

ANALISIS MUTU VANILI (*Vanilla planifolia*) SECARA CEPAT DAN PORTABEL BERBASIS *NEAR INFRARED SPECTROSCOPY* DAN *MACHINE LEARNING*

WIDYANINGRUM



ILMU KETEKNIKAN PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- a. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
 - b. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - c. 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 DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Analisis Mutu Vanili (*Vanilla planifolia*) Secara Cepat dan Portabel Berbasis *Near Infrared Spectroscopy* dan *Machine Learning*” 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 disertasi ini.

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

Bogor, Juni 2025

Widyaningrum
F1603211012

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.

RINGKASAN

WIDYANINGRUM. Analisis Mutu Vanili (*Vanilla planifolia*) Secara Cepat dan Portabel Berbasis *Near Infrared Spectroscopy* dan *Machine Learning*. Dibimbing oleh Y. ARIS PURWANTO, SLAMET WIDODO, SUPIJATNO, EVI SAVITRI IRIANI.

Penentuan mutu vanili secara cepat, akurat, dan non-destruktif menjadi tantangan utama dalam industri vanili. Pengujian mutu secara konvensional melalui analisis laboratorium memerlukan waktu yang lama dan biaya tinggi. Spektroskopi *Near-Infrared* (NIR) menawarkan solusi yang efisien dan ramah lingkungan. Namun, keterbatasan instrumen NIR konvensional seperti ukuran yang besar dan harga instrumen yang mahal masih menjadi kendala. Kombinasi teknologi NIR portabel dengan algoritma *machine learning* diusulkan sebagai pendekatan inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi analisis mutu vanili. Penelitian ini juga mengkaji rentang panjang gelombang *short wave* NIR (SW-NIR) 740–1070 nm dan *long wave* NIR (LW-NIR) 1350–2550 nm untuk meningkatkan performa prediksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model non-destruktif berbasis NIR portabel dan *machine learning* untuk memprediksi kadar air dan vanilin pada vanili, mengembangkan model klasifikasi untuk menentukan *grade* vanili, mengkaji efektivitas dua rentang panjang gelombang NIR (SW-NIR dan LW-NIR) dalam meningkatkan akurasi prediksi mutu, serta mengevaluasi sensitivitas model melalui analisis nilai *Limit of Detection* (LOD) dan *Limit of Quantification* (LOQ). Model prediksi dibangun menggunakan algoritma *Random Forest* (RF), *Support Vector Regression* (SVR), dan *Partial Least Square* (PLS), sedangkan model klasifikasi menggunakan RF, *Decision Tree* (DT), *k-Nearest Neighbors* (k-NN), dan *Naïve Bayes* (NB). Data spektra diproses dengan metode *preprocessing*, seperti *Min-Max normalization*, *Standard Normal Variate* (SNV), *Multiplicative Scatter Correction* (MSC), *First Derivative*, serta kombinasi *First Derivative*-SNV dan *First Derivative*-MSC. Teknik *oversampling* SMOTE digunakan untuk mengatasi ketidakseimbangan data. Evaluasi model prediksi dilakukan menggunakan parameter R^2 , RPD, RMSE, RER serta LOD dan LOQ. Evaluasi model klasifikasi menggunakan parameter evaluasi seperti *macro average prediction*, *macro average recall*, *macro average F1-score* dan *multiclass-Area Under ROC Curve*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma RF secara konsisten menghasilkan performa terbaik untuk ketiga tujuan: klasifikasi mutu, prediksi kadar air, dan prediksi kadar vanilin. Model klasifikasi terbaik diperoleh dari kombinasi RF dan *preprocessing first derivative*-SNV pada spektra SW-NIR, dengan nilai *F1-score* 0,85 dan *multiclass AUC* 0,91. Kinerja klasifikasi pada LW-NIR cenderung lebih rendah, dengan *F1-score* 0,69 dan *AUC* 0,81. Penggunaan SMOTE tidak memberikan dampak yang signifikan dalam klasifikasi pada dataset berdimensi tinggi seperti data spektra NIR. Untuk prediksi kadar air, performa terbaik dicapai pada spektra LW-NIR menggunakan kombinasi RF dan *first derivative*, dengan nilai R^2 sebesar 0,97, RPD 7,75, RMSE 1,41, RER 34,21, LOD 4,59, dan LOQ 15,29. Pada SW-NIR, hasil terbaik diperoleh dari RF dengan *first derivative*-SNV, menghasilkan R^2 0,94, RPD 5,42, RMSE 2,04, RER 23,65, LOD 7,27, LOQ 24,23. Sementara itu, prediksi kadar vanilin terbaik diperoleh pada SW-NIR dengan *MinMax Normalization* (R^2 0,94; RPD 4,58; RMSE 0,11; RER 17,21; LOD 0,45;

