

Prediksi Kandungan Kimia Kopra Dengan FT-NIR Spectroscopy Menggunakan PLS

Mardiantono^{1*}, I Wayan Budiastira^{1,2}, Sutrisno¹

¹ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Indonesia

² Pusat Pengembangan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika, IPB University, Indonesia

*Email korespondensi: mardiantonomardiantono@apps.ipb.ac.id

Info Artikel

Diajukan: 11 Maret 2022

Diterima: 18 Mei 2022

Diterbitkan: 31 Agustus 2022

Keyword:

Copra; free fatty acid; NIRS; PLS; water content

Kata Kunci:

asam lemak bebas; kadar air; kopra; NIRS; PLS

Abstract

Copra is a coconut derivative product used as a raw material for making coconut oil and its derivatives. The chemical content of copra is generally determined using chemical methods that damage the material, take a long time, and require chemicals. Therefore, an alternative method is needed to determine the chemical content of copra, which is non-destructive, fast, and does not contain chemicals. This study aimed to examine the FT-NIRS spectroscopy method as a rapid method for predicting the water content and free fatty acids (ALB) of copra. The reflectance of 45 whole copra samples was measured using a NIRFlex N-500 spectrometer at 1000-2500 nm wavelength. After that, the water content and free fatty acid content of copra were determined using chemical methods. Several data processing of Standard Normal Variate (SNV), Multiplicative Scatter Correction (MSC), Normalization, and Orthogonal Signal Correction (OSC) spectra were carried out then the processed spectra were calibrated with chemical data using PLS. The best prediction for determining the water content of copra is using SNV pretreatment with 12 Partial Least Squares (PLS) factors (Correlation coefficient (r) = 0.97, Standard Error of Calibration (SEC) = 0.70%, Standard Error of Prediction (SEP) = 0.73%, Coefficient of Variation (CV) = 9.08%, Ratio of Performance to Deviation (RPD) = 3.41 and consistency = 95.76%). Meanwhile, the prediction of free fatty acid (FFA) levels was using OSC pretreatment with a factor of 13 PLS (r = 0.90, SEC = 0.04%, SEP = 0.05%, CV = 22.69%, RPD = 1.93 and 80.55% consistency). These results indicate that FT-NIR Spectroscopy can predict copra's water content accurately, but less accurate for FFA content.

Abstrak

Kopra merupakan produk turunan kelapa yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak kelapa dan turunannya. Kandungan kimia kopra umumnya ditentukan dengan menggunakan metode kimia yang merusak bahan, waktu yang lama, dan membutuhkan bahan kimia. Oleh karena itu, perlu metoda alternatif dalam penentuan kandungan kimia kopra yang tidak merusak, cepat dan tidak mengandung bahan kimia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji metoda spektroskopi FT-NIRS sebagai metode cepat untuk prediksi kadar air dan asam lemak bebas (ALB) kopra. Kopra utuh sebanyak 45 sampel diukur reflektannya dengan spectrometer NIRFlex N-500 pada panjang gelombang 1000-2500 nm. Setelah itu kadar air dan kadar asam lemak bebas kopra ditentukan menggunakan metode kimia. Sejumlah pengolahan data spektra Standart Normal Variate (SNV), Multiplicative Scatter Correction (MSC), Normalization, dan Orthogonal Signal Correction (OSC) dilakukan kemudian spektra yang telah terolah dikalibrasi dengan data kimia menggunakan PLS. Prediksi terbaik untuk penentuan kadar air kopra adalah menggunakan pretreatment SNV dengan 12 faktor PLS (koefisien korelasi (r) = 0,97, Standard Error of Calibration (SEC) = 0,70%, Standard Error of Prediction (SEP) = 0,73, Coefficient of Variation (CV) = 9,08%, Ratio of Performance to Deviation (RPD) = 3,41 dan konsistensi 95,76%). Sedangkan untuk prediksi kadar asam lemak bebas (FFA) adalah menggunakan pretreatment OSC dengan faktor 13 PLS (r = 0,90, SEC = 0,04%, SEP = 0,05%, CV = 22,69%, RPD = 1,93 dan konsistensi 80,55 %). Hasil ini menunjukkan bahwa FT NIR Spectroscopy dapat memprediksi kadar air kopra dengan akurat, namun kurang akurat untuk asam lemak bebas kopra.

