*

ANALISIS KANDUNGAN HARA MAKRO DAUN KELAPA SAWIT DENGAN SPEKTROSKOPI *NEAR INFRA RED* (NIR)

ANALYSIS OF MACRONUTRIENS CONTENTS IN OIL PALM LEAVES WITH NEAR INFRA RED (NIR) SPECTROSCOPY

Eka Nuryanto, Tjahjono Herawan, dan Ellen

Abstrak Biaya pemupukan merupakan komponen biaya produksi terbesar pada perkebunan kelapa sawit. Untuk memperoleh data tepat dosis dan jenis pupuk yang digunakan, maka perlu dilakukan analisis kandungan hara makro dan mikro di dalam daun kelapa sawit. Analisis kandungan hara makro dan mikro menggunakan cara konvensional biayanya mahal dan tidak ramah lingkungan. Analisis dengan metode spektroskopi Near Infra Red (NIR) mempunyai beberapa kelebihan seperti cepat, tidak memerlukan bahan kimia, dan ramah lingkungan. Sampel daun kelapa sawit yang digunakan di dalam penelitian ini sebanyak 432 sampel yang berasal dari kebun PT Perkebunan Nusantara di Sumatera Utara. Kandungan hara makro daun kelapa sawit ini ditentunkan dengan metode konvensional dan digunakan untuk kalibrasi dan validasi NIR Master dari Buchi. Hasil analisis hara daun kelapa sawit dengan metode NIR memperlihatkan bahwa nilai r untuk Mg, K, P, N, dan Ca berturut-turut adalah 0,9086; 0,8947; 0,5449; 0,2703; dan 0,348726. Sedangkan untuk selisih nilai SEC dan SEP untuk analisis Mg. K. P. N. dan Ca berturut-turut adalah 0,0052; 0,0254; 0; 0,0006; dan 0,0045. Analisis kandungan hara makro di dalam daun kelapa sawit dapat dilakukan dengan metode spektroskopi NIR.

Kata kunci : daun kelapa sawit, hara makro, spektroskopi NIR

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Eka Nuryanto (ﷺ)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: eka_nuryanto_ppks@yahoo.com

Abstract Fertilizer costs are the largest component of production costs in oil palm plantations. To obtain precise data dosage and type of fertilizer used, it is necessary to analyze the contents of macro and micronutrients in the oil palm leaves. Analysis of nutrients content using the conventional method is expensive and not environmentally friendly. Analysis by Near Infra Red (NIR) spectroscopyy method has several advantages such as rapid, does not require chemicals, and environmentally friendly. Oil palm leaves samples used in this study were 432 samples originating from the farm of PT Perkebunan Nusantara in North Sumatra. Nutrients contents of the oil palm leaves was determined by conventional methods and is used for calibration and validation of NIR Master of Buchi. Results of oil palm leaves nutrients analysis with NIR method showed that the value of r for Mg, K, P, N, and Ca respectively is 0.9086; 0.8947; 0.5449; 0.2703; and 0.348726. As for the difference in value of the SEC and SEP for the analysis of Mg, K, P, N, and Ca respectively is 0.0052; 0.0254; 0; 0.0006; and 0.0045. Analysis of macronutrients content in the oil palm leaves can be done with NIR spectroscopy method.

Keywords: oil palm leaves, macronutriens, Near Infra Red spectroscopy

PENDAHULUAN

Salah satu usaha untuk keberhasilan perkebunan kelapa sawit adalah dengan melakukan kultur teknis yang baik, seperti perlakuan pemupukan. Pemupukan merupakan komponen produksi perkebunan yang sangat banyak mengeluarkan biaya. Pemupukan yang baik harus mengikuti kaidah 4 T, yaitu Tepat dosis, Tepat jenis, Tepak waktu, dan Tepat aplikasi. Untuk memperoleh data tepat dosis dan tepat jenis maka

PT Buchi Indonesia, Jakarta.



perlu dilakukan analisis kandungan hara baik makro (N, P, K, Ca, dan Mg) maupun mikro (Mn, Zn, Cu, B, dan Fe) (von Uexkull and Fairhurst, 1991).

