dapat digunakan sebagai rujukan penggunaan pemetaan kadar nitrogen pada padi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan citra Hyperion perekaman 30 Juli 2014 pada level 1T dan Landsat 8 OLI perekaman 18 September 2015 pada level 1T di sebagian utara daerah Kabupaten Sleman (titik tengah citra -7.69 LS dan 110.38 BT, WGS 1984) yang telah terkoreksi secara atmosferik dan geometrik seperti gambar 1. Jenis koreksi atmosferik yang digunakan dalam penelitian ini adalah FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*) melakukan koreksi terhadap citra untuk uap air yang ada di atmosfer, oksigen, karbon dioksida, metana, ozon, dan hamburan molekul aerosol. Sedangkan koreksi geometrik menggunakan *image to map rectification* dengan minimum RMSE $\leq 0,5$ untuk kesalahan pikselnya. Cakupan luas area penelitian adalah 8,8 km x 22 km. Citra Hyperion memiliki 242 saluran dengan rentang panjang gelombang 400-2500 nm dan beda setiap julat 10 nm. Dari jumlah saluran tersebut digunakan 172 saluran yang mewakili rentang panjang gelombang tampak sampai inframerah jauh. Begitupun juga citra Landsat 8 OLI digunakan seluruh saluran multispektralnya dengan julat spektral dari 435-2100nm (7 saluran).

Ekstraksi penggunaan lahan, sawah irigasi, dimulai dengan pengolahan citra berupa *Principal Component Analyst* (PCA), *Minimum Noise Fraction* (MNF) dan *Pure Purity Index* (PPI). Ketiga proses tersebut merupakan proses untuk mengurangi dimensionalitas data dengan menghilangkan piksel yang dianggap sebagai *noise* dan penentuan piksel murni (*endmember*) sebagai pengambilan sampel sawah. Proses tersebut nantinya dilakukan pada kedua citra. Hasil *endmember* tersebut digunakan sebagai rujukan untuk pengambilan *Region of Interest* (ROI). Selain itu, untuk memperkuat ROI diperlukan peta Rupabumi Indonesia (RBI) dan pemilihan komposit yang tepat. Komposit ini dapat memudahkan secara visual untuk membedakan lahan sawah dan non sawah. Komposit yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu komposit 462 citra Landsat 8 OLI atau 146 52 12 citra Hyperion. Komposit tersebut dipilih karena jenis komposit tersebut banyak digunakan dalam penelitian agrikultural.

Metode klasifikasi penggunaan lahan yang dipilih adalah *maximum likelihood* dengan

menggunakan beberapa saluran citra (Hyperion 40 saluran dan landsat 8 OLI 7 saluran). Adapun uji akurasi penggunaan lahan dilakukan dengan menggunakan tabel *Confusion Matrix* menurut Sutanto (2013). Berikut tabel 1 merupakan contoh rumus perhitungan confusion matrix. Pengambilan sampel penggunaan lahan, sawah, ini dilakukan dengan *random* (acak) berdasarkan software ArcGIS 10.4.1.

