

IDENTIFIKASI DEFISIENSI NUTRISI DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT PT. SMART Tbk., MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH

Identification Nutritional Deficiencies In Oil Palm Plantations Pt. Smart Tbk., Using Remote Sensing

Nurriyadin Akbar Wijaya¹, Wardati², Divo D. Silalahi²
Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau
Email: nurriyadinakbarwijaya@gmail.com (085270745320)

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi defisiensi nutrisi hara tanaman dengan menggunakan penginderaan jauh di perkebunan kelapa sawit. Penelitian dilakukan di perkebunan kelapa sawit, PT. SMART Tbk (*Sinarmas Agro Resources and Technology Tbk*), Kebun Kandista, Kandis, Kabupaten Siak, Riau. Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan pada bulan Maret-Agustus 2017. Luas keseluruhan areal yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1628,59 ha. Penelitian ini menggunakan metode survei terdiri dari beberapa tahap yaitu 1) Menentukan lokasi sampel dengan melihat beberapa aspek dalam penentuan yaitu ketersediaan lahan, kesuburan tanah, dan sifat lahan. 2) Penentuan titik sampel dilakukan secara homogen dengan melihat kesehatan tanaman kelapa sawit, kondisi pohon normal akan mempengaruhi lokasi plot. 3) Analisa daun, analisa tanah dan pengolahan citra penginderaan jauh. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis regresi, untuk menentukan hubungan warna satelit dengan data aktual yang di dapat dari lapangan. Parameter yang digunakan adalah Analisis kandungan nutrisi, Analisis kandungan nutrisi dengan penginderaan jauh. Hasil penelitian menunjukkan Pengolahan citra satelit menggunakan Sentinel 2 menunjukkan bahwa kadar hara N, P dan K daun tanaman kelapa sawit menunjukkan tidak terjadi defisiensi nutrisi pada tanaman. Unsur nutrisi N daun dan P daun memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dari hasil prediksi model dibanding nutrisi K daun. Berdasarkan hasil analisis, band komposit: *red, green, blue* bersifat kurang stabil dan tidak terlalu konsisten dalam merepresentasikan kandungan nutrisi tanaman, hal ini mungkin dipengaruhi oleh resolusi dari pencitraan yang didapat.

Kata Kunci: *Elaeis guineensis Jacq.*, Pupuk NPK, Citra Sentinel-2

ABSTRACT

The purpose of this research is to identify nutrient deficiency by using remote sensing in palm oil plantation. The research was conducted in palm oil plantation, PT. SMART Tbk (*Sinarmas Agro Resources and Technology Tbk*), Kandista Garden, Kandis, Siak Regency, Riau. This research had been conducted for six months in March to August 2017. The total area used in this research was 1628,59 ha. This research used survey method consisting of several stages viz. 1) Establish sample location by looking at several aspects in the determination of land availability, soil fertility, and land characteristics. 2) Determinate point

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

sample done homogeneously by looking at the health and normal condition of palm oil that will affect the plot location. 3) Leaf analysis, soil analysis and remote sensing used image processing. The data obtained were analyzed using regression analysis, to determine the correlation of satellite color and actual data in the field. Parameters used were the analysis of nutrition content, analysis of nutrition content with remote sensing. The results showed that nutrient content of N, P and K of palm oil leaves contain no nutrient deficiency. Nutrient N and P content in leaves have a better accuracy than model prediction results compared with K content. Based on the analysis, composite bands: *red*, *green*, *blue* were unstable and inconsistent in representing plant nutrient content, this may be influenced by imaging resolution obtained.

Keywords: *Elaeis guineensis* Jacq., Pupuk NPK, Citra Sentinel-2

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang memegang peranan penting bagi Indonesia. Tanaman kelapa sawit merupakan komoditas andalan untuk ekspor maupun komoditi yang dapat meningkatkan pendapatan petani. Komoditas ini merupakan sumber devisa negara yang sangat potensial, karena mampu menempati urutan teratas dari subsektor perkebunan.

Salah satu perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau adalah PT. SMART Tbk., yang memiliki perkebunan yang cukup luas. Tanaman kelapa sawit di Provinsi Riau tumbuh dengan baik karena Riau didukung oleh topografi lahan yang cenderung datar dan beriklim basah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Riau (2014) luas areal pertanaman kelapa sawit pada tahun 2013 mencapai 2.399.172 hektar dengan total produksi 7.570.854 ton minyak sawit. Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA, 2014) pada Desember 2012-2014 menyatakan bahwa minyak sawit menyumbang 33,3% konsumsi minyak nabati

terbesar di dunia sementara minyak kedelai adalah 28,0%. Sehingga tanaman kelapa sawit merupakan komoditas yang berperan penting dalam meningkatkan pendapatan devisa Negara maupun petani.

