

PREDIKSI KANDUNGAN KIMIA BUAH KELAPA SAWIT SECARA NON-DESTRUKTIF BERDASARKAN SIFAT KONDUKTANSI LISTRIK

**ADITYA SARENDRA RACHMAN
F1401211104**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

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 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 Kimia Buah Kelapa Sawit secara Non-Destruktif Berdasarkan Sifat Konduktansi Listrik” 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, 24 Juni 2025

Aditya Sarendra Rachman
F1401211104

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.

ABSTRAK

ADITYA SARENDRA RACHMAN. Prediksi Kandungan Kimia Buah Kelapa Sawit secara Non-Destruktif Berdasarkan Sifat Konduktansi Listrik. Dibimbing oleh I WAYAN BUDIASTRA.

Kualitas minyak kelapa sawit ditentukan oleh kematangan buah. Panen pada waktu yang tepat menghasilkan kadar ALB rendah. Penentuan kematangan secara visual berdasarkan warna memiliki kekurangan karena bersifat subyektif, sedangkan dengan metode kimia sangat akurat, tetapi memerlukan waktu yang lama dan biaya mahal. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode prediksi kandungan kimia buah kelapa sawit secara non-destruktif berdasarkan sifat konduktansi listrik menggunakan metode *Partial Least Squares* (PLS). Pengukuran sifat listrik dilakukan menggunakan LCR meter, kandungan kimia (kadar air, kadar minyak, dan kadar ALB) ditentukan menggunakan metode kimia. Data konduktansi listrik dilakukan *pre-treatment*, kemudian dikalibrasi dengan data kimia. Prediksi kadar air terbaik diperoleh menggunakan *pre-treatment* MSC dengan 1 faktor PLS ($r = 0,94$; $SEC = 8,14\%$; $SEP = 8,80\%$; $CV = 13,68\%$; $RPD = 2,67$). Prediksi kadar minyak terbaik diperoleh menggunakan *pre-treatment* *Normalize* dengan 1 faktor PLS ($r = 0,91$; $SEC = 7,51\%$; $SEP = 6,66\%$; $CV = 29,92\%$; $RPD = 2,27$). Sedangkan prediksi kadar asam lemak bebas terbaik adalah metode konduktansi menggunakan *pre-treatment* SNV dengan 1 faktor PLS ($r = 0,66$; $SEC = 1,35\%$; $SEP = 1,74\%$; $CV = 50,78\%$; $RPD = 1,04$). Metode konduktansi dan PLS mempunyai potensi digunakan untuk prediksi kadar air dan kadar minyak buah sawit secara non-destruktif, namun tidak dapat digunakan untuk prediksi asam lemak bebas.

Kata kunci: kadar minyak, kadar ALB, kelapa sawit, konduktansi, PLS.



ABSTRACT

ADITYA SARENDRA RACHMAN. Non-Destructive Prediction of Chemical Content of Oil Palm Fruit Based on Electrical Conductance Properties. Supervised by I WAYAN BUDIASTRA.

The quality of palm oil is determined by the ripeness of the fruit. Harvesting at the right time results in low FFA levels. Determining ripeness visually based on color has its drawbacks because it is subjective, while chemical methods are very accurate but require a long time and are expensive. This study aims to develop a non-destructive method for predicting the chemical composition of palm oil fruits based on electrical conductance properties using the Partial Least Squares (PLS) method. Electrical properties were measured using an LCR meter, and chemical composition (moisture content, oil content, and FFA content) was determined using chemical methods. Electrical conductance data were pre-treated and then calibrated with chemical data. The best water content prediction was obtained using the MSC pre-treatment with 1 PLS factor ($r = 0.94$; $SEC = 8.14\%$; $SEP = 8.80\%$; $CV = 13.68\%$; $RPD = 2.67$). The best oil content prediction was obtained using the Normalize pre-treatment with 1 PLS factor ($r = 0.91$; $SEC = 7.51\%$; $SEP = 6.66\%$; $CV = 29.92\%$; $RPD = 2.27$). Meanwhile, the best prediction of free fatty acid content was obtained using the conductance method with SNV pre-treatment and 1 PLS factor ($r = 0.66$; $SEC = 1.35\%$; $SEP = 1.74\%$; $CV = 50.78\%$; $RPD = 1.04$). Conductance and PLS methods has potentially used for non-destructive prediction of water and oil content in palm fruit, but cannot be used for predicting free fatty acid content.

Keywords: conductance, FFA content, oil content, palm oil, 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 milik IPB, tahun 2025
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 KIMIA BUAH KELAPA SAWIT SECARA NON-DESTRUKTIF BERDASARKAN SIFAT KONDUKTANSI LISTRIK

ADITYA SARENDRA RACHMAN

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
2025**



@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. Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr.
2. Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S.