LOQ 1,51) serta pada LW-NIR dengan *preprocessing first derivative*–SNV (R^2 0,98; RPD 3,62; RMSE 0,14; RER 13,64; LOD 0,63; LOQ 2,09). Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi portabel NIR dengan *machine learning* khususnya RF mampu meningkatkan akurasi prediksi mutu vanili secara signifikan. Temuan ini berkontribusi terhadap pengembangan metode analisis yang cepat, hemat biaya, dan dapat diterapkan secara praktis di industri, serta mendukung upaya peningkatan daya saing vanili Indonesia di pasar global.

Kata kunci : klasifikasi mutu, *machine learning*, vanili, kadar vanillin, spektroskopi NIR portabel

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.

For vanillin prediction, the highest performance was observed on SW-NIR spectra with MinMax Normalization, with an R^2 of 0.94, an RPD of 4.58, an RMSE of 0.11, an RER of 17,21, an LOD of 0.45, and an LOQ of 1.51. On the LW-NIR range, the best result was achieved using Random Forest with first derivative–SNV preprocessing, producing an R^2 of 0.98, an RPD of 3.62, an RMSE of 0.14, an RER of 13.64, an LOD of 0.63, and an LOQ of 2.09.

This study highlights that the use of portable NIR spectroscopy combined with machine learning, with Random Forest yielding the best performance, can significantly improve the accuracy of vanilla quality predictions. Incorporating the analysis of LOD and LOQ offers deeper understanding of the sensitivity of the method and its effectiveness in detecting and quantifying target compounds. The findings contribute to the advancement of a fast, cost-efficient, and non-destructive approach for quality evaluation, and strengthen the potential of Indonesian vanilla to compete in the global market.

Keywords : machine learning, portable NIR spectroscopy, vanilla, vanillin content, quality classification

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

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.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- 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.

**ANALISIS MUTU VANILI (*Vanilla planifolia*) SECARA CEPAT
DAN PORTABEL BERBASIS *NEAR INFRARED*
SPECTROSCOPY DAN *MACHINE LEARNING***

WIDYANINGRUM

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Keteknikan Pertanian

**ILMU KETEKNIKAN PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2025**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- a. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- b. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- c. 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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. I Wayan Budiastra, M.Agr.
- 2 Prof. Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr. Ir. I Wayan Budiastra, M.Agr.
- 2 Prof. Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.

Judul Disertasi : Analisis Mutu Vanili (*Vanilla planifolia*) Secara Cepat dan Portabel Berbasis *Near Infrared Spectroscopy* dan *Machine Learning*
Nama : Widyaningrum
NIM : F1603211012

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Y. Aris Purwanto, M.Sc. _____

Pembimbing 2:
Dr. Slamet Widodo, S.TP., M.Sc. _____

Pembimbing 3:
Dr. Ir. Supijatno, M.Si. _____

Pembimbing 4:
Dr. Ir. Evi Savitri Iriani, M.Si. _____

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Ilmu Keteknikan Pertanian
Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr. _____
NIP. 195907201986011002

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr. _____
NIP. 196105021986031002

Tanggal Ujian Tertutup: 16 Mei 2025
Tanggal Ujian Terbuka: 16 Juni 2025
Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga disertasi ini berhasil diselesaikan dengan judul “Analisis Mutu Vanili (*Vanilla planifolia*) Secara Cepat dan Portabel Berbasis *Near Infrared Spectroscopy* dan *Machine Learning*”.