1. Latar Belakang

Kopra merupakan salah satu produk turunan kelapa olahan yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan minyak kelapa dan turunannya. Kopra Indonesia merupakan salah satu penyumbang ekspor kopra terbesar di dunia diikuti dengan negara lain seperti Filipina, India, Vietnam, Meksiko, Papua Nugini, Sri Lanka dan Thailand. Volume ekspor kopra Indonesia pada tahun 2020 mencapai 107.486 ton dengan nilai ekspor 36,5 juta dolar AS. Komoditi kopra Indonesia menguasai 37,8% pangsa pasar dunia dan menempati urutan pertama negara pengekspor terbesar di dunia pada tahun 2020 (ITC 2021). Konsumen kopra dalam pasar International dikelompokkan ke dalam sektor industri (bahan baku), kemudian dimanfaatkan menjadi minyak goreng atau bahan baku untuk pembuatan sabun, kosmetik dan lain-lain.

Mutu kopra seperti kadar air dan asam lemak bebas umumnya ditentukan dengan menggunakan metode kimia yang merusak bahan, waktu yang lama, dan menggunakan bahan kimia seperti yang dijelaskan pada SNI 01-3946-1995 (BSN 1995). Oleh karena itu, perlu ada metoda alternatif dalam penentuan kandungan kimia kopra yang tidak merusak, cepat dan tidak mengandung bahan kimia, salah satunya adalah metode *Near Infrared Spectroscopy* (NIRS). NIRS merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengetahui kualitas produk pangan yang tidak bersifat non-destruktif (tidak merusak bahan) dan analisisnya sangat cepat (Wang 2019). NIRS efektif dalam mengkarakterisasi komponen kimia pada produk hasil pertanian (Craig *et al.* 2014). Menurut Abbas *et al.* (2020) pendugaan komponen kimia dengan NIRS selain bersifat ramah lingkungan juga sangat efisien dan biaya sanagta ekonomis..

Penelitian NIRS untuk penentuan kadar air dan kadar Asam lemak bebas produk pertanian juga telah dilakukan. Hasil penelitian Arsita *et al.* 2021 menunjukkan asam lemak bebas (ALB) dan kadar air kelapa parut kering dapat diprediksi menggunakan NIRS dengan metode *Partial Least Square* (PLS) menggunakan spektrum asli dengan parameter akurasi seperti koefisien korelasi (r) = 0,90, *Standard Error of Calibration* (SEC) = 0,007%, *Standard Error of Validation* (SEP) = 0,008%, *Coefficient of Validation* (CV) = 5,89%, *Ratio of Performance to Deviation* (RPD) = 2,09 dan konsistensi = 93,18% untuk kandungan asam lemak bebas (ALB) dan r = 0,86, SEC = 0,054%, SEP = 0,057%, CV = 3,33%, RPD = 1,78 dan konsistensi = 95,89% untuk kadar air. Lengkey *et al.* 2013 menentukan kadar asam lemak bebas dan kadar air pada biji jarak pagar (*J. curcas*) menggunakan NIRS dengan metode PLS dengan *pretreatment* kombinasi antara normalisasi 0-1 dengan turunan pertama *Savitzky-Golay* setiap 9 titik. Model kalibrasi untuk kadar air akurat dan potensial digunakan menduga kandungan air dalam biji jarak pagar dengan akurasi kalibrasi r = 0,96, R^2 = 0,92, SEP = 0,37%, CV = 7,7% dan RPD 3,30, serta akurasi untuk prediksi kadar asam lemak bebas menggunakan *pretreatment* turunan pertama *Savitzky-Golay* 9 titik, dengan persamaan model $y = 0,7895x + 0,1515$, dengan nilai r = 0,89, R^2 = 0,79, SEP = 0,05%, CV = 7,05%, dan RPD = 1,89. Iqbal *et al.* 2018 mengkaji penentuan asam lemak bebas Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit dengan metode Spektroskopi NIR dengan hasil terbaik menggunakan PLS PC 2 dengan *pretreatment Derivative-1* (DG1) (R^2 = 0,243 dan RPD = 1,17) Meskipun penggunaan NIRS dalam pendugaan asam lemak bebas dan kadar air pada bahan pertanian telah banyak dilakukan, namun penggunaan NIRS untuk pendugaan asam lemak bebas dan kadar air kopra belum dilakukan.

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mengkaji metoda NIRS untuk memprediksi kadar asam lemak bebas dan kadar air kopra. Tujuan khusus penelitian adalah penentuan rentang panjang gelombang optimum, dan jenis *pretreatment* data NIRS terbaik untuk menentukan kadar asam lemak bebas dan kadar air kopra menggunakan kalibrasi PLS.