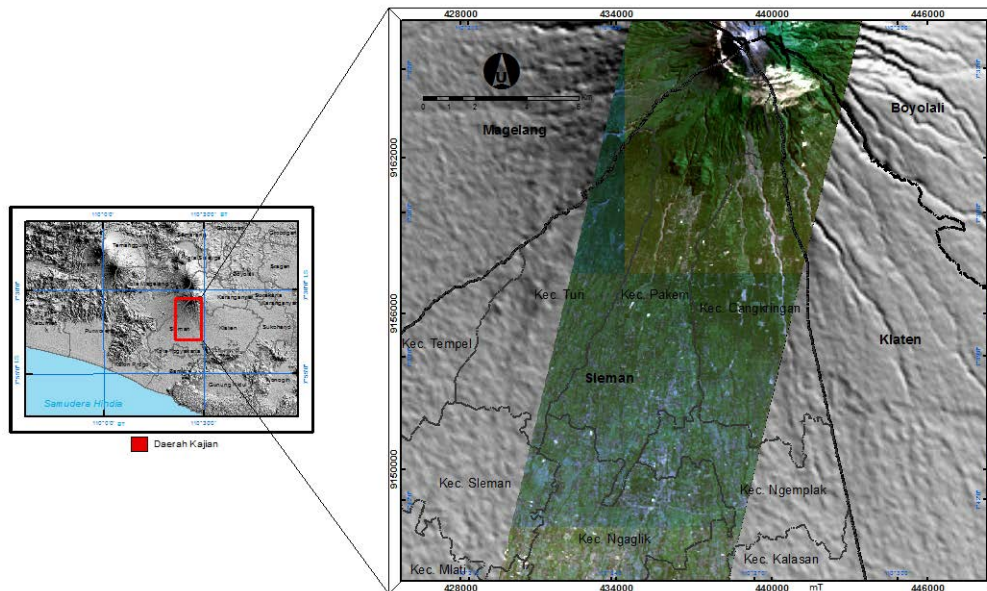
Tabel 1. *Confusion Matrix*

Klasifikasi	Lapangan			
	A	B	C	Total
	E			
		F		
			G	
Total				H

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{(E + F + G)}{H}$$

Hasil penggunaan lahan ini yang dijadikan sebagai unit analisis pengambilan nitrogen padi di lapangan. Model prediksi nitrogen padi didapatkan dari citra dengan menggunakan pendekatan semi-empiris, yaitu menggunakan indeks vegetasi untuk mendapatkan informasi kandungan nitrogen padi. Berikut tabel 2 merupakan multispektral indeks vegetasi untuk pengolahan nitrogen tanaman. Pengolahan model estimasi berdasarkan indeks vegetasi dilakukan dengan menggunakan software Envi 5.3. Nitrogen in-situ didapatkan dengan analisis Kjeldahl (Tan, 1996). Sampel nitrogen padi dalam bentuk serbuk (yang sudah di oven dengan suhu berkisar 70°C) tersebut kemudian dicampurkan dengan *salicylic acid*, *potassium sulfate*, *hydrogen peroxide* dan *sulfuric acid*.

Keterkaitan antara persentase kandungan nitrogen padi dan nilai pantulan spektral citra pada saluran citra dapat diketahui berdasarkan analisis statistik. Analisis statistik dipilih karena baik data kandungan nitrogen lapangan maupun indeks vegetasi merupakan data berupa angka. Analisis statistik yang digunakan adalah analisis regresi linier sederhana yang mana regresi ini memerlukan data yang harus terdistribusi normal sehingga perlu adanya uji normalitas. Model prediksi yang dibuat juga harus diketahui tingkat hubungan antara nitrogen padi lapangan dengan indeks vegetasi.



Gambar 1. Lokasi Kajian Peneilitian (Citra Hyperion Komoposit Asli)

Pengambilan sampel lapangan pada penelitian ini dilakukan dengan cara *Purposive Sampling*. Skema sampling ini dipilih karena dalam pengambilan sampel memperhatikan hanya pada objek sawah saja. Sampel yang diambil berdasarkan kondisi umur tanaman padi sehingga informasi yang didapatkan nantinya berupa sebaran nitrogen beserta umurnya. Uji akurasi nitrogen dilakukan dengan Metode *Root Mean Square Error* (RMSE) yang digunakan untuk mengkalkulasi tingkat prediksi kandungan nitrogen. RMSE ini menghitung besarnya eror

antara dua dataset nitrogen lapangan dan nitrogen hasil pengolahan indeks. Berikut merupakan rumus RMSE:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_o - N_p)^2}{n}}$$

Dimana N_o merupakan nilai kandungan nitrogen lapangan, N_p adalah kandungan nitrogen prediksi dari indeks vegetasi dan n adalah jumlah sampel.