Semakin luas lahan perkebunan akan menyita banyak waktu dalam memantau status nutrisi yang terkait dengan defisiensi yang didasarkan penampilan visual pohon. Hal itu untuk memantau perkebunan besar dengan berbagai jenis tipologi daerah akan menyita waktu lama dalam pemantauan. Oleh karena itu, studi tentang penginderaan jauh sebagai alternatif untuk mengidentifikasi status nutrisi yang cepat pada kelapa sawit. Teknologi penginderaan jauh semakin berkembang melalui kehadiran berbagai sistem satelit dengan berbagai misi dan teknologi sensor. Aplikasi satelit penginderaan jauh telah mampu memberikan data/informasi tentang sumber daya alam dataran dan sumber daya kelautan secara teratur dan periodik.

Penggunaan data penginderaan jauh sebagai sumber informasi faktual untuk daerah yang luas seperti Indonesia merupakan cara yang cepat, tepat dan hemat.

Dengan teknologi penginderaan jauh, penjelajahan lapangan dapat dikurangi, sehingga akan menghemat waktu dan biaya bila dibandingkan dengan cara manual di lapangan. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh di Indonesia perlu lebih dikembangkan dan diaplikasikan untuk mendukung efisiensi pelaksanaan inventarisasi sumber daya lahan dan identifikasi penyebaran karakteristik lahan pertanian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi defisiensi nutrisi hara tanaman dengan menggunakan penginderaan jauh di perkebunan kelapa sawit.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di perkebunan kelapa sawit, PT. SMART Tbk (*Sinarmas Agro Resources and Technology Tbk*), Kebun Kandista, Kandis, Kabupaten Siak, Riau. Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan pada bulan Maret-Agustus 2017. Luas keseluruhan areal yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1628,59 ha.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data lahan yang sudah diberi perlakuan pupuk NPK. Alat yang digunakan adalah perangkat keras (Hardware) yaitu Komputer/Laptop, dan GPS (Global Positioning System) dan perangkat lunak (Software) yaitu Citra satelit Sentinel 2, dan ArcGIS.

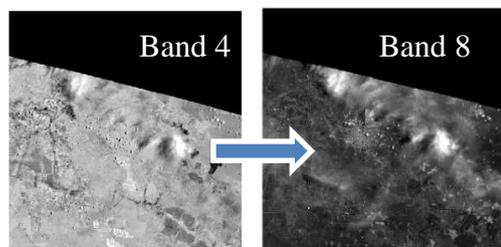
Penelitian ini menggunakan metode survei terdiri dari beberapa tahap yaitu 1) Menentukan lokasi sampel dengan melihat beberapa aspek dalam penentuan yaitu ketersediaan lahan, kesuburan tanah, dan sifat lahan. 2) Penentuan titik

sampel dilakukan secara homogen dengan melihat kesehatan tanaman kelapa sawit, kondisi pohon normal akan mempengaruhi lokasi plot. 3) Analisa daun, analisa tanah dan pengolahan citra penginderaan jauh. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis regresi, untuk menentukan hubungan warna satelit dengan data aktual yang di dapat dari lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggabungan Band Citra Sentinel 2

Citra Sentinel 2 yang direkam pada tanggal 25 November 2015 di dapat dari sumber data <https://scihub.copernicus.eu/dhus>, merupakan data dalam bentuk format tar yang terdiri dari 12 band. Oleh karena itu, ke 12 band ini digabungkan dalam bentuk format ers yang akan diolah ke proses selanjutnya. Penggabungan gambar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penggabungan 12 band menjadi satu citra

Hasil Pra Pengolahan Citra

1. Pemotongan citra

Untuk memudahkan dalam memproses citra serta menghemat kapasitas penyimpanan data, maka dilakukan pemotongan citra. Selain itu, pemotongan ini dilakukan di areal studi yang tidak mencakup wilayah citra keseluruhan. Pemotongan citra dilakukan dengan menggunakan koordinat batas kiri

atas dan koordinat batas bawah citra. Pemotongan gambar dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemotongan Citra Sentinel 2

2. Koreksi Geometrik

Citra Sentinel 2 yang direkam pada tanggal 25 November 2015 merupakan data yang dilakukan pengkoreksian secara geometrik. Sistem yang digunakan dalam pengkoreksian adalah sistem koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) daerah ini terletak pada proyeksi NUTM 47, dengan bidang datum WGS 84. Parameter tingkat akurasi dari proses ini adalah nilai yang dipresentasikan oleh selisih antara koordinat titik kontrol hasil transformasi dengan koordinat titik kontrol, yang dikenal dengan nama RMS_{error} . Nilai RMS_{error} yang rendah akan menghasilkan hasil yang akurat. Hasil koreksi Geometrik yang dilakukan dengan 10 GCP nilai

RMS_{error} rata-rata yaitu 0,76492.