2. Metode Penelitian

2.1 Sampel

Sampel kopra diperoleh dari produsen di Tangerang, Provinsi Banten seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Sampel yang digunakan sebanyak 45 sampel dengan 30 sampel pengeringannya dengan menggunakan oven dan 15 sampel pengeringannya dengan pengasapan. Penelitian dilakukan pada Desember 2021 hingga Januari 2022 di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP), Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University dan Balai Besar Industri Agro (BBIA), Bogor.



Gambar 1. Sampel Kopra

2.2 Pengukuran Reflektan

Reflektan kopra diukur menggunakan spektrometer FT-NIR (NIRFlex N-500, BUCHI Labortechnik AG Swiss) dengan rentang panjang gelombang 1000-2500 nm. Pengukuran reflektan dilakukan dengan 9 kali pada titik yang beragam dalam satu buah sampel. Spektrometer FT-NIR dioperasikan dengan suhu 25°C, 350 Watt, daya listrik 00-230 VAC \pm 10%, dan frekuensi 50/60 Hz (Jiang *et al.* 2020).

2.3 Pengukuran Kandungan Kimia

Pengukuran kandungan kimia menggunakan ketentuan yang tertuang dalam SNI 01-3946-1995.

a. Asam Lemak Bebas (ALB)

Asam lemak dalam minyak hasil ekstraksi diukur dengan cara titrasi menggunakan larutan alkali dalam larutan alkohol. Minyak hasil ekstraksi ditimbang \pm 5 gram, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, dan ditambahkan etanol 95% yang sudah dinetralkan. Selanjutnya sampel dipanaskan pada suhu 70°C di atas pemanas air dengan memakai pendingin tegak sampai mendidih selama 10 menit. Setelah itu, ditambahkan indikator fenolftalein 1 sampai 2 tetes. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan larutan kalium hidroksida 0,1 N sampai titik akhir tirasi dicapai apabila penambahan satu tetes larutan kalium 0,1 N menghasilkan sedikit perubahan warna pada larutan menjadi merah jambu, dan dapat bertahan paling sedikit selama 15 menit. Asam lemak bebas dari minyak dihitung sebagai asam laurat, dan dinyatakan dalam persentase bobot per bobot seperti pada persamaan 1.

$$\text{Kadar ALB (\%)} = \frac{200 \times T \times N}{M} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

T = Jumlah kalium hidroksida 0,1 N yang diperlukan (ml)

N = Normalitas larutan kalium hidroksida

M = Bobot minyak (g)

200 = bobot molekul minyak kelapa (g/m)

b. Kadar Air

Pengukuran kadar air menggunakan metode gravimetri. Pengukuran kadar air sampel adalah diawali dengan mengeringkan cawan kosong di dalam oven untuk mensterilkan dan mendapatkan bobot cawan tetap. Sampel berupa kopra yang sudah dipotong kecil-kecil dengan berat sekitar 5,0 ± 0,5 g dimasukkan ke dalam cawan dan dikeringkan di dalam oven bersuhu 103°C ± 2°C. Setelah lebih kurang 24 jam atau hingga kadar air konstan sampel dikeluarkan dari dalam oven dan dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan. Setelah 25 menit, sampel dikeluarkan dari desikator dan ditimbang. Persentase kadar air bobot per bobot dihitung sesuai SNI pada persamaan 2.

$$\text{KA (\%)} = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

KA = Kadar air basis basah (%)

M₀ = Bobot contoh uji mula-mula sebelum dikeringkan (g)

M₁ = Bobot contoh setelah dikeringkan (g)

2.3 Pengolahan Data

Data spektrum reflektan hasil akuisisi kopra dengan spektrometer FT-NIR tipe NIRFlex N-500 (BUCHI Labortechnik, Swiss) diolah dengan bantuan *software microsoft excel 2016* dan *software unscramber v10.5*.

2.4 Teknik Pretreatment Data Spektra

Pretreatment yang digunakan untuk mengolah data spektra adalah *Standart Normal Variate (SNV)*, *Multiple Scatter Corrrrection (MSC)*, *Normalization*, dan *Orthogonal Signal Correction (OSC)*. Menurut Cen dan He (2007) *pretreatment* SNV adalah transformasi yang menghilangkan *scatter effects* dari spektrum dengan memusatkan dan menskala pada spektrum individual. MSC diaplikasikan untuk semua spektrum dengan opsi MSC penuh (amplifikasi umum dan penghapusan offset) sebelum prosedur kalibrasi dan prediksi. *Normalization* bertujuan untuk mengatur sampel dalam rangka untuk mendapatkan semua data pada sekitar skala yang sama. OSC berusaha untuk memperbaiki data X matriks, spektrum data NIR dengan menghapus informasi dari spektrum yang *orthogonal* berkorelasi dengan data matriks Y yang merupakan standar mutu atribut data.