Pada umumnya analisis kandungan hara makro dan mikro yang terdapat di dalam daun kelapa sawit adalah menggunakan metode Spektroskopi Ultra Violet/Visibel, Spektroskopi Serapan Atom, Kjeldhal untuk nitrogen, dan metode titrimetri (Eviati dan Sulaeman, 2012). Semua metode ini memerlukan waktu yang relatif lama untuk analisisnya dan menggunakan bahan-bahan kimia, baik untuk preparasi sampel maupun pada saat analisisnya. Metode spektroskopi Near Infra Red (NIR) mempunyai beberapa kelebihan seperti cepat, tidak destruktif, tidak memerlukan preparasi sampel, dan tidak memerlukan bahan-bahan kimia (Yarce and Rojas, 2012). Pada dasarnya analisis dengan metode NIR adalah dengan mengukur absorbansi sampel pada daerah panjang gelombang 400 – 2500 nm. Gugus fungsi yang dapat dianalisis pada daerah NIR adalah vibrasi dari C-H, O-H, C-C, dan N-H (Dryden, 2003). Saat ini analisis metode spektroskopi NIR sangat luas digunakan untuk analisis kandungan bahan-bahan kimia di beberapa bidang industri seperti industri farmasi, pangan, kualiti kontrol proses, bahan baku, dan lain-lain (Burns and Ciurzak, 2007).

Pemanfaatan metode NIR untuk analisis makro dan trace mineral didasarkan kepada asosiasi ikatan antara makro dan mineral dengan matriks organiknya (Petisco et al., 2008 dan Cozzolino et al., 2011). Beberapa peneliti telah mencoba memanfaatkan metode NIR ini untuk meprediksi kandungan makro dan trace mineral, seperti untuk menentukan konsentrasi mineral di dalam alfalfa (Halgerson, et al., 2004 dan Ritaz et al., 2011), memprediksi trace mineral di dalam legum (Cozzolino dan Moron, 2004), menentukan kandungan abu dan mineral di dalam daun tanaman spesies kayuan (Petisco et al., 2008), memprediksi mineral di dalam straw (Huang, et al., 2009), analisis makro dan mikro nutrien di dalam daun tebu (Yarce and Rojas, 2012), analisis nutrisi di dalan daun tanaman oliv (Fernandez-Cabanas et al., 2008), dan analisis tanah (Guillaume et al., 2010 dan Yong et al., 2005). Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan metode NIR untuk menganalisis kandungan hara makro yang terdapat di dalam daun kelapa sawit.

BAHAN DAN METODE

Sampel daun kelapa sawit yang digunakan di dalam penelitian ini berasal dari kebun milik PT Perkebunan Nusantara di Sumatera Utara. Setiap sampel daun kelapa sawit dikeringkan selama 72 jam pada suhu 50°C yang kemudian digiling sampai dengan ukuran 1 mm. Untuk menentukan kandungan hara makro di dalam daun kelapa sawit, sampel didestruksi secara basah dan diekstraksi serta ditentukan kandungannya dengan metode primer (Eviati dan Sulaeman, 2012). Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini seperti asam nitrat teknis, asam klorida teknis, hidrogen peroksida teknis, asam borat p.a., natrium hidroksida teknis yang kesemuanya berasal dari E. Merck. Sementara itu peralatan yang digunakan adalah Spektrofotometer Serapan Atom, UV/Vis, Kjeldahl, dan NIR Master dari PT Buchi Indonesia.

Jumlah sampel daun yang dipakai di dalam penelitian ini sebanyak 432 sampel yang digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dan validasi metode. Sampel daun ini dianalisis menggunakan alat NIR Master dari PT Buchi Indonesia. Software yang digunakan untuk operasi NIR, pengumpulan sampel, dan pengembangan kurva kalibrasi berturut-turut adalah NIR Ware Management Console, NIR Ware Operator, dan NIR Cal.

Seluruh nilai data hasil analisis dengan metode primer dimasukan ke dalam program NIR untuk membuat spektrum NIR. Untuk pengembangan dan pembuatan persamaan kalibrasinya adalah dengan menggunakan Multiple Linier Regression (MLR) dan Partial Least Squares Regression (PLSR). Validasi terhadap kurva kalibrasi yang diperoleh adalah menggunakan regresi sederhana antara nilai prediksi NIR dan nilai yang diperoleh dari analisis dengan metode primer. Untuk melihat keakuratan proses ini adalah dengan validasi eksternal menggunakan data Coefficient of Determination (r), Standard Error of Prediction (SEP), Standard Error Callibration (SEC), dan BIAS (perbedaan antara nilai prediksi NIR dan nilai hasil analisis dengan metode primer). Nilai SEP adalah nilai mutlak hasil pengukurun persamaan sampel yang tidak diketahui dan nilai statistik dari perbandingan persamaan regresi. Semakin dekat nilai SEP dengan SEC, maka analisis tersebut semakin akurat (Yarce and Rojas, 2012).

