

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Batasan Masalah	7
1.5. Manfaat	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Buah	8
2.1.1. Jambu Biji Merah (<i>Psidium guajava</i> L.)	9
2.1.2. Pisang Kepok (<i>Musa Acuminata</i> B.)	11
2.1.3. Sawo (<i>Manilkara zapota</i>)	13
2.2. Penyimpanan Dingin	14
2.3. Parameter Kualitas Buah	17
2.3.1. Kadar air	18
2.3.2. Total Padatan Terlarut (TPT)	19
2.3.3. Total Asam (TA)	20
2.4. Spektroskopi Visible – Shortwave Near-Infrared (Vis-SWNIR)	21
2.5. Analisis Kemometrika	25
2.6. Metode Praproses	27
2.7. <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	29
2.8. <i>Partial Least Square Regression</i> (PLSR)	30
2.9. Model Prediksi	33
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1. Tempat dan Waktu	35
3.2. Alat dan Bahan	35
3.2.1. Bahan	35
3.2.2. Alat	36
3.3. Prosedur Penelitian	40
3.3.1. Metode Pengukuran Spektra Buah Menggunakan Spektroskopi Vis-SWNIR	42
3.3.2. Pengukuran Data Referensi Secara Destruktif	45
3.3.3. Analisis Spektra	47
3.3.4. Identifikasi <i>Outlier</i> menggunakan <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	47

3.3.5.	Metode Pra-proses Data Spektra Buah.....	48
3.3.6.	Membangun Model Kalibrasi dan Prediksi Menggunakan Metode <i>Partial Least Square Regression</i> (PLSR)	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1.	Analisis Spektra Buah pada Vis-SWNIR.....	51
4.2.	Identifikasi <i>Outlier</i> menggunakan <i>Principle Component Analysis</i> (PCA).....	71
4.3.	Analisis Model Kadar Air.....	76
4.3.1.	Analisis Statistik Kadar Air	76
4.3.2.	Analisis Model PLSR Kadar Air.....	80
4.3.3.	Analisis Koefisien Regresi dan Kandungan Kadar Air.....	95
4.4.	Analisis Model Total Padatan Terlarut (TPT).....	103
4.4.1.	Analisis Statistik Total Padatan Terlarut (TPT).....	103
4.4.2.	Analisis Model PLSR Total Padatan Terlarut (TPT)	107
4.4.3.	Analisis Koefisien Regresi dan Kandungan Total Padatan Terlarut (TPT).....	116
4.5.	Analisis Model Total Asam (TA)	123
4.5.1.	Analisis Statistik Total Asam (TA)	123
4.5.2.	Analisis Model PLSR Total Asam (TA).....	126
4.5.3.	Analisis Koefisien Regresi dan Kandungan Total Asam.....	131
BAB V KESIMPULAN		136
DAFTAR PUSTAKA		138
LAMPIRAN.....		156

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Interaksi antara sinar dan bahan.....	24
Gambar 2.2	Spektrum elektromagnetik	24
Gambar 3.1	Buah yang digunakan dalam pengamatan: (a) Jambu biji, (b) Pisang kepok, dan (c) Sawo	36
Gambar 3.2	Lampu tungsten halogen	37
Gambar 3.3	Spektroskopi Vis-NIR.....	37
Gambar 3.4	Kabel fiber probe tipe refleksi.....	38
Gambar 3.5	Refraktometer digital (a) asam citrit dan (b) total padatan terlarut (TPT).....	39
Gambar 3.6	Diagram alir pengambilan data dan analisis penelitian.....	41
Gambar 3.7	Rangkaian spektroskopi Vis-SWNIR dan wilayah pengambilan spektra	45
Gambar 4.1.1	Reflektansi spektra (a) asli dan (b) standar devrivatif kedua (SGD2) pada buah jambu.....	53
Gambar 4.1.2	Reflektansi spektra (a) asli dan (b) standar devrivatif kedua (SGD2) pada buah sawo.....	54
Gambar 4.1.3	Reflektansi spektra (a) asli dan (b) standar derivatif kedua (SGD2) pada buah pisang	55
Gambar 4.1.4	Reflektansi buah jambu menggunakan spektra (a) asli dan (b) praproses SGD2 pada suhu penyimpanan.....	62
Gambar 4.1.5	Reflektansi buah sawo menggunakan spektra (a) asli dan (b) praproses SGD2 pada suhu penyimpanan.....	63
Gambar 4.1.6	Reflektansi buah sawo menggunakan spektra (a) asli dan (b) praproses SGD2 pada suhu penyimpanan.....	64
Gambar 4.1.7	Spektra buah pisang kepok asli dan praproses SGD2 dalam kondisi utuh, daging buah, dan kulit.....	70
Gambar 4.2.1	Score plot pada PCA untuk pengelompokan sampel jambu suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$	72
Gambar 4.3.1	Performa maksimal kalibrasi dan prediksi model PLSR untuk kadar air buah jambu.....	84
Gambar 4.3.2	Performa maksimal kalibrasi dan prediksi model PLSR kadar air buah sawo.....	84
Gambar 4.3.3	Kondisi kenampakan internal buah (a) jambu biji dan (b) sawo	86
Gambar 4.3.4	Performa maksimal kalibrasi dan prediksi model PLSR kadar air buah pisang kepok.....	87
Gambar 4.3.5	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR kadar air buah jambu pada penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ menggunakan SGD2	98
Gambar 4.3.6	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR kadar air buah sawo pada penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ menggunakan MSC.....	99
Gambar 4.3.7	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR kadar air buah pisang pada penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ menggunakan SGD2	99