Penulisan disertasi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Y. Aris Purwanto, M.Sc., Dr. Slamet Widodo, S.TP., MSc., Dr. Ir. Supijatno, M.Si dan Dr. Ir. Evi Savitri Iriani, M.Si. selaku komisi pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan, dan masukan yang berharga selama proses penelitian dan penulisan disertasi ini.
2. Prof. Dr. Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr. dan Prof. Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr. selaku penguji luar komisi pembimbing pada ujian tertutup dan terbuka atas bimbingan dan saran yang konstruktif untuk memperbaiki dan menyempurnakan disertasi ini.
3. Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr. selaku ketua program studi TEP dan Dr. Muhamad Yulianto, ST., MT. selaku sekretaris program studi TEP, serta seluruh dosen dan tendik di Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, atas bantuan, arahan, dan dukungan selama menempuh studi.
4. Kementerian Pertanian melalui Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian dan Pusat Pendidikan Pertanian yang telah memberikan dukungan melalui beasiswa tugas belajar Kementan 2021.
5. Dr. drh. Purwanta, M.Kes., selaku Direktur Polbangtan Manokwari periode 2018-2024 yang telah memberikan izin, kesempatan serta dukungan bagi penulis untuk melaksanakan tugas belajar.
6. Dr. O'eng Anwarudin, S.Pt., M.Si. selaku Direktur Polbangtan Manokwari periode 2024-2025 dan rekan-rekan di Polbangtan Manokwari yang telah memberikan dukungan dalam menjalankan tugas belajar.
7. drh. Arinaung Siregar, M.Si. selaku Kepala Balai Karantina Pertanian Mataram periode 2018-2023 atas ilmu dan pengalaman yang beliau bagikan kepada penulis selama penelitian.
8. Teman-teman di Program Doktor Ilmu Keteknikan Pertanian Angkatan 2021, Mbak Verra, Mas Dodik, Pak Atok, Pak Prayudi, Pak Hendri, Pak Andi, Pak Diswandi, Pak Ridwan, Mas Lukman, terima kasih atas kebersamaan dan diskusi selama menempuh studi doctoral.
9. Teman-teman di IPB yang juga banyak membantu selama studi doktor; Kak Yulni, Kak Yunisa, Kak Mika, Mbak Nunik, Mbak Rani, Masyitah dan teman-teman lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuan, diskusi dan semangat yang saling menguatkan.
10. Keluarga atas doa, motivasi, serta dukungan moral yang senantiasa menguatkan penulis dalam menyelesaikan studi doctoral.
11. Seluruh pihak yang berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penelitian dan penulisan disertasi, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga disertasi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun penerapannya di bidang ilmu keteknikan pertanian.

Bogor, Juni 2025

Widyaningrum

@Hak cipta milik IPB University

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Kebaruan	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum Vanili	6
2.2 Panen dan Pascapanen Vanili	7
2.3 Komposisi Kimia Vanili	8
2.4 Standar Mutu Vanili	10
2.5 <i>Near-Infrared Spectroscopy</i>	10
2.6 Portabel NIR	12
2.7 <i>Data Preprocessing</i>	13
2.8 <i>Partial Least Square Regression (PLS)</i>	15
2.9 <i>Machine Learning</i>	15
2.9.1 <i>Random Forest</i>	16
2.9.2 <i>Support Vector Regression</i>	17
2.9.3 <i>Decision Tree</i>	18
2.9.4 <i>k-Nearest Neighbor</i>	19
2.9.5 <i>Naïve Bayes</i>	20
III METODOLOGI	21
3.1 Kerangka Pemikiran	21
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan	22
3.4 Prosedur Penelitian	22
3.4.1 Akuisisi Data Spektra	22
3.4.2 Pengujian Kadar Air Vanili	24
3.4.3 Pengujian Kadar Vanilin	24
3.4.5 <i>Preprocessing Data</i>	25
3.4.6 Analisis Data	26
3.4.7 Evaluasi Model	28
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33

4.1 Interpretasi Spektra Vanili	33
4.2 Klasifikasi Vanili Berdasarkan <i>Grade</i>	35
4.3 Prediksi Kadar Air Vanili	43
4.4 Prediksi Kadar Vanilin	48
V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	63
RIWAYAT HIDUP	70

DAFTAR GAMBAR

1	Polong vanili hijau (a) dan polong vanili kering (b)	6
2	Polong vanili usia panen 9 bulan	7
3	Konversi glukovanillin menjadi vanillin	9
4	Struktur kimia dari komponen utama yang memberikan rasa khas pada vanili	9
5	Spektrum elektromagnetik	11
6	Mode akuisisi spektrum spektroskopi NIR	11
7	Random forest <i>classifier</i>	16
8	Random forest <i>regression</i>	17
9	Representasi Grafis Model Linear ϵ -SVR	17
10	Representasi Grafis Model Nonlinear ϵ -SVR	18
11	Struktur decision tree	19
12	Ilustrasi k-NN dengan k=1 dan k=3	20
13	Kerangka pemikiran penelitian	21
14	Akuisisi data spektra	23
15	Bagan alur penelitian	32
16	Spektra mentah vanili pada panjang gelombang (a) 740-1070 nm dan (b) 1350-2550 nm	33
17	Rata-rata spektrum mentah vanili pada panjang gelombang (a) 740–1070 nm dan (b) 1350–2550 nm berkaitan dengan pola khas ikatan kimia	33
18	Sampel vanili dengan berbagai <i>grade</i>	36
19	Distribusi data vanili berdasarkan <i>grade</i>	36
20	Kinerja prediksi kadar air vanili menggunakan algoritma RF-First Derivative-SNV pada panjang gelombang 740–1070 nm (a) dan RF-First Derivative pada panjang gelombang 1350–2550 nm (b)	45
21	Kinerja prediksi kadar vanilin pada vanili menggunakan algoritma RF tanpa preprocessing spektra pada panjang gelombang 740–1070 nm (a) dan algoritma RF-First Derivative-SNV pada panjang gelombang 1350–2550 nm (b)	50