W

HASIL DAN PEMBAHASAN

Magnesium (Mg)

Magnesium (Mg) diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Mg²⁺. Fungsi Mg bagi tanaman antara lain adalah berperan dalam pembentukan buah, klorofil, asam amino, vitamin, lemak dan gula, dan merupakan salah satu bagian enzim yang disebut *Organic pyrophosphatse* dan *Carboxy peptisida*. Di samping itu, Mg Berperan dalam transportasi fosfat dalam tanaman. Kekurangan Mg akan menyebabkan daun tua mengalami klorosis, menguning dan bercak kecoklatan, hingga akhirnya rontok. Pembakaran oleh sinar matahari akan mudah terjadi karena tidak ada lapisan lilin (von Uexkull and Fairhurst, 1991).

Jumlah sampel daun kelapa sawit yang digunakan untuk kalibrasi dan validasi metode *Near Infra Red* (NIR) untuk parameter Magnesium (Mg) adalah 419 sampel. Interval kandungan Mg di dalam sampel daun yang digunakan adalah 0,17 – 0,49%. Kurva hasil analisis hara Mg dengan metode standar (Eviati dan Sulaeman, 2012) dibandingkan dengan metode NIR disajikan pada Gambar 1.

Dari Gambar 1 diperoleh hasil untuk kurva kalibrasi nilai r 0,9532 dan r 0,9086 dengan persamaan $f(x) = 0,9086 \ x + 0,0267, \ Sdev. (SEC) = 0,0227 dan BIAS = 0. Sedangkan untuk kurva validasi diperoleh r 0,9301 dan r 0,8651 dengan persamaan <math>f(x) = 0,8638 \ x + 0,0375, \ Sdev. (SEP) = 0,0272 \ dan BIAS = 0,001524. Menurut Williams and Norris, 2001, nilai r antara 0,83-0,90 dari suatu metode, menunjukkan bahwa metode tersebut dapat digunakan untuk sebagian besar aplikasi termasuk untuk pengujian dan penelitian. Sementara itu pada Tabel 1 disajikan hasil validasi terhadap metode NIR untuk analisis Mg di dalam daun kelapa sawit.$

Dengan nilai r² 0,9086, SEC 0,0227, SEP 0,0272, dan BIAS = 0, memperlihatkan bahwa metode NIR sangat memungkinkan untuk digunakan di dalam analisis kandungan hara Mg di dalam daun kelapa sawit.

Kalium (K)

Setiap tanaman keras sangat membutuhkan hara Kalium (K) karena di dalam tanaman K berfungsi untuk membantu pembentukan protein dan karbohidrat, berperan memperkuat tubuh tanaman, mengeraskan bagian kayu tanaman, daun, bunga dan buah tidak

mudah gugur, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit, serta meningkatkan mutu dari biji/buah (von Uexkull and Fairhurst, 1991).

Jumlah sampel daun yang digunakan untuk kalibrasi dan validasi metode NIR untuk parameter kandungan hara Kalium (K) adalah 419 sampel. Interval kandungan K di dalam sampel daun yang digunakan adalah 0,65 – 1,38%. Kurva hasil analisis hara K dengan metode standar (Eviati dan Sulaeman, 2012) dibandingkan dengan metode NIR disajikan pada Gambar 2.

Persamaan f(x) = 0.8947 x + 0.1055, Sdev. (SEC) = 0.0665, dan BIAS = 0. Sedangkan untuk kurva validasi diperoleh nilai r 0.8680 dan r 0.7534 dengan persamaan f(x) = 0.7632 x + 0.2528, Sdev. (SEP) = 0.0016, dan BIAS = 0.001899. Sementara itu pada Tabel 2 disajikan hasil validasi terhadap metode NIR untuk analisis K di dalam daun kelapa sawit.

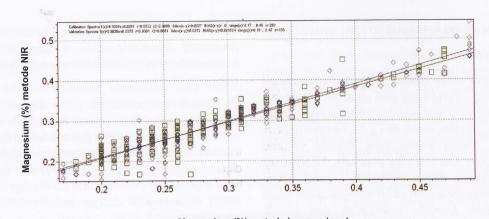
Metode NIR sangat memungkinkan untuk digunakan di dalam analisis kandungan hara K di dalam daun kelapa sawit. Hal ini diperlihatkan dengan nilai r² 0,8947, SEC 0,0665, SEP 0,0016, dan BIAS = 0.

