



**DETEKSI ADULTERASI MADU MENGGUNAKAN METODE
SPEKTROFOTOMETRI *NEAR INFRARED* (NIR) DAN
KEMOMETRIK**

SKRIPSI

Oleh

**Vinach Anggriyani
NIM 152210101038**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**DETEKSI ADULTERASI MADU MENGGUNAKAN METODE
SPEKTROFOTOMETRI *NEAR INFRARED* (NIR) DAN
KEMOMETRIK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Farmasi
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh

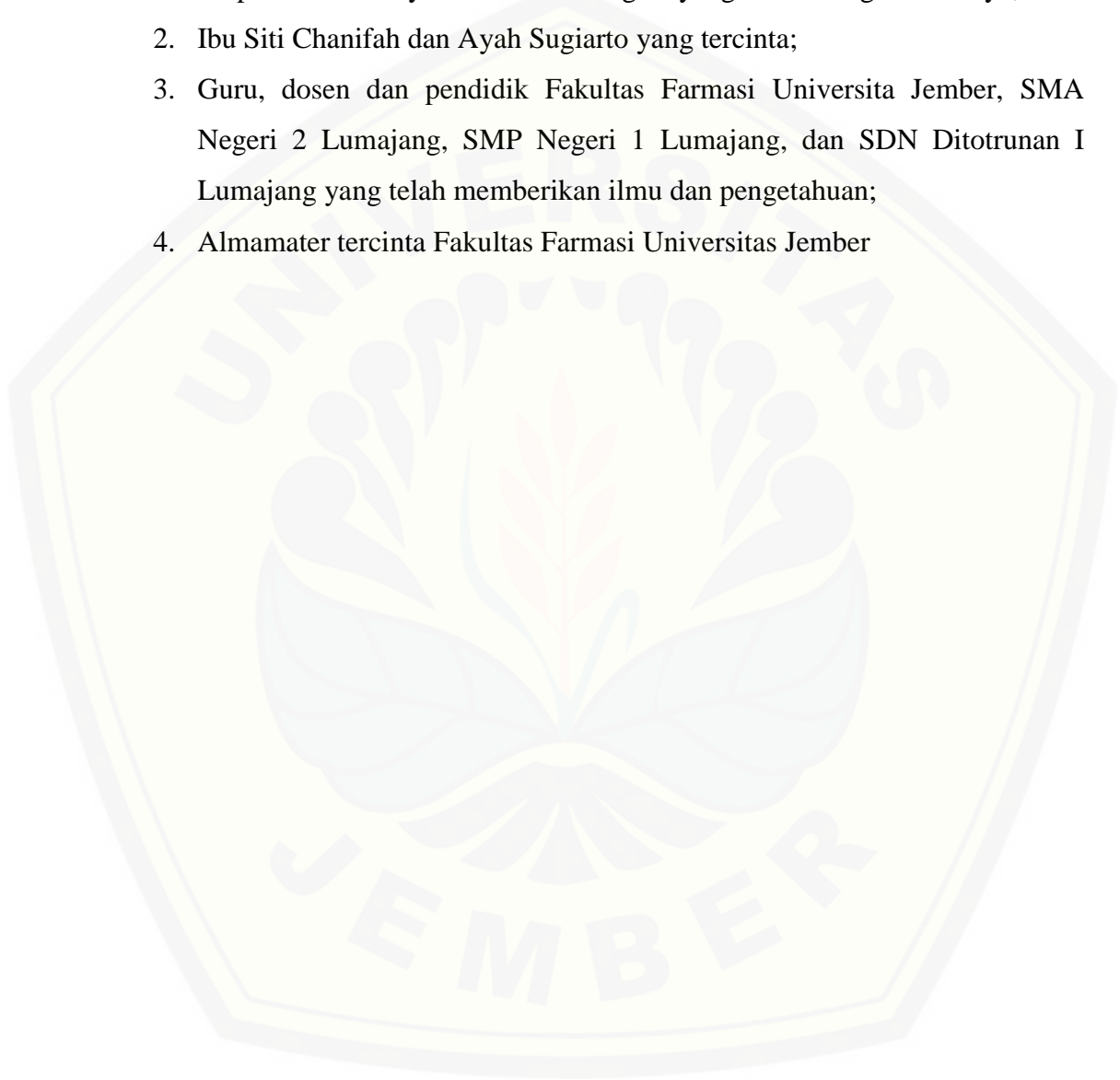
**Vinach Anggriyani
NIM 152210101038**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT. yang dengan petunjuk, rahmat, hidayah, tuntunan, dan limpahan kasih-Nya memberikan segala yang terbaik bagi hambanya;
2. Ibu Siti Chanifah dan Ayah Sugiarto yang tercinta;
3. Guru, dosen dan pendidik Fakultas Farmasi Universitas Jember, SMA Negeri 2 Lumajang, SMP Negeri 1 Lumajang, dan SDN Ditotrunan I Lumajang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan;
4. Almamater tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember



MOTTO

~ Selalu belajar dan berdo'a ~

“ Tidak mudah menyerah dan mengalah pada keadaan yang terjadi “

“ Berani mencoba dan memulai untuk masa depan, dan berani bangkit bila jatuh
dan gagal “

“ Melibatkan Tuhan Yang Maha Esa dalam setiap langkah, masalah, dan
kebahagiaan “



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vinach Anggriyani

NIM : 152210101038

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Deteksi Adulterasi Madu Menggunakan Metode Spektrofotometri *Near Infrared* (NIR) dan Kemometrik” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Januari 2019

Yang menyatakan,

Vinach Anggriyani

NIM 152210101038

SKRIPSI

**DETEKSI ADULTERASI MADU MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETRI *NEAR INFRARED* (NIR) DAN
KEMOMETRIK**

Oleh
Vinach Anggriyani
NIM 152210101038

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm.

Dosen Pembimbing Anggota : Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Deteksi Adulterasi Madu Menggunakan Metode Spektrofotometri *Near Infrared* (NIR) dan Kemometrik” karya Vinach Anggriyani telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Senin, 21 Januari 2019

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Lestyo Wulandari, S. Si., M.Farm., Apt.
NIP. 197604142002122001

Ari Satia Nugraha, S.F., GDipSc, MSc-res, PhD.,Apt.
NIP 197807212003121001

Anggota II,

Anggota III,

Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt.
NIP 198204062006042001

Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt.
NIP. 198304282008122004

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

Lestyo Wulandari, S. Si., M. Farm., Apt.

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Deteksi Adulterasi Madu Menggunakan Metode Spektrofotometri *Near Infrared* (NIR) dan Kemometrik; Vinach Anggriyani; 152210101038; 91 halaman Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Madu asli merupakan cairan manis yang dihasilkan lebah pekerja selama mengkonsumsi nektar bunga dan bagian lain dari tanaman. Cairan manis ini memiliki manfaat sebagai sumber energi bagi koloni lebahnya. Manfaat madu tersebut dapat juga dirasakan oleh manusia sebagai penambah energi tubuh dalam bentuk minuman, makanan, maupun untuk kebutuhan kosmetik. Tindakan kecurangan madu asli, seperti penghilangan, penggantian bahan utama, dan penambahan bahan yang tidak seharusnya ada, dapat dikatakan sebagai adulterasi madu, dimana tercatat dengan persentase sebesar 7% menempati posisi ke tiga teratas sebagai bahan yang sering dipalsukan setelah minyak zaitun dan susu. Oleh karena itu, diperlukan model deteksi adulterasi madu untuk membedakan madu asli dengan madu yang sudah dicampurkan bahan-bahan lain. Bahan lain atau bahan tambahan yang digunakan adalah sukrosa, dekstrosa, dan fruktosa.

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah *Near Infrared* (NIR). Keuntungan dari NIR adalah sederhana, mudah digunakan, menyediakan analisis cepat, dan tidak menyebabkan kerusakan pada sampel. Metode analisis ini sudah digunakan secara luas di bidang farmasi, dimana NIR dapat digunakan untuk menganalisis, memantau dan menilai perubahan kualitas, klasifikasi dan otentikasi makanan cair secara akurat dengan persiapan sampel sederhana.

Data spektrum inframerah dianalisis menggunakan metode statistik multivariat karena data yang dihasilkan sangat rumit dan tumpang tindih sehingga sulit diinterpretasikan. Metode statistik multivariat sering disebut metode kemometrik. Model klasifikasi yang digunakan adalah LDA, SVM, dan SIMCA, sedangkan model kalibrasi yang digunakan adalah PLS, PCR, dan SVR.