Gambar 4.3.8	Grafik (a) prediksi dan referensi, (b) influence (F-residual) vs Leverage pada model prediksi sampel jambu suhu penyimpanan $\pm 14^{\circ}\text{C}$	101
Gambar 4.3.9	Grafik (a) prediksi dan referensi, (b) influence (F-residual) vs Leverage pada model prediksi sampel jambu suhu penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	101
Gambar 4.3.10	Grafik (a) referensi dan prediksi, (b) <i>residual</i> dan <i>Hotelling's T²</i> , pada model prediksi PLSR kadar air sawo pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$	102
Gambar 4.3.11	Grafik (a) referensi dan prediksi, (b) <i>residual</i> dan <i>Hotelling's T²</i> , pada model prediksi PLSR kadar air sawo pada suhu penyimpanan $\pm 14^{\circ}\text{C}$	102
Gambar 4.3.12	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR TPT jambu biji penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ menggunakan standar derivatif kedua (SGD2).	119
Gambar 4.3.14	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR TPT pisang kepok penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ menggunakan standar derivatif kedua (SGD2).....	120
Gambar 4.4.1	Performa maksimal kalibrasi dan prediksi model PLSR total padatan terlarut buah jambu.....	109
Gambar 4.4.2	Performa maksimal kalibrasi dan prediksi model PLSR total padatan terlarut buah sawo.....	109
Gambar 4.4.3	Performa maksimal kalibrasi dan prediksi model PLSR total padatan terlarut buah pisang.....	110
Gambar 4.4.4	Perubahan kematangan pisang kepok pada suhu ruangan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ selama observasi.....	115
Gambar 4.4.5	Kenampakan buah yang mengalami gejala chilling injury pada penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$ dibandingkan pada kondisi penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ pada hari pengamatan yang sama.....	116
Gambar 4.4.6	Performa maksimal kalibrasi dan prediksi model PLSR total asam buah pisang.	128
Gambar 4.5.1	Performa maksimal kalibrasi dan prediksi model PLSR total asam buah jambu.....	127
Gambar 4.5.2	Performa maksimal kalibrasi dan prediksi model PLSR total asam buah sawo.....	127
Gambar 4.5.3	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR total asam jambu biji penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ menggunakan standar derivatif kedua (SGD2).....	134
Gambar 4.5.4	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR total asam sawo penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ menggunakan multiplicative scatter correction (MSC).....	134
Gambar 4.5.5	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR total asam pisang kepok pada penyimpanan $\pm 28^{\circ}\text{C}$ menggunakan standar derivatif kedua (SGD2).....	134

Gambar L3.1	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR kadar air jambu biji pada suhu (a) $\pm 8^{\circ}\text{C}$, (b) $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan (c) $\pm 28^{\circ}\text{C}$	166
Gambar L3.2	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR kadar air sawo pada suhu (a) $\pm 8^{\circ}\text{C}$, (b) $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan (c) $\pm 28^{\circ}\text{C}$	167
Gambar L5.1	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR TPT jambu biji pada suhu (a) $\pm 8^{\circ}\text{C}$, (b) $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan (c) $\pm 28^{\circ}\text{C}$	173
Gambar L7.1	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR TA jambu biji pada suhu (a) $\pm 8^{\circ}\text{C}$, (b) $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan (c) $\pm 28^{\circ}\text{C}$	180
Gambar L7.2	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR TA sawo pada suhu (a) $\pm 8^{\circ}\text{C}$, (b) $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan (c) $\pm 28^{\circ}\text{C}$	181
Gambar L7.3	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR TA pisang pada suhu (a) $\pm 8^{\circ}\text{C}$, (b) $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan (c) $\pm 28^{\circ}\text{C}$	182
Gambar L8.1	Struktur kimia pigmen (a) klorofil a, (b) klorofil b, dan (c) antosianin	183