Fosfor (P)

Unsur P Sangat penting bagi tanaman sebagai sumber energi oleh karena itu kekurangan fosfor dapat menghambat pertumbuhan dan reaksi metabolisme tanaman. Selain itu kandungan fosfor pada tanaman membantu dalam pertumbuhan bunga, buah, dan biji. Jika tanaman kekurangan fosfor akan menyebabkan daun dan batang kecil, daun berwarna hijau tua keabuabuan, mengkilap dan terlihat pigmen merah pada bagian bawah daun lalu mati (von Uexkull and Fairhurst, 1991).

Jumlah sampel daun yang digunakan untuk kalibrasi dan validasi metode NIR untuk parameter kandungan hara P adalah 432 sampel. Interval kandungan P di dalam sampel daun yang digunakan untuk kalibrasi adalah 0,109 - 0,204% (286 sampel) dan untuk validasi adalah 0,134 - 0,199% (146 sampel). Kurva hasil analisis hara P dengan metode standar (Eviati dan Sulaeman, 2012) dibandingkan dengan metode NIR disajikan pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa untuk kurva kalibrasi diperoleh hasil r 0,7382 dan r^2 0,5449 dengan persamaan f(x) = 0,5449 x + 0,0724, Sdev. (SEC) =



Magnesium (%) metode konvensional

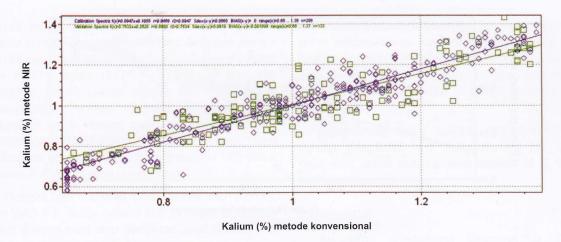
Gambar 1. Kurva kalibrasi dan validasi analisis Mg dengan metode konvensional dan NIR Figure 1. Callibration and vallidation curve analysis of Mg with conventional and NIR methods

Tabel 1. Analysis Mg dengan metode NIR dan konvensional (laboratorium) Table 1. Analysis of Mg with NIR and conventional (laboratorium) methods

No. Sample	MAGNESIUM (%)			
	NIR	LAB	Δ	\triangle^2
13/283	0.25	0.21	0.04	0.0016
13/284	0.23	0.20	0.03	0.0009
13/285	0.20	0.20	0.00	0.0000
13/286	0.23	0.20	0.03	0.0009
13/287	0.25	0.23	0.02	0.0004
13/288	0.22	0.20	0.02	0.0004
13/289	0.21	0.20	0.01	0.0001
13/290	0.21	0.20	0.01	0.0001
13/292	0.21	0.20	0.01	0.0001
13/294	0.21	0.21	0.00	0.0000
13/297	0.27	0.20	0.07	0.0049
13/298	0.21	0.20	0.01	0.0001
13/291	0.23	0.23	0.00	0.0000
13/295	0.21	0.25	-0.04	0.0016
13/296	0.25	0.20	0.05	0.0025
13/299	0.22	0.21	0.01	0.0001
13/300	0.22	0.21	0.01	0.0001
13/301	0.21	0.21	0.00	0.0000
13/302	0.24	0.24	0.00	0.0000
13/303	0.23	0.22	0.01	0.0001

Dengan nilai r^2 0,9086, SEC 0,0227, SEP 0,0272, dan BIAS = 0, memperlihatkan bahwa metode NIR sangat memungkinkan untuk digunakan di dalam analisis kandungan hara Mg di dalam daun kelapa sawit.



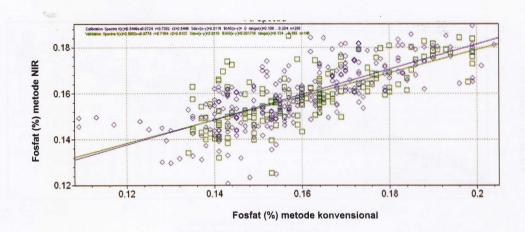


Gambar 2. Kurva kalibrasi dan validasi analisis K dengan metode konvensional dan NIR Figure 2. Callibration and vallidation curve analysis of K with conventional and NIR methods

Tabel 2. Analysis K dengan metode NIR dan konvensional (laboratorium) Table 2. Analysis of K with NIR and conventional (laboratorium) methods

