

PREDIKSI KANDUNGAN MINYAK DAN ASAM LEMAK BEBAS BIJI KEMIRI SUNAN SECARA NON-DESTRUKTIF MENGUNAKAN *NEAR INFRARED SPECTROSCOPY*

ELISABETH SONYA LUMBANTORUAN



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Prediksi Kandungan Minyak dan Asam Lemak Bebas Biji Kemiri Sunan secara Non-destruktif Menggunakan *Near Infrared Spectroscopy*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Elisabeth Sonya Lumbantoruan
F1401201068



ABSTRAK

ELISABETH SONYA LUMBANTORUAN. Prediksi Kandungan Minyak dan Asam Lemak Bebas Biji Kemiri Sunan secara Non-destruktif Menggunakan *Near Infrared Spectroscopy*. Dibimbing oleh I WAYAN BUDIASTRA dan SAMSUDIN.

Permintaan energi terus meningkat seiring dengan berjalannya waktu. Data konsumsi energi Indonesia pada tahun 2022 terdiri dari 40,3% minyak bumi, 25,2% batu bara, 6,3% gas, 15,4% listrik, 6,15% LPG, dan 6,5% energi terbarukan. Data ini mencerminkan ketergantungan yang tinggi pada sumber energi tak terbarukan, terutama minyak bumi. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk menggantikan minyak bumi yaitu biodiesel. Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai bahan baku biodiesel adalah kemiri sunan. Minyak dan asam lemak bebas (ALB) merupakan parameter mutu kemiri sunan yang memengaruhi hasil biodiesel. Pengukuran kandungan kimia tersebut umumnya dilakukan secara destruktif di laboratorium, memerlukan waktu yang lama dan biaya yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan metode yang lebih sederhana, cepat, dan akurat. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah NIRS (*Near Infrared Spectroscopy*). Tujuan penelitian ini adalah memprediksi kandungan kimia (minyak dan ALB) biji utuh kemiri sunan secara non-destruktif menggunakan NIRS. Penelitian ini menggunakan 32 sampel biji utuh kemiri sunan. Pengujian destruktif dilakukan untuk memperoleh data kimia sebagai acuan dan pengukuran non-destruktif dengan NIR untuk memperoleh data spektrum pada panjang gelombang 1000-2500 nm. Metode analisis data yang digunakan adalah metode PLS (*Partial Least Square*) dengan beberapa pra-perlakuan spektra NIR yaitu normalisasi, *Standar Normal Variate* (SNV), *de trending*, dan *Smoothing Savitzky-golay*. Hasil kalibrasi dan validasi kandungan minyak dan asam lemak bebas terbaik diperoleh dengan *Smoothing Savitzky-golay* 9 titik dan faktor PLS 12 dengan $r = 0,81$, SEC = 3,43%, SEP = 4,28%, RPD = 1,25, dan konsistensi 80,10% untuk kadar minyak, dan faktor PLS 9 dengan $r = 0,82$, SEC = 0,511%, SEP = 0,513%, RPD = 1,57, dan konsistensi = 99,59% untuk ALB. Dengan menggunakan metode *threshold*, model prediksi memiliki potensi untuk mengelompokkan kandungan kimia biji kemiri sunan menjadi dua kategori yaitu tinggi dan rendah berdasarkan kadar minyak dengan akurasi sebesar 87,5% dan ALB dengan akurasi sebesar 75%.

Kata kunci : kadar asam lemak bebas, kadar minyak, kemiri sunan, NIR, PLS

ABSTRACT

ELISABETH SONYA LUMBANTORUAN. Prediction of Oil and Free Fatty Acid Content in Kemiri Sunan Seeds Non-destructively Using Near Infrared Spectroscopy. Supervised by I WAYAN BUDIASTRA and SAMSUDIN.

Energy demand is continuously increasing over time. Energy consumption data for Indonesia in 2022 consisted of 40.3% petroleum, 25.2% coal, 6.3% gas, 15.4% electricity, 6.15% LPG, and 6.5% renewable energy. This data reflects a high dependence on non-renewable energy sources, especially petroleum. Therefore, there is a need for the development of environmentally friendly and sustainable alternative fuels to replace petroleum, such as biodiesel. One plant with high potential as a raw material for biodiesel is kemiri sunan. Oil and free fatty acid (FFA) are quality parameters of kemiri sunan that affect biodiesel yield. The measurement of these chemical contents is generally performed destructively in laboratories, which is time-consuming and expensive. Therefore, a simpler, faster, and more accurate method is needed. One such method is NIRS (Near Infrared Spectroscopy). The aim of this research is to predict the chemical content (oil and FFA) of whole kemiri sunan seeds non-destructively using an NIR spectrometer. This study uses 32 samples of whole kemiri sunan seeds. Destructive measurements is conducted to obtain reference chemical data and non-destructive measurements with NIR are carried out to obtain spectral data at wavelengths of 1000-2500 nm. The data analysis method used is the PLS (Partial Least Square) method with several spectra pre-treatments, including normalization, Standard Normal Variate (SNV), detrending, and Savitzky-Golay Smoothing. The best calibration and validation results for oil content and free fatty acids were obtained with the Savitzky-golay Smoothing 9 points and PLS factor 12, with $r = 0.81$, $SEC = 3.43\%$, $SEP = 4.28\%$, $RPD=1.25$, and consistency = 80.10% for oil content and PLS factor 9 with $r = 0.82$, $SEC = 0.511\%$, $SEP = 0.513\%$, $RPD=1.57$, and consistency = 99.59% for FFA. By using the threshold method, the prediction model has the potential to classify the chemical content of kemiri sunan seeds into two categories, high and low, based on oil with accuracy of 87.5% for oil content and 75% for FFA content.