3. Koreksi Radiometrik

Citra Sentinel 2 yang direkam pada tanggal 25 November 2015 merupakan data yang telah dilakukan pengkoreksian secara radiometrik, sehingga tidak perlu dilakukan kembali pengkoreksian pada data. Pemupukan dilakukan pada tanggal 04 Februari 2015.

Hasil Pengolahan Citra

1. Hasil *Normalized Difference Vegetation Indeks (NDVI)*

Citra hasil koreksi perhitungan NDVI dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengamatan NDVI

Dari pengolahan gambar Citra Sentinel 2 interpretasi data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan *Normalized Difference Vegetation Indeks (NDVI)*

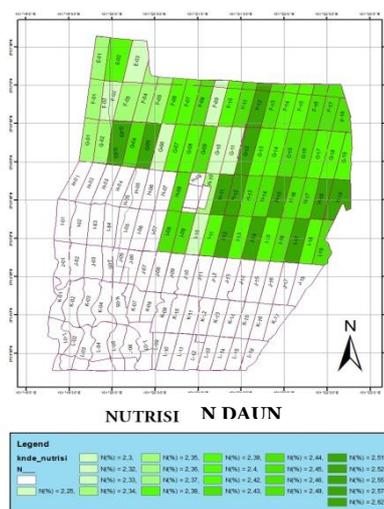
BLOCK	NDVI	BLOCK	NDVI	BLOCK	NDVI
E 01	0.755265803	G 02	0.766097533	H 11	0.785838208
E 02	0.736729411	G 03	0.772253825	H 12	0.784307617
E 03	0.76691756	G 04	0.771439289	H 13	0.776651973
F 01	0.758392076	G 05	0.768430182	H 14	0.783621744
F 02	0.758540273	G 06	0.775593139	H 15	0.781053697
F 03	0.764579193	G 07	0.773748847	H 16	0.79032303
F 04	0.765730584	G 08	0.769660211	H 17	0.787036804
F 05	0.768395857	G 09	0.760545611	H 18	0.782828141
F 06	0.773212762	G 10	0.768485506	H 19	0.778592144
F 07	0.770641831	G 11	0.742903414	I 08	0.775244392

F 08	0.779238118	G 12	0.779381721	I 09	0.766739204
F 09	0.768994273	G 13	0.785377986	I 10	0.776337239
F 10	0.772579994	G 14	0.777998313	I 11	0.78466350
F 11	0.781037183	G 15	0.773930548	I 12	0.793931197
F 12	0.779695279	G 16	0.780010246	I 13	0.793648338
F 13	0.78488390	G 17	0.764909283	I 14	0.784734695
F 14	0.778587176	G 18	0.770193797	I 15	0.777900173
F 15	0.778697114	G 19	0.783325787	I 16	0.790114593
F 16	0.761811847	H 08	0.76609947	I 17	0.786248946
F 17	0.783438439	H 09		I 18	0.789043226
F 18	0.795904124	H 10	0.764031557	I 19	0.783213239
G 01	0.766746755				

Tabel 1 hasil perhitungan dapat dilihat bahwa nilai NDVI pada semua block tanaman kelapa sawit memiliki nilai yang berada di bawah 1 dengan nilai terendah adalah 0,73 dan nilai tertinggi adalah 0,79. Pada block H 09 tidak memiliki nilai NDVI karena pada block ini tanaman kelapa sawit berada di lingkungan pemukiman penduduk dan memiliki tanaman kelapa sawit yang sedikit sehingga tidak dilakukan analisis nilai NDVI. Nilai NDVI memiliki beberapa bervariasi dari jarak -1,0 s/d 1,0. Desmond *et al.*, (2013) mengatakan bahwa nilai 1 (positif) menunjukkan berbagai jenis kelas vegetasi dan nilai NDVI mendekati nol -1 (negative) menunjukkan kelas non vegetasi seperti air, salju dan daerah tandus. NDVI indeks vegetasi adalah proses menggunakan pemantulan spektral, vegetasi hijau dari kelapa sawit dapat dideteksi.

Analisis Unsur Hara Leaf Sampling Unit (LSU)

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil analisis tanah, analisis jaringan daun dan gambaran awal pertumbuhan tanaman di lapangan maka dapat dibuat interpretasi dan diagnosis tanaman kelapa sawit pada Gambar 4.