No. Sample	KALIUM (%)			
	NIR	LAB	Δ	\triangle^2
13/283	0.99	0.89	0.10	0.010
13/284	1.01	0.89	0.12	0.014
13/285	1.09	0.90	0.19	0.036
13/286	1.04	0.88	0.16	0.026
13/287	0.97	0.84	0.13	0.017
13/288	1.09	0.91	0.18	0.032
13/289	0.98	0.86	0.12	0.014
13/290	0.92	0.86	0.06	0.004
13/292	0.92	0.88	0.04	0.002
13/294	0.98	0.87	0.11	0.012
13/297	1.02	0.91	0.11	0.012
13/298	1.04	0.92	0.12	0.014
13/291	0.97	0.99	-0.02	0.000
13/295	1.01	0.96	0.05	0.003
13/296	1.09	0.96	0.13	0.017
13/299	1.06	0.96	0.10	0.010
13/300	1.01	0.89	0.12	0.014
13/301	0.97	0.90	0.07	0.005
13/302	1.16	0.96	0.20	0.040
13/303	1.14	1.11	0.03	0.001

Metode NIR sangat memungkinkan untuk digunakan di dalam analisis kandungan hara K di dalam daun kelapa sawit. Hal ini diperlihatkan dengan nilai r^2 0,8947, SEC 0,0665, SEP 0,0016, dan BIAS = 0.



Gambar 3. Kurva kalibrasi dan validasi analisis P dengan metode konvensional dan NIR Figure 3. Calibration and validation curve analysis of P with conventional and NIR methods

Tabel 3. Analisis P dengan metode NIR dan konvensional (laboratorium) Table 3. Analysis of P with NIR and conventional (laboratorium) methods

No. Sample	PHOSPHATE			
	NIR	LAB	Δ	\triangle^2
13/283	0,154	0,136	0,018	0,0003
13/284	0,147	0,126	0,021	0,0005
13/285	0,152	0,123	0,029	0,0008
13/286	0,151	0,135	0,016	0,0003
13/287	0,148	0,125	0,023	0,0005
13/288	0,152	0,129	0,023	0,0005
13/289	0,154	0,129	0,025	0,0006
13/290	0,156	0,128	0,028	0,0008
13/292	0,154	0,115	0,039	0,0015
13/294	0,149	0,116	0,033	0,0011
13/297	0,152	0,128	0,024	0,0006
13/298	0,155	0,131	0,024	0,0006
13/291	0,158	0,122	0,036	0,0013
13/295	0,157	0,116	0,041	0,0017
13/296	0,154	0,102	0,052	0,0027
13/299	0,153	0,129	0,024	0,0006
13/300	0,151	0,122	0,029	0,0009
13/301	0,151	0,128	0,023	0,0005
13/302	0,152	0,136	0,016	0,0003
13/303	0,149	0,132	0,017	0,0003

Dengan nilai r^2 0,5449, SEC 0,0119, SEP 0,0119, dan BIAS = 0, maka metode NIR ini dapat digunakan untuk skrining awal atau identifikasi awal analisis P di dalam daun kelapa sawit.

0,0119, dan BIAS = 0. Di samping itu, dari Gambar 3 terlihat bahwa untuk kurva validasi diperoleh hasil r $0.7164 \, dan \, r^2 \, 0.5133 \, dengan \, persamaan \, f(x) = 0.5082$ x + 0.0774, Sdev. (SEP) = 0.0119, dan BIAS = 0,001716. Suatu metode dengan nilai r 0,50-0,64, menunjukkan bahwa metode tersebut dapat digunakan untuk skrining awal atau identifikasi awal (Williams and Norris, 2001). Sementara itu pada Tabel 3 disajikan hasil validasi terhadap metode NIR untuk analisis P di dalam daun kelapa sawit.

Dengan nilai r 0,5449, SEC 0,0119, SEP 0,0119, dan BIAS = 0, maka metode NIR ini dapat digunakan untuk skrining awal atau identifikasi awal analisis P di dalam daun kelapa sawit.

Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan unsur hara yang memacu pertumbuhan tanaman secara umum, terutama pada fase vegetatif, berperan dalam pembentukan klorofil, asam amino, lemak, enzim dan pesenyawaan lain. Kekurangan unsur Nitrogen akan menyebabkan pertumbuhan tanaman lambat, mula-mula daun menguning dan mengering, lalu rontok. Daun yang menguning diawali dari daun bagian bawah, lalu disusul daun bagian atas (von Uexkull and Fairhurst, 1991).

Jumlah sampel daun yang digunakan untuk kalibrasi, validasi, dan verifikasi metode NIR untuk parameter kandungan hara Nitrogen (N) adalah 432 sampel. Interval kandungan N di dalam sampel daun yang digunakan untuk kalibrasi adalah 2,21 – 2,84% (289 sampel) dan untuk validasi adalah 2,28-2,8% (143 sampel). Kurva hasil analisis hara N dengan metode standar (Eviati dan Sulaeman, 2012) dibandingkan dengan metode NIR disajikan pada Gambar 4.