Tabel 2. Indeks vegetasi pengolahan nitrogen

Indeks Vegetasi	Rumus	Sumber
<i>Normalized Different Nitrogen Index</i> (NDNI),	$NDNI = \frac{\log\left(\frac{1}{\rho_{1510}}\right) - \log\left(\frac{1}{\rho_{1680}}\right)}{\log\left(\frac{1}{\rho_{1510}}\right) - \log\left(\frac{1}{\rho_{1680}}\right)}$	Serrano <i>et al</i> (2002) dan Fourty, et al (1996)
<i>Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index</i> (OSAVI)	$OSAVI = \frac{(1 + L)(\rho_{800} - \rho_{670})}{(\rho_{800} + \rho_{670} + L)}$	Huete (1988)
<i>Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance Index</i> (TCARI)	$TCARI = 3[(\rho_{700} - \rho_{670}) - 0,2(\rho_{700} - \rho_{500})]\left(\frac{\rho_{700}}{\rho_{670}}\right)$	Haboundane <i>et al.</i> (2002)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji akurasi penggunaan lahan pada tabel 3 menunjukkan bahwa citra Hyperion mampu mengklasifikasikan lahan sawah dan non sawah sebesar 87,78%. Hasil klasifikasi ini termasuk dalam kategori yang baik. Sedangkan citra Landsat 8 OLI memiliki nilai akurasi pemetaan penggunaan lahan sebesar 81,11%. Besarnya nilai tersebut sudah termasuk ke dalam hasil klasifikasi yang baik. Namun, nilai akurasi tersebut masih kurang jika dibandingkan dengan

hasil klasifikasi citra Hyperion. Kemampuan lebih yang ditunjukkan oleh citra Hyperion dibandingkan dengan citra Landsat 8 OLI adalah ketika mendeteksi sawah yang belum tanam ataupun sudah ada tanaman padi namun masih berusia di bawah 30 hari. Citra landsat 8 OLI menganggap itu merupakan lahan kosong (non sawah) namun dengan sensitifitas spektral citra Hyperion mampu mengklasikasikan objek tersebut menjadi sawah.

Tabel 3. Uji akurasi penggunaan Lahan

Citra Satelit	Akurasi Pemetaan(%)
Hyperion	87,78
Landsat 8 OLI	81,11

Keterkaitan antara persentase kandungan nitrogen padi dan nilai pantulan spektral citra pada saluran citra dapat diketahui berdasarkan analisis statistik. Analisis statistik yang digunakan adalah analisis regresi linier sederhana yang mana regresi ini memerlukan data yang harus terdistribusi normal. Data titik sampel model prediksi yang berjumlah 25, memiliki distribusi yang normal karena nilai signifikansi atau probabilitas hasil Shapiro-Wilk adalah 0,167 ($p > 0,05$). Rentang nilai nitrogennya adalah 0,81% sampai dengan 7,06%, nilai rata-rata 3,51%, nilai tengah sebesar 4,12% dan standar deviasi 1,4%. Korelasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara indeks vegetasi dengan kandungan nitrogen padi di lapangan. Hasil analisis terhadap tabel 4 menunjukkan bahwa citra Hyperion memiliki korelasi yang lebih kuat jika dibandingkan dengan citra Landsat 8 OLI. Namun, kedua citra memiliki korelasi dalam kategori cukup kuat (0,401-0,60) sampai dengan lemah (0,201-0,40). Indeks vegetasi NDNI dari citra Hyperion memiliki nilai signifikansi di bawah 0,05, ini menunjukkan bahwa ada korelasi yang nyata antara nitrogen lapangan dengan indeks NDNI. Arah hubungannya pun positif dimana semakin besar nilai indeks maka semakin besar pula kandungan nitrogen. Kekuatan hubungannya masuk dalam interpretasi cukup kuat. Indeks vegetasi OSAVI hasil pengolahan citra Hyperion menunjukkan adanya korelasi yang nyata dengan nilai signifikansi sebesar 0,005, arah hubungannya pun cukup kuat dan positif dengan nilai 0,552. TCARI memiliki nilai -0,392 pada kolom Pearson-Correlation artinya TCARI memiliki hubungan yang berlawanan dengan kandungan nitrogen lapangan. Semakin tinggi nilai TCARI maka kandungan nitrogennya semakin rendah. Hasil transformasi indeks vegetasi citra Landsat 8 OLI menunjukkan OSAVI memiliki kekuatan hubungan yang paling besar dibandingkan dengan dua indeks lainnya. Kategori kekuatannya pun cukup kuat dengan nilai 0,501.