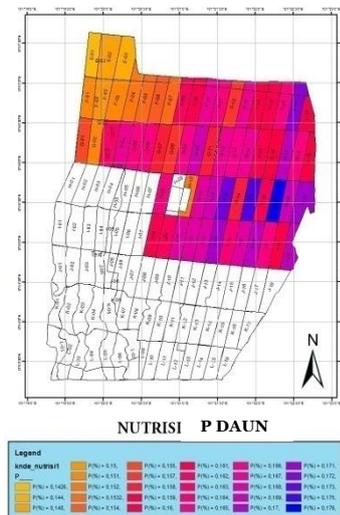


Gambar 4. Nutrisi N Daun

Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar N tanaman yang terendah adalah 2,25% yang ditunjukkan dengan warna hijau muda sedangkan hasil nutrisi N tertinggi adalah 2,62% yang ditunjukkan dengan warna hijau tua. Menurut Mangoensoekarjo (2007), kekahatan N akan mengurangi efisiensi pemanfaatan sinar matahari dan ketidak seimbangan serapan unsur hara lainnya. Tanda pada tanaman kelapa sawit yang mengalami kekahatan hara N, yakni daun tua berwarna hijau pucat kekuning-kuningan, hal ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Upaya mengatasi kekahatan N yakni,

melalui pemupukan N, pengendalian gulma, penanaman dan pemeliharaan tanaman penutup tanah. Kadar unsur hara N untuk tanaman kelapa sawit yang terendah berkisar <1,41%, sedang 1,41-2,53% dan tinggi >2,53% sehingga dari Gambar 4 ditunjukkan bahwa kadar N pada tanaman kelapa sawit sudah memenuhi kadar hara yang ditetapkan.

Data hasil analisis pertumbuhan tanaman di lapangan maka dapat dibuat interpretasi dan diagnosis nutrisi fosfor tanaman kelapa sawit pada Gambar 5.



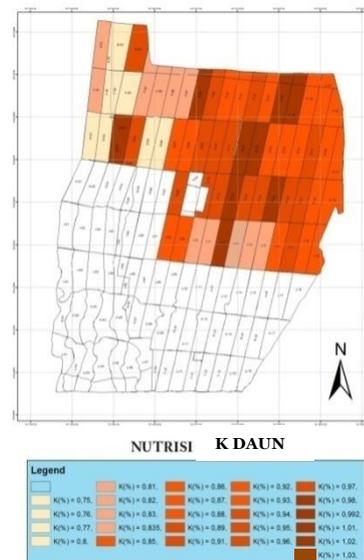
Gambar 5. Nutrisi P Daun

Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar nutrisi fosfor yang terendah adalah 0,14% yang ditunjukkan dengan warna jingga muda dan nutrisi pupuk fosfor yang tertinggi adalah 0,17% yang ditunjukkan dengan warna biru tua. Menurut Harjadi (1993), bahwa kesuburan tanah secara tidak langsung berhubungan dengan komposisi kimia dari mineral-mineral anorganik primer, sedangkan faktor yang paling penting adalah

tingkatan bentuk hara yang tersedia bagi tanaman.

Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar P pada tanaman kelapa sawit sudah memenuhi kadar hara yang telah ditetapkan. Menurut Munson dan Nelson (1973); Dow dan Robert, (1982) dalam Leiwakabessy dan Sutandi (2004), Kisaran kecukupan hara adalah kadar hara yang berada di lahan antara selang kekurangan dan selang lebih, kadar unsur hara P untuk tanaman kelapa sawit yang rendah berkisar <0,08%, sedang 0,08-0,18% dan tinggi >0,18%.

Berdasarkan dari hasil analisis daun dan tanah pertumbuhan tanaman di lapangan maka dapat dibuat interpretasi dan diagnosis nutrisi K tanaman kelapa sawit pada Gambar 6.



Gambar 6. Nutrisi Pupuk K

Hasil analisis nutrisi tanaman pupuk K pada Gambar 6 menunjukkan bahwa kadar K daun terendah adalah 0,75% berwarna merah cerah sedangkan kadar K tertinggi adalah 1,03% berwarna merah gelap. Gambar 6 menunjukkan bahwa ada beberapa

kadar K pada tanaman kelapa sawit tidak memenuhi kadar hara yang telah ditetapkan. Menurut Munson dan Nelson (1973); Dow dan Robert, (1982) dalam Leiwakabessy dan Sutandi (2004), kisaran kecukupan hara adalah kadar hara yang berada di daerah antara selang kekurangan dan selang lebih, kadar unsur hara K untuk tanaman kelapa sawit yang rendah berkisar <0,86%, sedang 0,86-1,26% dan tinggi >1,26%. Sehingga harus dilakukan penambahan pupuk untuk memperbaiki unsur K.

Menurut Mangoensoekarjo (2007), Unsur K diperlukan dalam proses membuka dan menutup stomata daun, disamping itu unsur K berperan pada pengangkutan hasil-hasil fotosintesis, mengaktifkan enzim dan melakukan sintesa minyak. Pada tanaman kelapa sawit unsur hara K berpengaruh terhadap jumlah dan ukuran tandan buah dan berperan untuk ketahanan terhadap

serangan penyakit. Jumlah unsur hara K yang dibutuhkan oleh tanaman kelapa sawit yaitu sebesar 60%. Upaya mengatasi kekahatan K antara lain dengan melakukan aplikasi pupuk K yang cukup, ditaburkan atau dibenam di pinggiran piringan kelapa sawit.