Dari Gambar 4 untuk kurva kalibrasi diperoleh hasil r $0.5199 \text{ dan } r^2 0.2703 \text{ dengan persamaan } f(x) = 0.2703 \text{ x}$ + 1,8653, Sdev. (SEC) = 0,1080 dan BIAS = 0. Sedangkan untuk kurva validasi duperoleh nilai r 0,5139 dan r^2 0,2641 dengan persamaan f(x) = 0,2835 x +1,8313, Sdev. (SEP) = 0,1086 dan BIAS = 0,003468. Menurut Williams and Norris, 2001, suatu metode dengan nilai r 0,51-0,7 atau nilai r 0,26-0,49 menunjukkan bahwa metode tersebut mempunyai korelasi yang rendah. Sehingga jika akan digunakan untuk aplikasi harus mempunyai alasan yang kuat. Namun demikian masih dapat digunakan untuk skrining awal. Sementara itu pada Tabel 4 disajikan hasil validasi terhadap metode NIR untuk analisis N di dalam daun kelapa sawit.

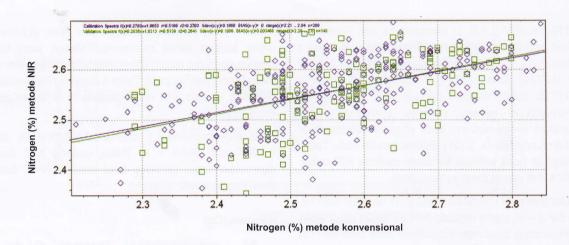
Berdasarkan nilai r 0,2703, SEC 0,1080, SEP 0,1086, dan BIAS = 0, maka metode NIR dapat digunakan untuk skrining awal analisis N di dalam daun kelapa sawit.

Kalsium (Ca)

Air yang dibutuhkan tanaman di dalam penyerapannya sangat dibantu oleh kalsium (Ca). Kekurangan Ca akan menyebabkan tanaman mudah terserang hama dan penyakit (von Uexkull and Fairhurst, 1991). Jumlah sampel daun yang digunakan untuk kalibrasi dan validasi metode NIR untuk parameter kandungan hara Ca adalah 432 sampel. Interval kandungan Ca di dalam sampel daun yang digunakan untuk kalibrasi adalah 0,4 - 1,03% (287 sampel) dan untuk validasi adalah 0,41 - 1,02% (145 sampel). Kurva perbandingan hasil analisis hara Ca dengan metode standar (Eviati dan Sulaeman, 2012) dibandingkan dengan metode NIR disajikan pada Gambar 5.

Dari Gambar 5 di atas diperoleh hasil untuk kurva kalibrasi adalah r 0,59053 dan r 0,348726 dengan persamaan $f(x) = 0.8196 \times 0.1183$, Sdev. (SEC) = 0,0709, dan BIAS = 0. Sedangkan untuk kurva validasi diperoleh nilai r 0,8562 dan r 0,7330 dengan persamaan f(x) = 0.8500 x + 0.1074, Sdev. (SEP) = 0.0754, dan BIAS = 0.01053. Metode dengan nilai r 0,26-0,49, menunjukkan bahwa metode itu mempunyai korelasi yang rendah tetapi masih bisa digunakan untuk identifikasi awal (Williams and Morris, 2001). Sementara itu pada Tabel 5 disajikan hasil validasi terhadap metode NIR untuk analisis Ca di dalam daun kelapa sawit.

Analisis Ca di daun kelapa sawit menggunakan NIR hanya memberikan nilai r 0,348726, SEC 0,0709, SEP 0,0754, dan BIAS = 0. Sehingga metode NIR hanya dapat digunakan sebagai identifikasi awal kandungan Ca di dalam daun kelapa sawit.



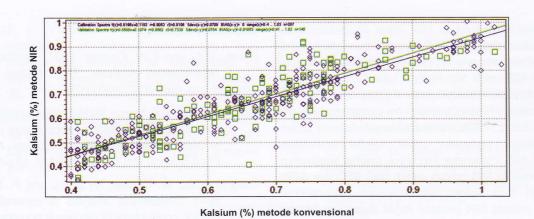
Gambar 4. Kurva kalibrasi dan validasi analisis N dengan metode konvensional dan NIR Figure 4. Callibration and vallidation curve analysis of N with conventional and NIR methods

Tabel 4. Analysis N dengan metode NIR dan konvensional (laboratorium) Table 4. Analysis of N with NIR and conventional (laboratorium) methods