Keywords: free fatty acid content, kemiri sunan, NIR, oil content, PLS



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



**PREDIKSI KANDUNGAN MINYAK DAN ASAM LEMAK
BEBAS BIJI KEMIRI SUNAN SECARA NON-DESTRUKTIF
MENGUNAKAN *NEAR INFRARED SPECTROSCOPY***

ELISABETH SONYA LUMBANTORUAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1 Dr. Ir. Samsudin, M.Si
2 Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si

Judul Skripsi : Prediksi Kandungan Minyak dan Asam Lemak Bebas Biji Kemiri
Sunan secara Non-destruktif Menggunakan *Near Infrared Spectroscopy*

Nama : Elisabeth Sonya Lumbantoruan
NIM : F1401201068

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr
NIP 196110191986011002



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Samsudin, M.Si
NIP.196805061997031003



Diketahui oleh

Ketua Departemen :
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc, Agr
NIP.196307201986011002



Tanggal Ujian:
8 Juli 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2024 sampai bulan Mei 2024 ini ialah teknik pengukuran mutu hasil pertanian menggunakan NIR dengan judul “Prediksi Kandungan Minyak dan Asam Lemak Bebas Biji Kemiri Sunan secara Non-destruktif Menggunakan *Near Infrared Spectroscopy*”.

Segenap ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Dr. Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing dan banyak memberi saran serta perhatian kepada penulis hingga selesainya karya tulis ini.
2. Dr. Ir. Samsudin, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan saran, arahan, dan dukungan kepada penulis.
3. Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si selaku dosen penguji serta Dr. Ir. Gatot Pramuhadi, M.Si selaku dosen moderator yang telah memberikan saran, kritik, dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
4. BSIP TRI Sukabumi, Pak Baskara, Ibu Sefti Virgian, dan Pak Rahmat yang telah membantu selama pengumpulan data.
5. Teristimewa kepada kedua orangtua tersayang Bapak Baginda Lumbantoruan dan Ibu Tiurma Hutasoit yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat yang tiada hentinya.
6. Bapak Jonny, Tante Elis, Uda Christian, Tante Albert, Opung Dida, Kevin Jonatan Lumbantoruan, Samuel Petrik Lumbantoruan, Sarah Merylen Lumbantoruan, Michelle yang selalu memberi dukungan kepada penulis.
7. Sri Widyastuti dan Ketrina Pramesya yang menjadi teman diskusi selama penulisan karya ini.
8. Sunday Sinambela, Tarisa Fadilah, Desti Nurwanti, Tiara Wisadara, Anisya Dika Silfiya, Azizah Nur Aliyah, Adisti Denisy, Maharani Putri Handayani, Risalania Aslamah, Nadhyah Syifa Camila, Annida Rahmadiyah Ukhti, Theresa Messaline, dan Iin Indayanti yang telah menemani penulis selama penulisan karya ini.
9. Terima kasih kepada seluruh rekan-rekan Teknik Mesin dan Biosistem.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Elisabeth Sonya Lumbantoruan



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kemiri Sunan (<i>Reutealis trisperma</i> (Blanco) Airy Shaw)	3
2.2 NIRS (<i>Near Infrared Spectroscopy</i>)	5
2.3 Aplikasi Metode <i>Near Infrared</i>	7
2.4 Metode Pengolahan Data Spektrum	7
2.5 Kalibrasi dan Validasi	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil Pengukuran Kandungan Kimia Biji Kemiri Sunan secara Destruktif	16
4.2 Karakteristik Spektrum Absorban NIR biji Utuh Kemiri Sunan	16
4.3 <i>Pre-treatment</i> Data Original NIR	18
4.4 Hasil Kalibrasi dan Validasi	20
4.5 Pengelompokan Kandungan Kimia dengan Metode <i>Threshold</i>	23
4.6 Pembahasan	24
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	37



DAFTAR TABEL

1	Komposisi asam lemak kemiri sunan (%)	5
2	Analisis proksimat daging biji kemiri sunan	5
3	Hasil pengukuran kandungan kimia kemiri sunan secara destruktif	16
4	Hasil kalibrasi dan validasi minyak menggunakan PLS	21
5	Hasil kalibrasi dan validasi ALB menggunakan PLS	22
6	Pengelompokan data minyak	23
7	Hasil pengelompokan data minyak	23
8	Pengelompokan data ALB	23
9	Hasil pengelompokan data ALB	24

DAFTAR GAMBAR

1	Kemiri sunan	3
2	Pohon kemiri sunan	4
3	Proses penyinaran inframerah pada sampel	6
4	Instrumen NIR tipe NIRFlex N-500	9
5	Penanganan pasca panen	10
6	Pengambilan spektrum NIR biji kemiri sunan	11
7	Pengukuran kandungan minyak	11
8	Pengukuran kadar ALB	12
9	Diagram alir prosedur penelitian	15
10	Spektra original absorban	17
11	Spektra dengan <i>pre-treatment</i> normalisasi	18
12	Spektra dengan <i>pre-treatment</i> SNV	19
13	Spektra dengan <i>pre-treatment de-trending</i>	19
14	Spektra dengan <i>pre-treatment Smoothing Savitzky-golay</i>	20
15	Hasil kalibrasi dan validasi minyak	21
16	Grafik hasil kalibrasi dan validasi PLS ALB	22
17	Komponen biji kemiri sunan	25
18	Spektra absorban kemiri sunan	25

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kandungan kimia hasil pengukuran secara destruktif pada biji kemiri sunan penyimpanan 10 hari	33
2	Kandungan kimia hasil pengukuran secara destruktif pada biji kemiri sunan penyimpanan 18 hari	34
3	Penyerapan spektra NIR	35
4	Spesifikasi NIRFlex N-500	37