Statistik Deskriptif

Pengumpulan data variabel dependen dan independen yang telah dilakukan berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap sampel daun dan pemrosesan data hasil citra satelit, selanjutnya dilakukan analisis statistik deskriptif terhadap semua variabel untuk memberikan gambaran kualitas data secara ringkas. Adapun parameter statistik yang digunakan adalah jumlah observasi/sampel (n), range, minimum, maximum, rata-rata, dan standard deviasi.

Statistik deskriptif terhadap variabel dependen (y) dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Statistik Deskriptif Terhadap Variabel Dependen (Y)

Variabel	N	Range	Minimum	Maximum	Rata-rata	Std. Deviasi
N_daun	63	0.37	2.25	2.62	2.43	0.079
P_daun	63	0.03	0.14	0.18	0.16	0.008
K_daun	63	0.28	0.75	1.03	0.89	0.074

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata N daun adalah 2.43% dengan keragaman sebaran data 0.079, nilai minimum dan maximum N daun dari hasil uji laboratorium pada 63 sampel blok adalah antara 2.25-2.62%. Rata-rata P daun adalah 0.16% dengan keragaman sebaran data 0.008, minimum dan maximum P daun pada sampel blok adalah antara 0.14-0.18%. Rata-rata K daun adalah 0.89% dengan keragaman sebaran data 0.074, minimum dan maximum K daun pada sampel blok

adalah antara 0.75-1.03%. Sebaran keragaman yang cukup bervariasi dari masing-masing variabel dependen ini memberikan kesesuaian set data yang ideal untuk membangun model regresi. Berdasarkan hasil statistik deskriptif ini juga dapat diketahui masih ada beberapa blok sampel yang terindikasi defisiensi sesuai dengan hasil analisis pada nutrisi daun (N, P, K). Nilai dari masing-masing band hasil pemrosesan citra ditampilkan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Statistik Deskriptif Terhadap Variabel Independen (X)

Variabel	n	Range	Minimum	Maximum	Rata-rata	Std. Deviation
NDVI	63	0.059	0.737	0.796	0.77	0.011
NIR	63	451.99	2855.4	3307.39	3088.30	102.188
Red	63	91.42	362.61	454.03	391.33	15.356
Green	63	77.83	656.32	734.15	682.02	15.834
Blue	63	55.51	758.61	814.12	780.37	11.631

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa rata-rata nilai NDVI semua sampel blok adalah 0.059 dengan keragaman 0.011, nilai minimum dan maximum NDVI adalah 0.737-0.796. Kemudian rata-rata nilai *NIR band* dari hasil pemrosesan citra pada semua sampel blok adalah 3088.30 dengan keragaman sebaran data 102.188, nilai minimum dan maximum *NIR band* adalah antara 2855.40-3307.39. Sedangkan pada band komposit: *red*, *green* dan *blue* didapat hasil rata-rata nilai *red band* adalah 391.33 dengan keragaman sebaran data 15.356, nilai minimum dan maximum *red band* adalah antara 362.61-454.03. Rata-rata nilai *green band* adalah 682.02 dengan keragaman sebaran data 15.834, nilai minimum dan maximum *green band* adalah antara 656.32-734.15. Rata-rata nilai *blue band* adalah 780.37 dengan keragaman sebaran data 11.631, nilai minimum dan maximum *blue band* adalah antara 758.61-814.12. Sama dengan variabel dependen sebelumnya, sebaran keragaman yang cukup bervariasi dari masing-masing variabel independen ini memberikan kesesuaian set data yang ideal untuk membangun model regresi.

Model Regresi Linier Sederhana

1. Pengujian asumsi dalam model

Hasil analisis residual data yang telah dilakukan secara simultan pada semua variabel dalam model diketahui bahwa histogram dari residual menunjukkan pola simetrik dan grafik antara hasil prediksi dengan residual tidak membentuk suatu pola tertentu (parabola, kubik dan sebagainya) serta tidak meningkat atau menurun. Hasil ini disimpulkan bahwa asumsi normalitas, linieritas dan homogenitas pada model sudah terpenuhi, selanjutnya dapat dilakukan pengujian signifikansi pada koefisien regresi.

2. Pengujian Koefisien Regresi dan Korelasi

Untuk menguji koefisien regresi, langkah pertama dengan mengetahui signifikan korelasi antara variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y) menggunakan analisis korelasi Pearson. Dalam hal ini hanya variabel yang memiliki korelasi signifikan saja akan dilakukan analisis dengan model regresi linier sederhana.