2.5 Kalibrasi dan Validasi

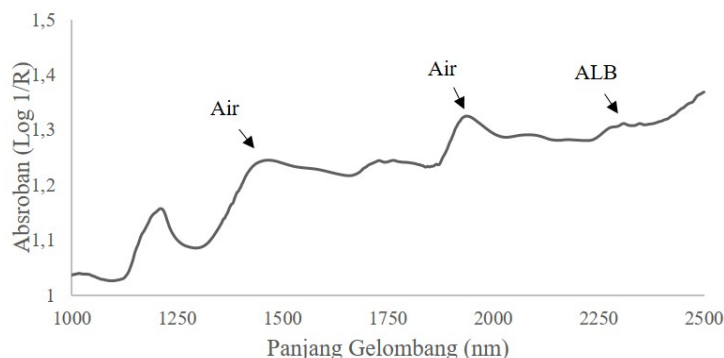
Kalibrasi dan validasi dilakukan dalam 2 tahap. Tahap pertama adalah pemilihan rentang panjang gelombang terbaik, dan tahap kedua adalah penentuan metode *pretreatment* dan jumlah faktor PLS

terbaik untuk prediksi kadar air dan kadar asam lemak bebas. Dua rentang panjang gelombang yang dianalisis yaitu 1900-2500 nm dan 1000-2500 nm. Rentang panjang gelombang tersebut dipilih berdasarkan hasil penelitian Arista *et al* (2021) dan Lengkey *et al* (2013) yang menggunakan rentang panjang gelombang tersebut dalam meneliti kelapa parut kering dan biji jarak pagar. Jumlah data spektrum yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 405 buah yang berasal dari 45 sampel kopra dengan akuisisi di 9 titik yang berbeda. Kalibrasi dan validasi dilakukan terhadap data spektrum FT-NIRS yang telah diolah dengan *pretreatment* data spektra dan kandungan kimia (asam lemak bebas dan kadar air) kopra menggunakan metode *partial least square* (PLS). Data dari spektrum NIRS dipilih secara acak yang kemudian dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian kalibrasi menggunakan sampel 2/3 dan validasi menggunakan sampel 1/3 dari total sampel yang digunakan. Model prediksi yang dikembangkan dievaluasi secara statistik untuk menentukan akurasi, reliabilitas dan pengulangan dengan mempertimbangkan nilai r (koefisien korelasi), SEC (standar error set kalibrasi), SEP (standar error set validasi), CV (koefisien variasi) dan RPD (rasio of prediction to deviation). SEC merupakan nilai yang menunjukkan keakuratan persamaan model kalibrasi yang dibangun, semakin besar nilai yang diperoleh, berimplikasi pada kesalahan yang tinggi pada model prediksi kalibrasi. SEP merupakan nilai yang menunjukkan nilai ketidakakuratan suatu model validasi, semakin besar nilai SEP aka semakin tidak akurat model yang dibangun. Nilai konsistensi memiliki rentang nilai 80-110% untuk model yang akurat. CV adalah nilai yang menunjukkan tingkat kesalahan yang sebanding dengan rata-rata hasil uji kimia sampel. RPD adalah nilai yang menunjukkan rasio standar deviasi dari data referensi asli dengan SEC dan SEP. Menurut Nicolai *et al* (2007) model prediksi yang memiliki nilai RPD >3 dikategorikan sangat baik, sedangkan model prediksi dengan nilai RPD 2-3 dikategorikan baik dan nilai RPD 1,5-2 dikategorikan prediksi kasar.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Spektra Absorban Kopra