Sedangkan yang indeks NDNI sebesar 0,461 dan indeks TCARI dengan nilai sebesar -0,347. Indeks OSAVI dan NDNI memiliki arah korelasi yang positif artinya semakin besar nilai indeks maka semakin besar kandungan nitrogen di lapangan. Indeks TCARI memiliki hubungan yang berlawanan dengan kandungan nitrogen karena indeks TCARI merupakan indeks penyerapan klorofil tanaman. Semakin rendah kandungan klorofil maka semakin tinggi kandungan nitrogennya. Ditambah lagi dengan nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,05, yaitu dengan nilai 0,097.

Hasil indeks vegetasi OSAVI citra Hyperion memiliki R^2 yang paling tinggi jika dibandingkan dengan indeks vegetasi yang lainnya. Nilai R^2 yang diperoleh adalah 0,3044 yang berarti 30,44% proporsi variabilitas kandungan nitrogen dapat dijelaskan oleh OSAVI dengan kekuatan hubungan yang cukup (nilai 0,552). Sementara indeks NDNI dan TCARI masing-masing dapat menjelaskan 25,73% dan 15,34%. Nilai ini termasuk rendah. Begitupun juga pada hasil olahan citra Landsat 8 OLI model OSAVI dapat menyajikan proporsi variabilitas data nitrogen padi paling tinggi dengan nilai 0,2514. Kemudian diikuti oleh model indeks NDNI dengan nilai sebesar 0,2127 dan TCARI dengan nilai 0,1205. NDNI olahan citra Landsat 8 OLI dapat digunakan analisis lanjutan dengan koefisien regresi yang masih cukup, yaitu sebesar 0,461.

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi rendahnya koefisien determinan (R^2) dan koefisien regresi pada regresi linier diantaranya adalah daerah cakupan kedua citra meliputi 30x30 m dalam satu pikselnya sehingga kemungkinan terdapat piksel yang tidak merepresentasikan obyek padi di lapangan secara murni (kompleksitas piksel citra). Selain itu, masalah temporal perekaman dengan waktu pengambilan sampel yang berbeda-beda pada aturan rotasi penanaman padi dapat memungkinkan koefisien determinasi yang rendah. Kemungkinan perbedaan informasi pantulan objek vegetasi dan karakteristik objek tersebut berbeda dengan data lapangan menjadi semakin besar. Ditambah lagi dengan kemungkinan tidak secara tepat pengambilan sampel. Pengambilan sampel cukup terbatas sesuai dengan minimum kebutuhan analisis, yaitu 30 buah dan yang dibuat untuk sampel

adalah 25. Cukup wajar jika pembangun model belum menghasilkan yang cukup maksimal. Selain itu, cara pengambilan sampel yang tepat sesuai dengan lokasi di lapangan dan perlakuan setelah pengambilan sampel daun padi juga dapat memicu perubahan kandungan nitrogen. Tidak semua hasil regresi linier sederhana digunakan untuk memodelkan sebaran kandungan nitrogen

padi, namun dipilih berdasarkan nilai koefisien regresi paling besar. Oleh karena itu, pada pemrosesan selanjutnya hanya digunakan saluran dengan koefisien regresi lebih dari 0,401 sebagai masukan dalam model. Jadi, indeks TCARI nantinya tidak digunakan untuk model estimasi kandungan nitrogen padi.

Tabel 4. Hasil Analisis Regresi Data Nitrogen lapangan dengan Model Estimasi

Indeks Vegetasi	Rumus	R ²	Pearson Corelation (r)	Signifikansi
Hyperion				
NDNI	$y=24,613x+1,1121$	0,2573	0,507	0,010
OSAVI	$y=10,687x-1,7741$	0,3044	0,552	0,005
TCARI	$y=-30,867x+1,7741$	0,1534	-0,392	0,058
Landsat 8 OLI				
NDNI	$y=10,667+1,9738$	0,2127	0,461	0,023
OSAVI	$y=7,719x-0,1484$	0,2514	0,501	0,013
TCARI	$y=-7,4727x+7,1878$	0,1205	-0,347	0,097