Tabel 4. Koefisien Korelasi Pearson

		N daun	P daun	K daun
NDVI	Pearson Correlation	0.508**	0.565**	0.442**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000
	N	63	63	63
NIR	Pearson Correlation	0.656**	0.637**	0.614**

	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000
	N	63	63	63
Red	Pearson Correlation	-0.184	-0.273*	-0.120
	Sig. (2-tailed)	0.148	0.031	0.348
	N	63	63	63
Green	Pearson Correlation	-0.281*	-0.417**	-0.139
	Sig. (2-tailed)	0.026	0.001	0.278
	N	63	63	63
Blue	Pearson Correlation	-0.234	-0.432**	-0.294*
	Sig. (2-tailed)	0.065	0.000	0.019
	N	63	63	63

Pengujian signifikan korelasi Pearson dilakukan dengan membandingkan nilai Sig.(2-tailed) dengan tingkat kesalahan ($\alpha=5\%$). Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa variabel independen (X) yang signifikan terhadap variabel dependen (Y) dapat disajikan sebagai berikut:

Tabel 5. Variabel Signifikan

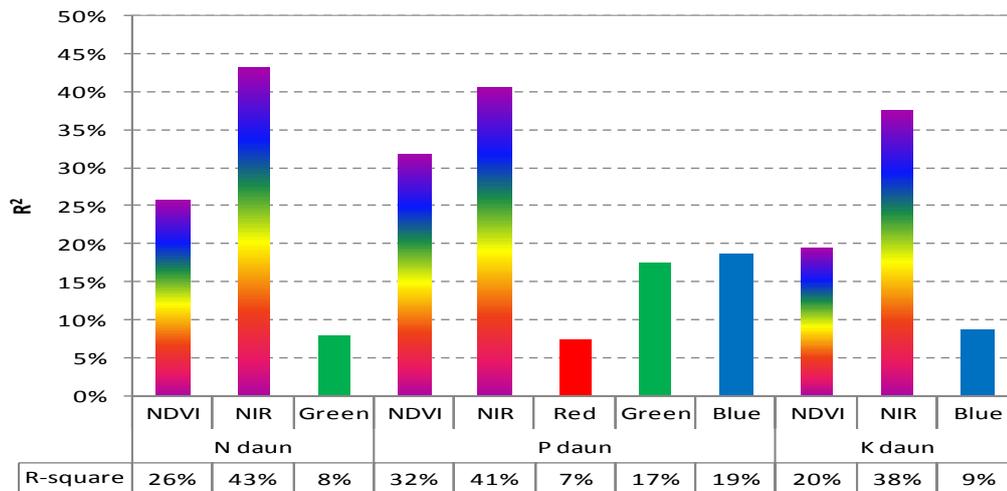
Variabel Y	Variabel X
N daun	NDVI, NIR band, Green band
P daun	NDVI, NIR band, Red band, Green band, Blue band
K daun	NDVI, NIR band, Blue band

Berdasarkan nilai koefisien dari *Pearson Correlation* pada Tabel 4 variabel independen yang memiliki korelasi atau derajat hubungan keeratan tertinggi terhadap keseluruhan variabel dependen (nutrisi daun) adalah *NIR band*. Ini dapat digunakan sebagai hasil investigasi awal untuk mengetahui hubungan variabel yang dominan guna meningkatkan akurasi pada model regresi. Hasil analisis statistik (Table of coefficient) diketahui bahwa variabel-variabel yang signifikan pada Tabel 5 memberikan

hasil keputusan signifikan yang sama ($\text{sig.}t < \alpha = 5\%$) dengan uji *t*, sehingga secara statistik, ada hubungan yang signifikan dari koefisien regresi pada variabel-variabel independen terpilih sesuai dengan Tabel 4.

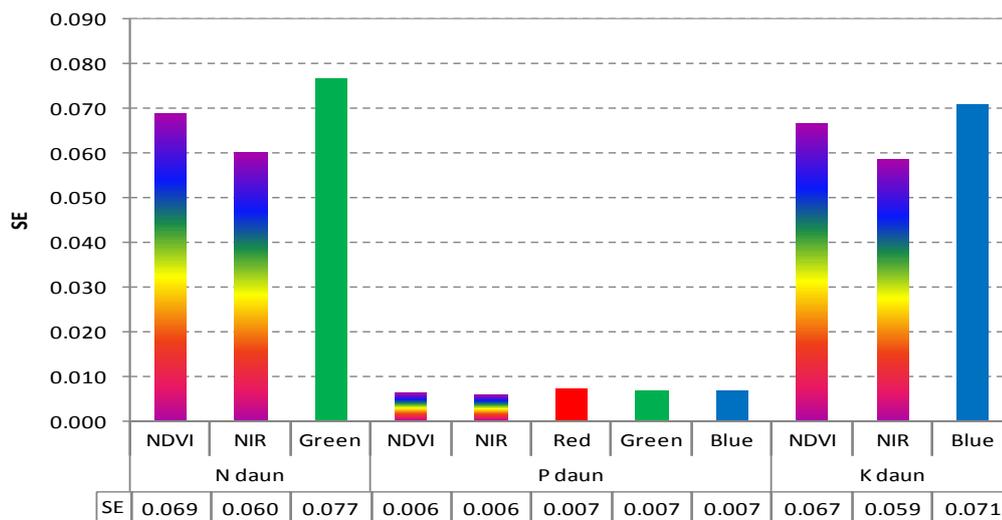
Seleksi Model Regresi

Seleksi model dilakukan untuk memilih variabel independen terbaik berdasarkan nilai *SE* dan R^2 . Pemilihan model terbaik didasarkan pada kriteria nilai *SE* terkecil dan R^2 tertinggi. Hasil seleksi model regresi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai R^2 dari masing-masing model regresi