No. Sample	NITROGEN			
	NIR	LAB	Δ	\triangle^2
13/283	2,54	2,57	-0,03	0,0010
13/284	2,51	2,38	0,13	0,0166
13/285	2,58	2,41	0,17	0,0303
13/286	2,58	2,54	0,04	0,0020
13/287	2,53	2,39	0,14	0,0190
13/288	2,57	2,45	0,12	0,0136
13/289	2,6	2,47	0,13	0,0176
13/290	2,61	2,45	0,16	/0,0245
13/292	2,57	2,52	0,05	0,0030
13/294	2,57	2,40	0,17	0,0298
13/297	2,58	2,45	0,13	0,0160
13/298	2,58	2,51	0,07	0,0053
13/291	2,61	2,48	0,13	0,0158
13/295	2,61	2,54	0,07	0,0053
13/296	2,58	2,43	0,15	0,0221
13/299	2,57	2,51	0,06	0,0040
13/300	2,58	2,47	0,11	0,0113
13/301	2,58	2,52	0,06	0,0038
13/302	2,55	2,48	0,07	0,0049
13/303	2,52	2,44	0,08	0,0064

Berdasarkan nilai r² 0,2703, SEC 0,1080, SEP 0,1086, dan BIAS = 0, maka metode NIR dapat digunakan untuk skrining awal analisis N di dalam daun kelapa sawit.





Gambar 5. Kurva kalibrasi dan validasi analisis Ca dengan metode konvensional dan NIR Figure 5. Callibration and vallidation curve analysis of Ca with conventional and NIR methods

Tabel 5. Analisis Ca dengan metode NIR dan konvensional (laboratorium) Table 5. Analysis of Ca with NIR and conventional (laboratorium) methods

No. Sample	KALSIUM			
	NIR	LAB	Δ	\triangle^2
13/283	0,69	0,78	-0,09	0,0081
13/284	0,65	0,76	-0,11	0,0121
13/285	0,66	0,71	-0,05	0,0025
13/286	0,68	0,85	-0,17	0,0289
13/287	0,72	0,84	-0,12	0,0144
13/288	0,66	0,78	-0,12	0,0144
13/289	0,73	0,82	-0,09	0,0081
13/290	0,8	0,83	-0,03	0,0009
13/292	0,74	0,75	-0,01	0,0001
13/294	0,75	0,74	0,01	0,0001
13/297	0,66	0,85	-0,19	0,0361
13/298	0,64	0,79	-0,15	0,0225
13/291	0,7	0,70	0,00	0,0000
13/295	0,68	0,69	-0,01	0,000
13/296	0,65	0,76	-0,11	0,0121
13/299	0,67	0,72	-0,05	0,0025
13/300	0,7	0,78	-0,08	0,0064
13/301	0,72	0,73	-0,01	0,000
13/302	0,6	0,79	-0,19	0,0361
13/303	0,59	0,70	-0,11	0,0121

Berdasarkan nilai r² 0,2703, SEC 0,1080, SEP 0,1086, dan BIAS = 0, maka metode NIR dapat digunakan untuk skrining awal analisis N di dalam daun kelapa sawit.

*

Metode spektroskopi NIR dapat digunakan untuk analisis kandungan Mg, K, P, N, dan Ca yang terdapat di dalam daun kelapa sawit. Nilai r untuk analisis dengan metode NIR untuk Mg, K, P, N, dan Ca berturut-turut adalah 0,9086; 0,8947; 0,5449; 0,2703; dan 0,348726. Untuk analisis N dan Ca nilai r^{*}-nya sangat rendah yaitu 0,2703 dan 0,348726, namun tentunya nilai r^{*} ini bukan satu-satunya parameter untuk menilai keakuratan metode NIR. Parameter lain untuk melihat keakuratan suatu metode NIR adalah selisih nilai SEC dan SEP. Semakin kecil selisih nilai keduanya menunjukkan bahwa metode NIR tersebut dapat digunakan (Rojas, 2010). Selisih nilai SEC dan SEP untuk analisis Mg, K, P, N, dan Ca yang terdapat di dalam daun kelapa sawit berturut-turut adalah 0,0052; 0,0254; 0; 0,0006; dan 0,0045. Dari data tersebut terlihat bahwa untuk analisis kandungan N dan Ca dari daun kelapa sawit dengan metode NIR yang mempunyai nilai r rendah ternyata mempunyai nilai selisish antara SEC dan SEP sangat rendah, yaitu berturut-turut untuk N dan Ca adalah 0,0006 dan 0,0045. Sementara itu nilai BIAS untuk validasi analisis Mg, K, P, N, dan Ca berturut-turut adalah 0,001524; 0,001899; 0,001716; 0,003468; dan 0,01063.