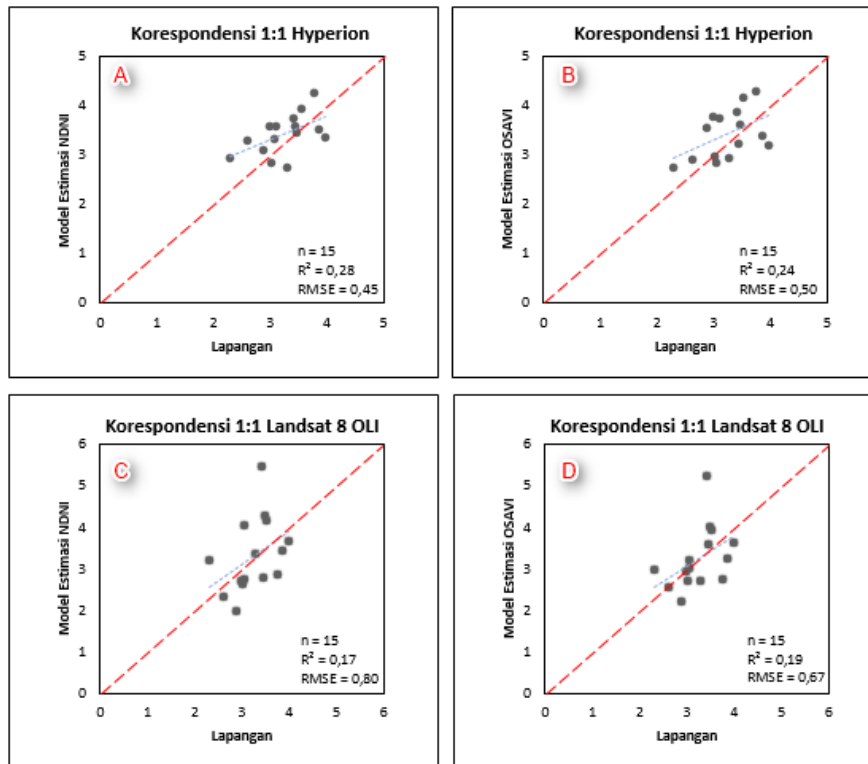
Uji akurasi model estimasi nitrogen dilakukan metode *Root Mean Square Error* (RMSE) dengan membandingkan data nitrogen lapangan dengan model indeks di setiap sampelnya. Tabel 5 merupakan hasil uji akurasi. Tabel tersebut menunjukkan hubungan sampel independen dari in-situ nitrogen dan model estimasi nitrogen dari yang diturunkan berdasarkan citra Hyperion dan citra Landsat 8 OLI. Analisis yang dilakukan untuk menghasilkan informasi tersebut dilakukan uji anova dengan tingkat konfidensi 95% dan probabilitas (p) kurang dari 0,05. Uji akurasi tersebut fokus pada analisis berdasarkan piksel model estimasi dari kedua citra yang digunakan. Hasil validasi kandungan nitrogen sebagian wilayah Kabupaten Sleman menunjukkan terdapat perbedaan nilai RMSE yang dihasilkan oleh masing-masing citra. Namun, perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan. Nilai RMSE yang dihasilkan berdasarkan citra Hyperion, yaitu 0,45 (NDNI) dan 0,50 (OSAVI) sedangkan nilai RMSE yang dihasilkan berdasarkan citra landsat 8 OLI, yaitu 0,80 (NDNI) dan 0,67 (OSAVI).

Informasi data tersebut dengan jelas memberitahukan bahwa citra hyperion memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengestimasi kandungan nitrogen padi dilihat dari kedua indeks yang digunakan. Nilai korelasi Pearson (r) objek model estimasi nitrogen dari citra Hyperion memiliki rentang nilai dari 0,49-0,50

yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil dari citra Landsat 8 OLI (rentang nilai 0,41-0,44). Beda nilai korelasi pearson akan mengakibatkan perbedaan nilai RMSE yang dihasilkan. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 5.11, meningkatnya koefisien nilai pearson akan menyebabkan turunnya nilai RMSE. Artinya akurasi pemetaan yang didapatkan akan lebih baik. NDNI hasil olahan Hyperion merupakan model estimasi nitrogen padi terbaik (RMSE = 0,45). Hasil tersebut berbeda 0,05 dari olahan OSAVI-nya. Hal ini dapat disebabkan oleh pekannya kandungan nitrogen tanaman pada panjang gelombang *Shortwave Infrared* (SWIR) sehingga indeks NDNI dapat menjelaskannya dengan baik seperti yang dijelaskan oleh Herrmann et. Al (2010). Hasil validasi nitrogen padi lapangan dengan model estimasi citra landsat justru indeks NDNI (RMSE = 0,80) menghasilkan nilai akurasi yang lebih rendah dibandingkan OSAVI (RMSE = 0,67). Hal ini dapat dikarenakan panjang gelombang SWIR yang terlalu lebar pada citra Landsat 8 OLI sehingga nilai hasil model akurasi pun berkurang. Secara garis besar, model estimasi kandungan nitrogen padi berdasarkan citra Hyperion lebih baik dalam hal akurasi dibandingkan dengan citra Landsat 8 OLI. Akan tetapi, yang menjadi permasalahan adalah tingkat variabilitas data (R²). Variabilitas data yang dihasilkan dari kedua citra masih rendah yaitu 0,30 atau 30% dari keseluruhan.