Hasil akuisisi kopra menggunakan spektrometer FT-NIR adalah data spektrum dari kopra pada panjang gelombang 1000-2500 nm seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Grafik spektrum menunjukkan kadar air terlihat lebih jelas dibandingkan dengan asam lemak bebas berdasarkan puncak kedua kandungan kimia tersebut. Menurut Gauglitz dan Vo-Dinh (2006), absorpsi optimum asam lemak bebas (CH_3COOH) optimum pada pita kombinasi daerah absorpsi. Pita kombinasi daerah serapan berada pada panjang gelombang 2100-2500 nm. Menurut Buning-Pfaue (2003) pita penyerapan NIR yang kuat pada kadar air terjadi pada panjang gelombang 1400-1440 nm dan 1900-1950 nm. Beberapa puncak penyerapan terlihat diantaranya pada panjang gelombang 1217 nm menandakan kadar lemak (COOH), 1450 nm dan 1942 nm adalah kadar air (H_2O), dan 2319 nm adalah asam lemak bebas (CH_3COOH). Puncak penyerapan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi kandungan kimia, dimana semakin tinggi konsentrasi kandungan kimia bahan maka absorbansinya semakin tinggi dan membuat puncak penyerapan juga semakin tinggi yang pada penelitian ini terlihat pada komponen kadar air dan asam lemak bebas yang menunjukkan puncak penyerapan.



Gambar 2. Spektrum pada rentang panjang gelombang 1000-2500 nm

3.2 Data Kadar Air dan Asam Lemak Bebas Kopra

Kandungan kimia kopra dapat dilihat pada Tabel 1 dimana kadar air kopra mencapai 5,53-16,29% dan asam lemak bebas 0,13-0,53%. Rerata nilai kadar air dan asam lemak bebas kopra yang didapat dari uji laboratorium terdapat sampel yang melebihi ambang batas dari mutu yang ditetapkan oleh SNI (1995) dimana seharusnya nilai kadar air maksimum sebesar 12%. Berbeda dengan kadar air, asam lemak bebas pada penelitian ini sudah sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan oleh SNI yaitu maksimum 4%. Kadar air memiliki variasi data (SD) yang tinggi dibandingkan kandungan asam lemak bebas. Nilai SD yang didapat dari penelitian akan mempengaruhi hasil dari akurasi prediksi menggunakan *Near Infrared Spectroscopy* (NIRS).

Tabel 1. Kadar air dan asam lemak bebas kopra

Komponen Kimia	Kadar (%)	Rerata (%)	Standar Deviasi (%)
Air	5,53-16,29	8,58	2,39
Asam Lemak Bebas	0,13-0,53	0,22	0,07

3.3 Pemilihan Rentang Panjang Gelombang Terbaik

Hasil prediksi kadar air dan asam lemak bebas pada 2 rentang panjang gelombang disajikan pada Tabel 2. Terlihat bahwa panjang gelombang 1000-2500 nm menghasilkan akurasi prediksi sedikit lebih baik dibandingkan 1900-2500 nm. Pemilihan rentang panjang gelombang tersebut berdasarkan penelitian sebelumnya pada biji jarak pagar (Lengkey *et al* 2013) dan kelapa parut kering (Arsita *et al* 2021) dengan hasil bahwa 1000-2500 nm lebih baik. Dengan demikian pada penelitian ini digunakan panjang gelombang 1000-2500 nm untuk melakukan kalibrasi dan validasi menggunakan *pretreatment* spektra.

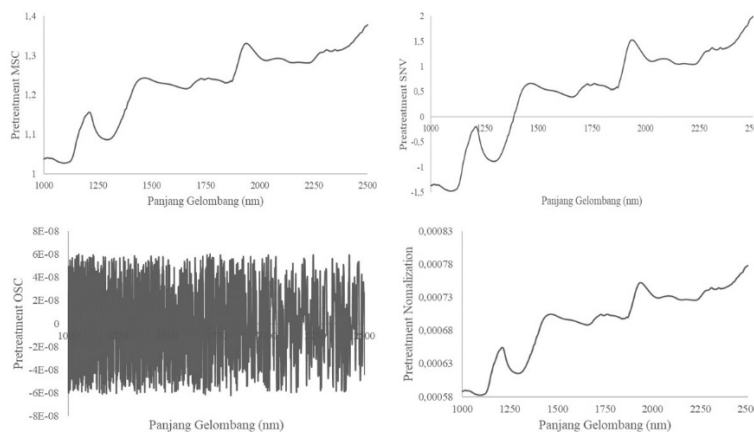
Nilai akurasi prediksi kadar air dan asam lemak bebas kopra terlihat pada nilai r 0,96%, SEC 0,798%, SEP 0,835%, CV 10,33%, RPD 3,00, dan konsistensi 95,52% termasuk dalam tingkat akurasi yang baik, sedangkan pada asam lemak bebas nilai r 0,86%, SEC 0,046%, SEP 0,053%, CV 25,09%, RPD 1,64, dan konsistensi 85,61% termasuk dalam tingkat prediksi kasar. Sehingga perlu dilakukan *pretreatment* untuk memperbaiki hasil akurasi data menjadi lebih baik.