DAFTAR TABEL

1	Syarat umum vanili berdasarkan SNI	10
2	Syarat mutu vanili berdasarkan SNI	10
3	Beberapa metode <i>preprocessing</i> yang digunakan untuk perbaikan data spektra	14
4	<i>Hyperparameter setting</i> untuk klasifikasi vanili	27
5	<i>Hyperparameter setting</i> untuk algoritma RF dan SVR pada proses prediksi kandungan vanili	28
6	<i>Confusion matrix</i> untuk <i>binary class</i>	30
7	<i>Confusion matrix</i> untuk <i>multi class</i>	30
8	Klasifikasi vanili pada panjang gelombang 740-1070 nm (original)	37
9	Klasifikasi vanili pada panjang gelombang 1350-2550 nm (original)	38
10	Klasifikasi vanili pada panjang gelombang 740-1070 nm (SMOTE)	39
11	Klasifikasi vanili pada panjang gelombang 1350-2550 nm (SMOTE)	40
12	Statistik deskriptif data kadar air <i>Vanilla planifolia</i>	44
13	Nilai <i>Limit of Detection</i> (LOD) dan <i>Limit of Quantification</i> (LOQ) Kadar Air Vanili	45
14	Model prediktif kadar air vanili	47
15	Statistik deskriptif data kadar vanillin <i>Vanilla planifolia</i>	49
16	Nilai <i>Limit of Detection</i> (LOD) dan <i>Limit of Quantification</i> (LOQ) Kadar Vanillin	50
17	Model prediktif kadar vanillin	52

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Preprocessing spectra</i> SCiO (740-1070 nm)	64
2	<i>Preprocessing spectra</i> Neospectra (1350-2550 nm)	65
3	Dokumentasi penelitian	66
4	Spesifikasi portabel NIR <i>spectrometer</i>	67
5	Spesifikasi SCiO <i>spectrometer</i>	68
6	Spesifikasi Neospectra <i>spectrometer</i>	69

DAFTAR ISTILAH

AUC	<i>Area Under ROC Curve</i>
DT	<i>Decision Tree</i>
HPLC	<i>High-Performance Liquid Chromatography</i>
InGaAs	<i>Indium Gallium Arsenide</i>
k-NN	<i>k-Nearest Neighbor</i>
LOD	<i>Limit of Detection</i>
LOQ	<i>Limit of Quantification</i>
LW-NIR	<i>Long-Wavelength Near Infrared</i>
MAP	<i>Macro Average Precision</i>
MAR	<i>Macro Average Recall</i>
MEMS	<i>Micro-electro-mechanical systems</i>
MOEMS	<i>Micro-opto-electro-mechanical systems</i>
ML	<i>Machine Learning</i>
MSC	<i>Multiplicative Scatter Correction</i>
NB	<i>Naïve Bayes</i>
NIR	<i>Near Infrared Spectroscopy</i>
OSC	<i>Orthogonal Signal Correction</i>
PCR	<i>Principle Component Regression</i>
PLS	<i>Partial Least Square Regression</i>
R ²	<i>Coefficient of Determination</i>
RER	<i>Range Error Ratio</i>
RF	<i>Random Forest</i>
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>
ROC	<i>Receiving Operating Characteristic</i>
RPD	<i>Ratio Prediction Deviation</i>
SEC	<i>Standard Error of Calibration</i>
SEP	<i>Standard Error of Prediction</i>
SMOTE	<i>Synthetic Minority Oversampling Technique</i>
SNI	<i>Standar Nasional Indonesia</i>
SNV	<i>Standard Normal Variate</i>
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
SVR	<i>Support Vector Regression</i>
SW-NIR	<i>Short-Wavelength Near Infrared</i>