Melihat data-data di atas seperti nilai r², selisih nilai SEC dan SEP, dan nilai BIAS, maka metode spektroskopi NIR dapat digunakan untuk analisis kandungan hara makro yang terdapat di dalam daun kelapa sawit. Penggunaan metode NIR ini sangat menghemat biaya karena tidak memerlukan bahanbahan kimia untuk analisisnya dan waktu pengerjaannya yang sangat cepat (Yarce, 2012).

KESIMPULAN

Analisis kandungan hara makro di dalam daun kelapa sawit dapat dilakukan dengan metode spektroskopi Near Infra Red (NIR). Penggunaan metode spektroskopi NIR ini dapat mempercepat analisis dan menghemat biaya analisis serta ramah lingkungan. Nilai r² untuk analisis dengan metode NIR untuk Mg, K, P, N, dan Ca berturut-turut adalah 0,9086; 0,8947; 0,5449; 0,2703; dan 0,348726. Sedangkan untuk selisih nilai SEC dan SEP untuk analisis Mg, K, P, N, dan Ca yang terdapat di dalam daun kelapa sawit berturut-turut adalah 0,0052; 0,0254; 0; 0,0006; dan 0,0045. Sementara itu nilai BIAS untuk validasi analisis Mg, K, P, N, dan Ca berturut-turut adalah 0,001524; 0,001899; 0,001716; 0,003468; dan 0,01063.

DAFTAR PUSTAKA

- Burns, D.A. and E.W. Ciurzak. 2007. Handbook of Near-Infrared Analysis. Third Edition, CRC Press, ISBN 9780849373930.
- Cozzolino, D. and A. Moron. 2004. Exploring the use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to predict trace minerals in legumes. Animal Feed Science and Technology 111, 161–173.
- Cozzolino, D., W. Cynkar, N. Shah, and P. Smith. 2011. Quantitative analysis of minerals and electric conductivity of red grape homogenates by near infrared reflectance spectroscopy. Computers and Electronics in Agriculture 77, 81–85.
- Eviati dan Sulaeman. 2012. Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Petunjuk Teknis, Edisi 2. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementrian Pertanian, Indonesia.
- Fernandez-Cabanas, V.M.A. Garrido-Varo, M. Delgado-Pertinez, and A. Gomez-Cabrera. 2008. Nutritive evaluation of olive tree leaves by near-infrared spectroscopy: Effect of soil contamination and correction with spectral pretreatments. Applied Spectroscopy 62, 51–58.
- Halgerson, J.L., C.C. Sheaffer, N.P. Martin, P.R. Peterson, S.J. Weston. 2004. Near-infrared reflectance spectroscopy prediction of leaf and mineral concentrations in alfalfa. Agronomy Journal 96, 344–351.
- Huang, C.J., L.J. Han, Z.L. Yang, and M. Liu. 2009. Exploring the use of near infrared reflectance spectroscopy to predict minerals in straw. Fuel 88, 163–168Hong, J. H, Ikeda, K, Ivan K, dan Kyoden Y. 1995. Near-Infrared Diffuse Reflectance Spectroscopic Analysis of the Amounts of Moisture, Protein, Starch, Amylose, and Tannin in Buckwheat Flours. J. Nutr. Sci. Vitaminol 42, 359-366.
- Petisco, C., B. García-Criado, B.R.V. de Aldana, A.G. Ciudad, and S. Mediavilla. 2008. Ash and mineral contents in leaves of woody species: Analysis by near infrared reflectance spectroscopy. Communications in Soil Science and Plant Analysis 39, 905–925.



- Ritz, M., L. Vaculíková, and E. Plevová. 2011. Application of infrared spectroscopy and chemometric methods to identification of selected minerals. Acta Geodyn. Geomater., Vol. 8, No. 1 (161), 47-58.
- Von Uexkull, H.R. and T.H. Fairhurst. 1991. Fertilizing for High Yield and Quality The Oil Palm. IPI Bulletin 12. International Potash Institute, Bern/Switzerland.
- Williams, P.C., and K. Norris. 2001. Method development and implementation of nearinfrared spectroscopy in industrial manufacturing processes. In Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries, and Ed., St. Paul, Minn.: American Association of Cereal Chemists.
- Yarce, C.J. and G. Rojas. 2012. Near infrared spectroscopy for the analysis ofmacro and micro nutrients in sugarcane leaves. Sugar Industry. 11(137), 707-710.