Tabel 5 Uji Akurasi Model Estimasi Nitrogen dengan Data Lapangan

Citra Satelit (n=15, p<0,05)	NDNI		OSAVI	
	r	RMSE	r	RMSE
Hyperion	0,53	0,45	0,49	0,50
Landsat 8 OLI	0,41	0,80	0,44	0,67



Gambar 2. Grafik Korespondensi 1:1

Visualisasi dari hasil uji akurasi, pada penelitian ini menggunakan model statistik linier dan scatter plot antara data in-situ nitrogen padi dengan model estimasi nitrogen baik dari indeks NDNI maupun OSAVI. Secara umum, model estimasi nitrogen padi menggunakan citra Hyperion (OSAVI dan NDNI) dapat menggambarkan dengan baik dalam memprediksi kandungan nitrogen padi berdasarkan korespondensi 1:1. Namun, model estimasi yang dihasilkan berdasarkan kedua indeks tersebut memiliki nilai prediksi yang *overestimate* seperti yang terlihat pada gambar 2. Distribusi data banyak berada di atas garis bagi dengan perbedaan yang cukup nampak, tetapi sebaran data tidak terlalu jauh dari garis bagi. Berbeda halnya dengan model estimasi yang dihasilkan oleh citra Landsat 8 OLI yang cenderung *underestimate* atau sebaran data banyak di bawah garis bagi. Di samping itu juga terdapat beberapa titik sampel yang jauh dari garis bagi sehingga hal tersebut dapat menyebabkan kurangnya akurasi pemetaan

kandungan nitrogen padi. Hal lain, yang menjadi penyebab perbedaan akurasi adalah kemampuan sensor dalam mendeteksi padi dalam satu piksel tersebut.

Berbagai uraian sub bab tersebut di atas menunjukkan bahwa kemampuan citra Hyperion lebih baik daripada citra Landsat 8 OLI dapat memetakan aspek biofisik dan biokimia tanaman, terutama dalam merepresentasikan kondisi kandungan nitrogen padi di wilayah sebagian utara Kabupaten Sleman. Perbedaan yang mendasar adalah ketika membedakan penggunaan lahan sawah dan non sawah di daerah kajian. Selain itu, juga ditinjau pemetaan kandungan nitrogen dilihat dari nilai akurasi RMSE yang lebih baik pula. Namun, jika ingin melihat gambaran secara umum dan cepat aspek biofisik dan kimia tanaman, kandungan nitrogen padi, citra Landsat OLI juga dapat melakukannya. Perbedaan kemampuan akurasi kedua citra baik dalam memetakan penggunaan lahan maupun kandungan nitrogen padi terletak pada resolusi spektral citra dan

resolusi temporal citra. Ditambah lagi dengan sampling di lapangan maupun analisis laboratorium dapat menentukan hasil yang didapatkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa citra hiperspektral (Hyperion) dan citra multispektral (Landsat 8 OLI) mampu mengidentifikasi penggunaan lahan sawah dengan baik yang menunjukkan keberadaan tanaman padi. Citra Hyperion mampu memberikan akurasi penggunaan lahan yang tinggi, yaitu sebesar 87,78% dengan luas lahan sawah 58,32 km². Citra Landsat 8 OLI juga dapat menyajikan akurasi pemetaan yang tinggi sebesar 81,11% dengan luas lahan sawah 54,95 km².