Dari Gambar 7 kemudian dapat dilihat koefisien korelasi model regresi pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai SE dari masing-masing model regresi

Berdasarkan nilai SE dan R^2 pada Gambar 7 dan Gambar 8, variabel independen yang memiliki nilai SE terkecil dan R^2 tertinggi terhadap keseluruhan variabel dependen (nutrisi daun: N, P, K) adalah *NIR band*, sehingga dari hasil ini dapat dipastikan bahwa hanya *NIR band* yang bersifat stabil dan konsisten dibanding *NDVI* dan *color*

band (red, green, blue) dalam merepresentasikan unsur citra satelit guna mendeteksi dan memprediksi kandungan nutrisi pada daun tanaman kelapa sawit. Berdasarkan hasil tersebut, selanjutnya hanya variabel independen *NIR band* yang akan dibangun model prediksi dengan persamaan regresi linier sederhana.

Prediksi Menggunakan Model Regresi

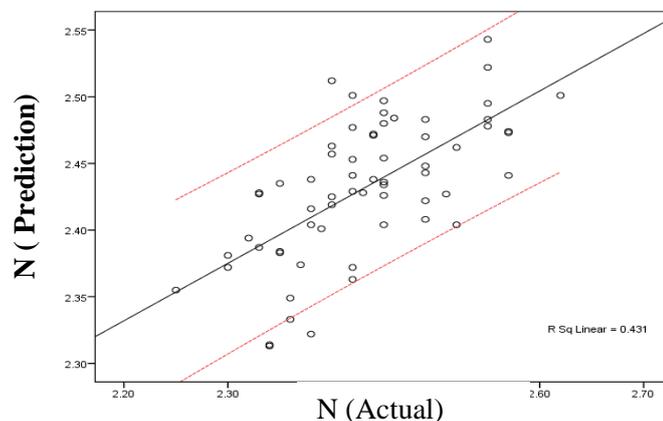
Model regresi terbaik berdasarkan hasil seleksi model disajikan pada tabel 6 berikut:

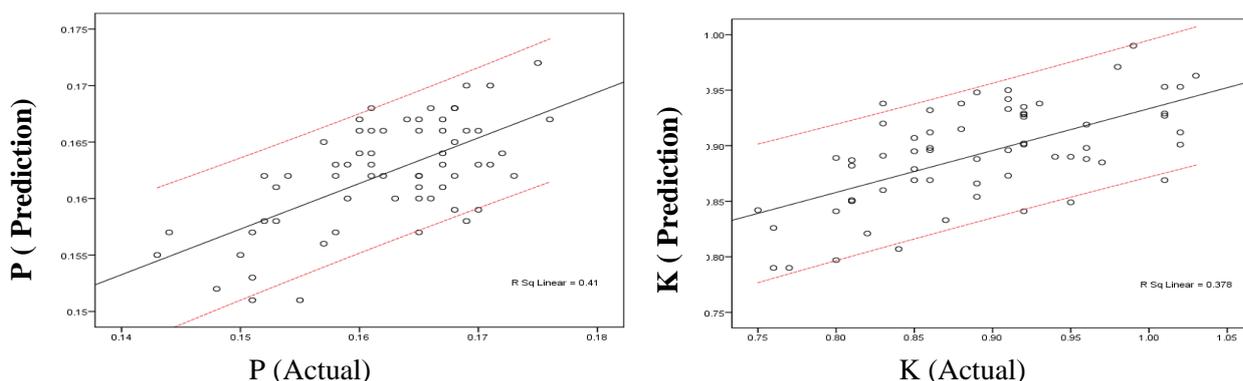
Tabel 6. Model Regresi Linear Terbaik

Model regresi	SE	R ²
N daun = 0.861+0.0005*nir_band	0.060	0.430
P daun = 0.018 + 0.0000467*nir_band	0.005	0.406
K daun = -0.475+0.0004429*nir_band	0.055	0.377
Mg daun = -0.252 + 0.0001655*nir_band	0.032	0.365
Ca daun = 0.049 + 0.0002215*nir_band	0.045	0.204
B daun = -0.828 + 0.006*nir_band	1.527	0.154