Tabel 2. Akurasi prediksi kadar air dan asam lemak bebas (ALB) kopra pada dua rentang panjang gelombang dengan PLS

Panjang Gel	Parameter	F	R	SEC (%)	SEP (%)	CV (%)	RPD	Konsistensi (%)
1900-2500 nm	Kadar Air	8	0,91	1,142	1,426	17,64	2,10	80,07
	ALB	14	0,66	0,064	0,062	29,95	1,17	102,70
1000-2500 nm	Kadar Air	13	0,96	0,798	0,835	10,33	3,00	95,52
	ALB	17	0,86	0,046	0,053	25,09	1,64	85,61

3.4 Pretreatment Data Spektra

Pengaruh *pretreatment* terhadap bentuk spektra absorban pada panjang gelombang 1000-2500 nm bervariasi (Gambar 3) sesuai dengan karakteristik *pretreatment* tersebut. *Standart Normal Variate* (SNV), *Multiple Scatter Corrrrection* (MSC), and *Normalization* menghasilkan bentuk spektrum yang sama dengan nilai yang berbeda beda. Sedangkan OSC dengan bentuk spektrum panjang gelombang yang unik. Hasil data *pretreatment* menunjukkan penyerapan puncak kandungan asam lemak bebas terlihat tidak tajam pada panjang gelombang 2319 nm yang disebabkan karena kandungan ALB yang digunakan dalam penelitian ini sangat rendah yaitu 0,13-0,53% berbeda dari penelitian sebelumnya Lengkey (2013) dengan nilai ALB 0,54-1,08%.



Gambar 3. Hasil pretreatment Spektrum MSC, SNV, OSC, dan Normalization

3.5 Hasil Prediksi pada Berbagai Pretreatment Spektra dan Jumlah Faktor PLS

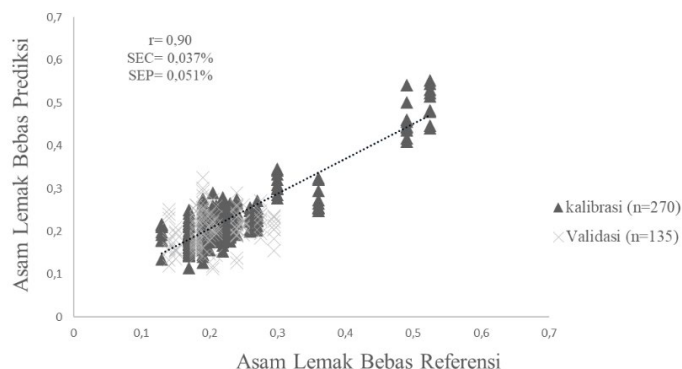
Hasil prediksi kadar air dan asam lemak bebas kopra dari empat pengolahan data spektrum dan jumlah faktor terbaik PLS disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Prediksi asam lemak bebas kopra dengan akurasi terbaik diperoleh dengan pengolahan data menggunakan *pretreatment* OSC dengan nilai $r=0,90$, $SEC=0,039\%$, $SEP=0,48\%$, $CV=22,69\%$, $RPD= 1,93$ dan $konsistensi= 80,55\%$. Prediksi asam lemak bebas menunjukkan bahwa *pretreatment* OSC adalah yang paling baik karena OSC dapat memperbaiki data X matriks (data NIRS), spektrum data NIR dengan menghapus informasi dari spektrum yang *orthogonal* berkorelasi dengan data matriks Y (data

kimia) yang merupakan standar mutu atribut data. Plot prediksi kandungan asam lemak bebas kopra terbaik ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 3. Hasil kalibrasi dan validasi untuk kandungan asam lemak bebas dengan menggunakan 4 jenis *pretreatment* dengan metode PLS

Pengolahan Data	Faktor PLS	r	SEC (%)	SEP (%)	CV (%)	RPD	Konsistensi (%)
Original	17	0,86	0,046	0,053	25,09	1,64	85,61
MSC	13	0,85	0,046	0,057	26,96	1,61	81,18
SNV	14	0,85	0,046	0,055	26,14	1,63	82,89
OSC	11	0,90	0,039	0,048	22,69	1,93	80,55
Normalization	18	0,87	0,043	0,052	24,42	1,74	83,18