Estimasi kandungan nitrogen padi diperoleh berdasarkan model estimasi yang dibuat dari regresi linier antara data kandungan nitrogen lapangan dengan indeks vegetasi. Ada 3 indeks vegetasi yang digunakan untuk memperoleh kandungan nitrogen, yaitu indeks vegetasi NDVI, SAVI, dan TCARI. Namun, TCARI pada akhirnya tidak digunakan untuk pembuatan model estimasi kandungan nitrogen karena memiliki nilai koefisien regresi yang rendah, yaitu dengan nilai -0,392 untuk citra Hyperion dan -0,347 untuk citra Landsat 8 OLI.

Akurasi model estimasi kandungan padi dari data penginderaan jauh multisensor menghasilkan akurasi yang cukup baik dengan nilai RMSE di bawah 1. Citra Hyperion menghasilkan akurasi pemetaan kandungan nitrogen padi dengan nilai RMSE, yaitu 0,45 (NDVI) dan 0,50 (SAVI). Sedangkan citra Landsat 8 OLI menyajikan nilai RMSE yang lebih besar, yaitu 0,67 (SAVI) dan 0,80 (NDVI). Berdasarkan informasi tersebut di atas bahwa citra hiperspektral mampu menggambarkan informasi kandungan nitrogen padi di sebagian wilayah Kabupaten Sleman lebih baik dibandingkan dengan citra Landsat 8 OLI. Hal ini disebabkan oleh kondisi spektral citra hiperspektral dengan julat yang rapat dan banyak sehingga memudahkan untuk analisis biofisik dan biokimia tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