DAFTAR TABEL

Tabel 3.3. 1	Pengambilan sampel selama penyimpanan.....	43
Tabel 4.2. 1	Hasil score varians yang dijelaskan dan identifikasi jumlah outlier pada PCA	75
Tabel 4.3. 1	Set kalibrasi dan prediksi buah untuk parameter kadar air	79
Tabel 4.3. 2	Suhu rata-rata dan RH penyimpanan buah.....	80
Tabel 4.3. 3	Model PLSR kalibrasi dan prediksi KA pada penyimpanan buah suhu $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan suhu setelah diwaterbath.....	100
Tabel 4.3. 4	Model PLSR kalibrasi dan prediksi KA pada penyimpanan buah suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$	100
Tabel 4.4. 1	Set kalibrasi dan prediksi buah jambu untuk parameter TPT	105
Tabel 4.4. 2	Korelasi antar parameter kualitas pada masing-masing buah	106
Tabel 4.4. 3	Korelasi parameter TPT terhadap parameter L^* , a^* , dan b^* buah	113
Tabel 4.4. 4	Referensi pengukuran TPT menggunakan spektroskopi.....	121
Tabel 4.4. 5	Model PLSR kalibrasi dan prediksi TPT pada penyimpanan buah suhu $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan suhu setelah diwaterbath.....	122
Tabel 4.4. 6	Model PLSR kalibrasi dan prediksi TPT pada penyimpanan buah suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$	122
Tabel 4.5. 1	Set Kalibrasi dan Prediksi untuk Parameter Total Asam.....	124
Tabel 4.5. 2	Model PLSR kalibrasi dan prediksi TA pada penyimpanan buah suhu $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan suhu setelah diwaterbath.....	135
Tabel 4.5. 3	Model PLSR kalibrasi dan prediksi TA pada penyimpanan buah suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$	135
Tabel L.2. 1	Performa kalibrasi dan validasi silang model PLSR kadar air buah sawo	163
Tabel L.2. 2	Performa kalibrasi dan validasi silang model PLSR kadar air buah pisang	164
Tabel L.2. 3	Model kalibrasi, validasi-silang, prediksi terbaik parameter kadar air buah.....	165
Tabel L4. 1	Performa kalibrasi dan validasi silang model PLSR TPT buah jambu.....	169
Tabel L6. 1	Performa kalibrasi dan validasi silang model PLSR total asam buah jambu.....	176

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Grafik identifikasi <i>outlier</i> pada PCA	157
Lampiran 2	Performa kalibrasi dan prediksi model PLSR kadar air	162
Lampiran 3	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR kadar air buah	166
Lampiran 4	Performa kalibrasi dan prediksi model PLSR total padatan terlarut (TPT)	169
Lampiran 5	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR total padatan terlarut (TPT) buah	173
Lampiran 6	Performa kalibrasi dan prediksi model PLSR total asam	176
Lampiran 7	Koefisien regresi model kalibrasi PLSR total asam (% asam sitrat) buah	180
Lampiran 8	Struktur umum pigmen dalam buah	183
Lampiran 9	Grafik model PLSR prediksi kadar air buah jambu biji pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	184
Lampiran 10	Grafik model PLSR prediksi kadar air buah sawo pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	185
Lampiran 11	Grafik model PLSR prediksi kadar air buah pisang kepok pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	186
Lampiran 12	Grafik model PLSR prediksi TPT buah jambu biji pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	187
Lampiran 13	Grafik model PLSR prediksi TPT buah sawo pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	188
Lampiran 14	Grafik model PLSR prediksi TPT buah pisang kepok pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	189
Lampiran 15	Grafik model PLSR prediksi TA buah jambu biji pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	190
Lampiran 16	Grafik model PLSR prediksi TA buah sawo pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	191
Lampiran 17	Grafik model PLSR prediksi TA buah pisang kepok pada suhu penyimpanan $\pm 8^{\circ}\text{C}$, $\pm 14^{\circ}\text{C}$, dan $\pm 28^{\circ}\text{C}$	192
Lampiran 18	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	193