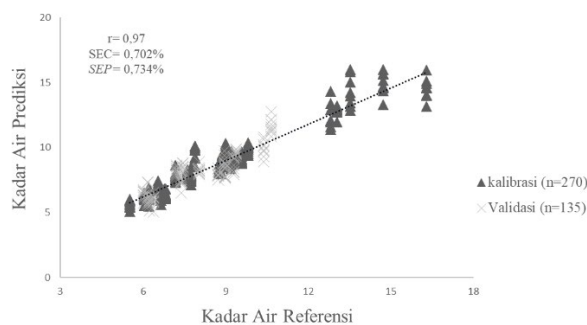


Gambar 4. Plot Prediksi asam lemak bebas kopra terbaik

Tabel 4. Hasil kalibrasi dan validasi untuk kadar air dengan menggunakan 4 jenis *pretreatment* dengan metode PLS

Pengolahan Data	Faktor PLS	r	SEC (%)	SEP (%)	CV (%)	RPD	Konsistensi (%)
Original	13	0,96	0,798	0,835	10,33	3,00	95,52
MSC	13	0,97	0,665	0,746	9,23	3,61	89,10
SNV	12	0,97	0,702	0,734	9,08	3,41	95,76
OSC	13	0,83	1,498	1,544	19,11	1,60	97,02
Normalization	11	0,94	0,897	0,894	11,06	2,67	100,29

Berdasarkan data Tabel 4 diketahui bahwa transformasi yang digunakan adalah transformasi data spektrum absorban (Log 1/R) dengan parameter statistik (r, SEC, SEP, CV, RPD, dan konsistensi). Data statistik yang didapat dari 4 *pretreatment* yang dilakukan menunjukkan data prediksi dengan menggunakan *pretreatment* SNV pada faktor 12 PLS merupakan prediksi terbaik kadar air kopra dengan nilai r= 0,97, SEC= 0,702%, SEP= 0,734%, CV= 9,08%, RPD= 3,41% dan konsistensi 95,76%. Hal ini karena *pretreatment* SNV dapat menghilangkan gangguan *multiplicative inferences* dan *scatter effects*. Lebih lanjut plot prediksi pendugaan kadar air kopra paling baik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot prediksi kadar air kopra terbaik

Penggunaan FT-NIRS dalam memprediksi kadar air kopra sudah baik merujuk Nicolai *et al* (2007), namun masih kasar dalam memprediksi asam lemak bebas. Kedua komponen tersebut menjadi parameter utama dalam komponen kimia kopra. Dengan kondisi kopra yang masih utuh serta bentuk yang tidak beraturan membuat FT-NIRS kesulitan dalam menduga asam lemak bebas dari kopra sehingga terdapat cukup banyak *noise* dalam spektrum yang akan mempengaruhi hasil prediksi sesuai dengan Cen dan He (2007) pendeteksi sampel disesuaikan dengan bentuk sampel seperti cair atau padat. Disamping itu rentang kadungan asam lemak bebas kopra kecil dan jumlah data yang masih terbatas. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kadar air dan asam lemak bebas biji jarak pagar dapat diprediksi dengan baik menggunakan NIRS (Lengkey 2013). Hasil penelitian ini lebih baik dari penelitian sebelumnya (Iqbal *et al.* 2018) dalam memprediksi asam lemak bebas TBS sawit.

Hasil prediksi kadar air paling baik dengan menggunakan *pretreatment* SNV dan kandungan asam lemak bebas paling baik menggunakan *pretreatment* OSC. Hal ini dimungkinkan karena *noise* yang diperoleh dari pengukuran spektrum relatif cukup tinggi sehingga pengolahan data *pretreatment* menjadi alternatif untuk memperbaiki data spektrum dari akuisisi NIRS dengan hasil *pretreatment* terbaik untuk kadar air adalah SNV dan untuk asam lemak bebas adalah OSC. *Noise* pada hasil pengukuran spektrum pada umumnya disebabkan oleh keakuratan akuisisi dan preparasi sampel yang kurang tepat dan kondisi lingkungan akuisisi (Katsumoto *et al* 2001). Menurut Katsumoto *et al* (2001) salah satu upaya untuk mengurangi *noise* adalah dengan melakukan akuisisi secara berulang dan membuat hasil rata-rata spektrum.