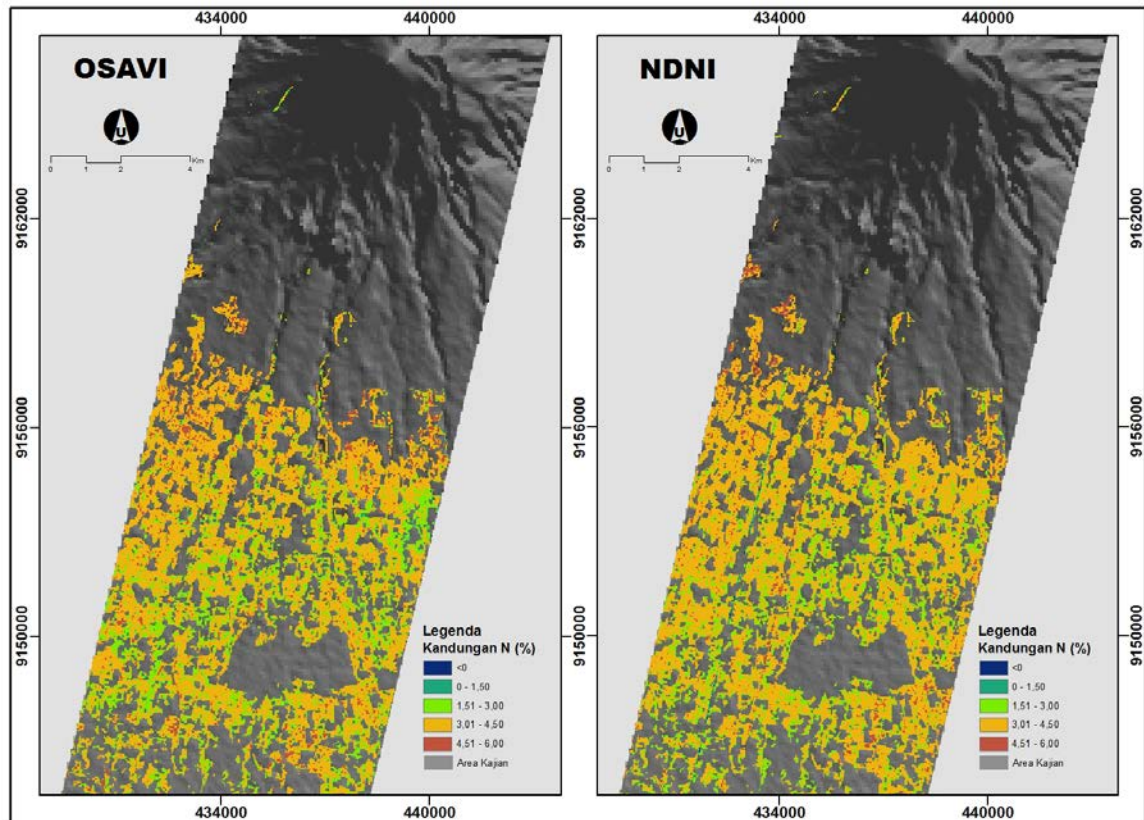
- Badan Pusat Statistik. 2007. *Produksi Padi Sawah Nasional*. <http://www.bps.go.id>. Diakses tanggal 16 Februari 2016.
- Bappeda Sleman. 2016. *Statistik Daerah Kabupaten Sleman 2015*. <http://bappeda.sleman.go.id/Statistik-Daerah-Kabupaten-Sleman-2015.pdf> (20 Februari 2016)
- Chen, P.F., Haboudane, D., Tremblay, N., Wang, J.H., Vigneault, P., Li, B.G., 2010. *New Spectral Indicator Assessing the Efficiency of Crop Nitrogen Treatment in Corn and Wheat*. *Remote Sens. Environ.* 114, 1987–1997.
- Curran, P.J., Dungan, J.L., Maclell, B.A., dan Plummer, S.E., 1991. *The Effect of A Red Leaf Pigment On the Relationships Between Red Edge and Chlorophyll Concentration*. *Remote Sensing of Environment*, vol. 35, pp. 69-76.
- I. Herrmann, A. Karnieli, D. J. Bonfil, Y. Cohen and V. Alchanatis .2010. *SWIR-based spectral indices for assessing nitrogen content in potato fields*. The University of Negev: Israel
- Knipling, E.B., 1970. *Physical and Physiological Basis for The Reflectance of Visible and Near-Infrared Radiation from Vegetation*, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 1, hal. 155–159.
- Lathifah, R. (2013). *Comparative Analysis Nitrogen Content of Rice with Hyperspectral Data Using Index Vegetation NDVI (Normalized Difference Nitrogen Index) And SAVI (Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index)*. Paper and Presentation, Geomatics Engineering, RSG 621.367 8 Lat p, 2014
- Feng, W., Yao, X., Zhu, Y., Tian, Y.C. Andcao, W. 2008. *Monitoring Leaf Nitrogen Status with Hyperspectral Reflectance in Wheat*. *European Journal of Agronomy*, 28, pp. 394–404.
- Morel, A., H.R. Gordon. 1980. *Report of the Working Grup on Water Color*. *Boundary Layer Meteorology*, Vol. 18, p.343-355.
- Nadirah, Muljosukojo, B., Hariyanto, T., Sadly, M., Evri, M., Mulyono, S. *Prediksi Kandungan Nitrogen Daun Padi dengan Analisis Pergeseran Tepi Kanal Merah (Red Edge Shift) Data Hyperspectral*.

Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia (ISTI) BPPT Volume 11 Nomor 3, Desember 2009.

- Serrano, L., Penuelas, J. And Ustin, S.L., 2002. *Remote Sensing of Nitrogen and Lignin in Mediterranean Vegetation from AVIRIS Data: Decomposing Biochemical from Structural Signals*. Remote Sensing of Environment, 81, pp. 355–364.
- Haboudane, D., Miller, J.R., Tremblay, N., Zarco-Tejada, P.J., Dextraze, L., 2002. *Integrated Narrow-Band Vegetation Indices for Prediction of Crop Chlorophyll Content for Application to Precision Agriculture*. Remote Sens. Environ. 81, 416–426.
- Stroppiana, D., Boschetti, M., Brivio, P.A., F. Fava. 2012. *Estimation of Nitrogen Content in Crops and Pastures Using Hyperspectral Vegetation Indices*. Hyperspectral Remote Sensing of Vegetation Halaman 245-262.
- Sutanto. 2013. *Metode Penelitian Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Penerbit Ombak
- Tan, K.H., 1996. *Soil Sampling, Preparation and Analysis*. Marcel Dekker, New York.

Lampiran

Lampiran 1. Model Prediksi Kandungan Nitrogen Berdasarkan Citra Hyperion



Lampiran 2. Model Prediksi Kandungan Nitrogen Berdasarkan Citra Landsat 8 OLI