Pada N daun, nilai *SE* yang dimiliki pada model adalah 0.060 artinya pada tingkat kesalahan $\alpha=5\%$ kesalahan hasil prediksi pada observation i adalah $\hat{Y}_i \pm (1.96*0.06)$. Diperoleh nilai koefisien determinasi = 0.430. Artinya bahwa 43% kandungan N daun dapat direpresentasikan melalui citra satelit dengan menggunakan *NIR band*, sedangkan sisanya 57% dipengaruhi oleh faktor lain. Pada P daun, nilai *SE* yang dimiliki pada model adalah 0.005 artinya pada tingkat kesalahan $\alpha=5\%$ kesalahan hasil prediksi pada observation i adalah $\hat{Y}_i \pm (1.96*0.005)$. Diperoleh nilai koefisien determinasi = 0.406. Artinya bahwa 40.6% kandungan P daun dapat direpresentasikan melalui

citra satelit dengan menggunakan *NIR band*, sedangkan sisanya 59.4% dipengaruhi oleh faktor lain. Pada K daun, nilai *SE* yang dimiliki pada model adalah 0.055 artinya pada tingkat kesalahan $\alpha=5\%$ kesalahan hasil prediksi pada observation i adalah $\hat{Y}_i \pm (1.96*0.055)$. Diperoleh nilai koefisien determinasi = 0.377. Artinya bahwa 37.7% kandungan K daun dapat direpresentasikan melalui citra satelit dengan menggunakan *NIR band*, sedangkan sisanya 62.3% dipengaruhi oleh faktor lain. Secara grafis, visualisasi hasil prediksi menggunakan model regresi linear sederhana terhadap aktual kandungan nutrisi tanaman pada sampel blok dapat ditampilkan sebagai berikut:





Gambar 9. Hasil prediksi vs nilai aktual kandungan nutrisi menggunakan *NIR band*

Mempertimbangkan nilai R^2 pada masing-masing model, didapat bahwa hanya model N daun dan P daun yang memiliki nilai $>40\%$ sedangkan K daun, memiliki nilai $R^2 \leq 40\%$, sehingga dapat disimpulkan bahwa hanya model N daun dan P daun yang memberikan hasil yang cukup akurat untuk hasil prediksi kandungan nutrisi di kelapa sawit menggunakan variabel *NIR band*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengolahan citra satelit menggunakan Sentinel 2 menunjukkan bahwa kadar hara N, P dan K daun tanaman kelapa sawit menunjukkan tidak terjadi defisiensi nutrisi pada tanaman.
2. Unsur nutrisi N daun dan P daun memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dari hasil prediksi model dibanding nutrisi K daun.
3. Berdasarkan hasil analisis, band komposit: *red, green, blue* bersifat kurang stabil dan tidak terlalu konsisten dalam merepresentasikan kandungan nutrisi tanaman, hal ini mungkin

dipengaruhi oleh resolusi dari pencitraan yang didapat.

SARAN

Untuk selanjutnya penggunaan sensor *Hyperspectral* image dalam bentuk spectral dapat dilakukan mengingat variabel independen yang dihasilkan sangat banyak sehingga akan meningkatkan akurasi, presisi dan reliabilitas model. Tentunya dengan meningkatnya jumlah variabel independent, analisis statistik yang digunakan juga dituntut akan lebih kompleks seperti *Principal Component Regression, Partial Least Square Regression*, dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Photogrametry. 1983. Manual of Remote Sensing. Fall Church, Virginia: American Society of Photogrametry.
- Badan Pusat Statistik Riau. 2014. Riau dalam Angka 2014. Pekanbaru.

- Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA). 2014. Oilseeds: World Markets and Trade.
- Desmond, O. A., A. T. Kabo-bah, P. N. Nkrumah and R. T. Murava. 2013. Evaluation of NDVI Using SPOT-5 Satellite Data for Northern Ghana. *Environmental Management and Sustainable Development*, page: 167-182.
- Fauzi, Y., Y. E. Widyastuti., S. Imam dan H. Rudi. 2012. *Budidaya, Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Goh, K. J. And C. B. Teo. 2008. Agronomic principles and practices of fertilizer management of oil palm. In: *proceedings of Agronomic Crop Trust (ACT)-Agronomic Principles and Practices of oil Palm Cultivation*. Kuala Lumpur. Pp. 157-210.
- Harjadi, M.S.S. 1993. *Pengantar Agronomi*. Gramedia, Jakarta.
- Howard, J. A. 1996. *Penginderaan Jauh Untuk Sumber Daya Hutan Teori dan Aplikasi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ji.Qi., A. Chehbouni dan A. R. Huete. 1994. A Modified Soil Adjusted Vegetation Indices. *Remote Sensing Environment*, 112-126.
- Leiwakabessy F.M dan A. Sutandi. 2004. *Pupuk dan Pemupukan*. Departemen Tanah. Fakultas pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mangoensoekarjo, S. 2007. *Manajemen Tanah dan Pemupukan Budidaya Perkebunan*. Gadjah Mada University Press.