Judul Skripsi : Prediksi Kandungan Kimia Buah Kelapa Sawit secara Non-
Destruktif Berdasarkan Sifat Konduktansi Listrik

Nama : Aditya Sarendra Rachman

NIM : F1401211104

Disetujui oleh

Pembimbing :

Prof. Dr. Ir. I Wayan Budiastara, M. Agr

NIP. 196110191986011002



Diketahui oleh

Ketua Departemen

Teknik Mesin dan Biosistem:

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr

NIP. 196304251989031001



Tanggal Ujian:
1 Juli 2025

Tanggal Lulus:

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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanaahu Wa Ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2025 sampai bulan Juni 2025 ini berjudul "Prediksi Kandungan Kimia Buah Kelapa Sawit secara Non-Destruktif Berdasarkan Sifat Konduktansi Listrik". Berjalannya penelitian sampai penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan program studi sarjana. Penulis tidak luput dari bantuan dalam bentuk tenaga, dukungan, doa, dan banyak bantuan lainnya dari berbagai pihak, Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr selaku dosen pembimbing atas ketersediaannya meluangkan waktu, tenaga, perhatian, dan pikirannya dalam memberikan arahan, masukan, dan nasihat kepada penulis selama penyusunan karya ilmiah.
2. Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr dan Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan pada karya ilmiah.
3. Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr selaku dosen moderator ujian yang memberi arahan dan masukan pada karya ilmiah.
4. Segenap dosen dan tendik Departemen Teknik Mesin dan Biosistem yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat untuk masa depan.
5. Orang tua tercinta, Papa Sarwi, Mama Rahayu Sulistijaningish, dan Adek Belinda Safira Rahma, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberi doa, semangat, motivasi dan dukungan semangat selama penulisan skripsi.
6. Kak Yunisa, Kak Verra, Bang Arief dan Kak Annis yang dengan sukarela meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan ilmu, masukan, bantuan dan semangat selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
7. Teman-teman satu bimbingan yang senantiasa membantu, membersamai, mendorong, dan menyemangati selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
8. Epa Malasari yang telah banyak membantu penulis dalam berbagai hal, baik bantuan tenaga, dukungan semangat, doa, motivasi, dan dorongan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
9. Teman-teman Resonance angkatan 58 yang memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir.
10. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dalam penyusunan skripsi.

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

Bogor, 24 Juni 2025

Aditya Sarendra Rachman



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kelapa Sawit	4
2.2 Mutu Panen Kelapa Sawit	4
2.3 Konduktansi	5
2.4 Spektroskopi Impedansi Listrik	5
2.5 <i>Partial Least Squares</i> (PLS)	5
2.6 Penelitian Sifat Listrik pada Hasil Pertanian	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Kandungan Kimia Buah Kelapa Sawit	12
4.2 Karakteristik Konduktansi Buah Kelapa Sawit	14
4.3 Kalibrasi dan Validasi dengan Metode PLS	16
V SIMPULAN DAN SARAN	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	27



DAFTAR TABEL

1.	Kandungan kimia pada buah kelapa sawit	13
2.	Hasil kalibrasi dan validasi prediksi kadar air buah kelapa sawit	17
3.	Hasil kalibrasi dan validasi prediksi kadar minyak buah kelapa sawit	19
4.	Hasil kalibrasi dan validasi prediksi kadar ALB buah kelapa sawit	21

DAFTAR GAMBAR

1.	Gambar 1 Diagram alir prosedur penelitian	8
2.	Gambar 2 Skema pengukuran sifat listrik menggunakan LCR Meter (1) Sampel buah (2) dua plat elektroda (3) LCR tester (4) perangkat komputer (Wu et al. 2008)	9
3.	Gambar 3 Grafik kandungan kimia pada tiap umur buah	13
4.	Gambar 4 Spektrum konduktansi pada berbagai umur buah tanpa menggunakan <i>pre-treatment</i>	14
5.	Gambar 5 Spektrum konduktansi pada berbagai umur buah menggunakan <i>pre-treatment Normalize</i>	15
6.	Gambar 6 Spektrum konduktansi pada berbagai umur buah menggunakan <i>pre-treatment Standard Normal Variate (SNV)</i>	15
7.	Gambar 7 Hasil kalibrasi dan validasi kadar air pada metode PLS	17
8.	Gambar 8 Hasil kalibrasi dan validasi kadar minyak pada metode PLS	19
9.	Gambar 9 Hasil kalibrasi dan validasi kadar ALB pada metode PLS	21

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Lampiran 1 Data kandungan kimia buah kelapa sawit	28
2.	Lampiran 2 Dokumentasi penelitian	29