4. Kesimpulan

Prediksi terbaik menggunakan NIRS untuk mendeteksi mutu kopra (kadar air dan asam lemak bebas) berada pada panjang gelombang optimum 1000-2500 nm. Hasil terbaik untuk prediksi kadar air kopra adalah menggunakan *pretreatment* data optimum yaitu SNV dan faktor PLS 12 dengan nilai $r = 0,97$, $SEC = 0,702\%$, $SEP = 0,734\%$, $CV = 9,08\%$, $RPD = 3,41$ dan konsistensi 95,76%. Sedangkan prediksi terbaik untuk asam lemak bebas kopra adalah menggunakan *pretreatment* data optimum yaitu OSC dan faktor PLS 11 dengan nilai $r = 0,90$, $SEC = 0,039\%$, $SEP = 0,048\%$, $CV = 22,69\%$, $RPD = 1,93$ dan konsistensi= 80,55%. Dengan demikian, metoda NIRS dapat digunakan untuk memprediksi kadar air kopra secara akurat dan non-destruktif, namun kurang akurat untuk prediksi asam lemak bebas.

5. Daftar Pustaka

- Abbas O, Audrey P, Vincent B. 2020. Near-Infrared, Mid-Infrared, and Raman spectroscopy. Chapter 3: Chemical Analysis of Food. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-813266-1.00003-6>
- Arista YLV. 2021. Pendugaan Kandungan Kimia Kelapa Parut Kering Menggunakan FT-Near Infrared Spectroscopy. Tesis. IPB, Bogor.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1995. SNI 01-3946-1995 tentang Persyaratan Mutu Kopra. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Buning-Pfaue H. 2003. Analysis of Water in Food by Near Infrared Spectroscopy. *J Food Chemistry* 82 : 107-115.
- Cen H, He Y. 2007. Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality. *J Trends in Food Sci & Technol.* 18: 72-83.
- Craig AP, Franca AS, Oliveira LS, Irudayaraj J, Ilegeji K. 2014. Fourier transform infrared spectroscopy and near infrared spectroscopy for the quantification of defects in roasted coffees. *Journal Talanta.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2014.11.038>
- Gauglitz G, Vo-Dinh T. 2006. Handbook of spectroscopy. John Wiley & Sons.
- Iqbal Z, Sam H, dan Slamet W. 2018. Evaluasi Non-Destruktif Kandungan Asam Lemak Bebas (ALB) Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit dengan Metode NIR Spektroskopi. *J Teknik Pertanian Lampung.* 7(1): 80-87.
- [ITC] International Trade Center. 2021. 1203 – Copra. <http://www.trademap.org>
- Jiang H, Tong L, Quansheng C. 2020. Quantitative detection of fatty acid value during storage of white based on portable near-infrared (NIR) spectroscopy system. *Journal Infrared Physics and Technology.* 109: 103423.
- Katsumoto Y, Jiang J H, Berry R J, Ozaki Y. 2001. Modern pretreatment methods in NIR Spectroscopy. *Journal Near Infrared Anal.* 2: 29-36.
- Lengkey LCECH, Budiastra IW, Seminar KB, Purwoko BS. 2013. Model Pendugaan Kandungan Air, Lemak dan Asam Lemak Bebas pada tiga provenan Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas L*) Menggunakan Spektroskopi Inframerah Dekat dengan Metode Partial Least Square (PLS). *Jurnal Litri.* 19 (14): 203-211.
- Nicolai BM, K Beullens, E Bobelyn, A Peirs, W Saeys, KI Theron, J Lamertyn. 2007. Non-Destructive Measurement of Fruit and Vegetable Quality by Means of NIR Spectroscopy : A Review Postharvest Biology and Technology. 46: 99-118.
- Osborne BG, Fearn T, Hindle PH. 1993. *Practical NIR Spectroscopy.* UK: Longman Scientific and Technical.
- Rinaldi, S.F. dan Karyani, T. 2015. Analisis Daya Saing Ekspor Komoditas Kopra Indonesia di Pasar International. Prosiding. Seminar Nasional Pembangunan Inklusif di sektro Pertanian II. 9-10 September 2015. pp. 1- 14.
- Shi H, Peiqiang Y. 2017. Comparison of grating-based near-infrared (NIR) and Fourier transform mid-infrared (ATR-FT/MIR) spectroscopy based on spectral preprocessing and

wavelength selection for the determination of crude protein and moisture content in wheat. *Journal Food Control*. DOI: 10.1016/j.foodcont.2017.06.015.

Wang X. 2019. Near-Infrared spectroscopy for food quality evaluation. Chapter 7. Evaluation Technologies for Food Quality. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814217-2.00007-X>

William P, Norris K. 1990. *Near Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries*. Edisi Ke-2. Minnesota (USA): American Association of Cereal Chemists Inc.