Sampel madu asli yang digunakan adalah multiflora kemiri (1), madu asli klanceng silo (2), madu asli multiflora lawang (3), madu asli klanceng lawang (4), madu asli lengkung lawang (5), madu asli randu lawang (6). Training set dibuat dengan penambahan zat tambahan terdiri dari rentang konsentrasi 0 – 100%, dimana konsentrasi 0% menunjukkan madu asli tanpa bahan tambahan, sedangkan konsentrasi 100% menunjukkan bahan tambahan tanpa madu asli. Test set diambil dari 3 jenis madu asli secara acak yang digunakan untuk membuat sampel test set simulasi madu adulterasi dengan campuran masing-masing sukrosa, dekstrosa, dan fruktosa.

Pembentukan model klasifikasi LDA dan SVM dengan data training set memberikan nilai akurasi $\pm 85\%$, sehingga harus ada pengurangan data yang masih bisa ditoleransi (masih ada perwakilan rentang konsentrasi 0 sampai 100%). Akhirnya, Model klasifikasi LDA dan SVM dapat memberikan nilai akurasi 100%, sedangkan model klasifikasi SIMCA terdapat beberapa sampel madu yang tidak bisa dikategorikan dengan spesifik antara 2 kategori madu asli dan madu adulterasi.

Pembentukan model kalibrasi ditunjukkan dari PLS, PCR, dan SVR adalah $R\text{-square} \pm 0,6$. Hal ini karena adanya ketidakseimbangan jumlah data madu asli, madu adulterasi, dan bahan tambahan. Pemisahan data berdasarkan bahan tambahan dilakukan untuk meminimalisir penumpukan data yang mungkin dapat mempengaruhi nilai R^2 . Model kalibrasi dibentuk menjadi 3 kelompok berdasarkan bahan tambahan sukrosa, dekstrosa, dan fruktosa. Akhirnya, nilai R^2 dengan model PLS pada mariks sukrosa dan dekstrosa adalah $\pm 0,92$, sedangkan pada bahan tambahan fruktosa hanya menunjukkan nilai $R^2 \pm 0,74$. Hal ini karena perbedaan intensitas spektra madu asli dengan bahan tambahan fruktosa lebih kecil dibandingkan perbedaan dengan bahan tambahan sukrosa dan dekstrosa. Selain itu, bahan tambahan fruktosa menggunakan model SVR lebih banyak diprediksi mengandung 30 – 40 % madu, sedangkan air diprediksi mengandung 14 – 20%. Data ini dapat menyebabkan model kalibrasi yang kurang baik dengan $R^2 < 0,91$.

Validasi model terpilih dilakukan dengan LOOCV dan *two-fold cross validation*. Validasi LOOCV dengan mengeluarkan satu sampel secara bergantian dan sampel pengamatan yang tersisa digunakan sebagai training set. Validasi model klasifikasi LDA dan SVM memberikan nilai akurasi 100%. Validasi LOOCV berlaku untuk model kalibrasi masing-masing bahan tambahan. Untuk bahan tambahan sukrosa, hasil R-square menunjukkan rentang 0,88 sampai dengan 0,93. Hasil validasi LOOCV untuk bahan tambahan dekstrosa menunjukkan rentang 0,91 sampai dengan 0,92, sedangkan untuk bahan tambahan fuktosa memberikan hasil R-square dengan rentang 0,67 sampai dengan 0,74. Validasi model dengan *two-fold cross validation* menggunakan sampel test, dimana untuk model klasifikasi LDA dan SVM dapat memberikan nilai akurasi 100%. Validasi model dengan *two-fold cross validation* juga dilakukan untuk model kalibrasi untuk sukrosa (SVR), dekstrosa (PLS), fruktosa (SVR) memberikan hasil R-square $> 0,91$.

Aplikasi madu pasaran menggunakan model yang terbentuk dilakukan dengan madu merk Madurasa 2,305%, dan bahan tambahan lainnya dan Madu Wellery berasal dari Solo dengan label 100% asli. Prediksi Model Klasifikasi LDA dan SVM dapat memberikan prediksi tepat sesuai dengan *label claim*. Model kalibrasi SVR (sukrosa) memberikan prediksi konsentrasi madu yang mendekati *label claim* dibandingkan bahan tambahan lain dengan Madurasa $1,161 \pm -1,383 \%$, dan Madu Wellery $132,348 \pm 0,017 \%$.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Deteksi Adulterasi Madu Menggunakan Metode Spektrofotometri *Near Infrared* (NIR) dan Kemometrik”. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas akhir dan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi;
2. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember, dan Dosen Pembimbing Utama serta Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga, dan perhatiannya dalam membantu penulisan skripsi;
3. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D., Ibu Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt. dan Bapak Ari Satia Nugraha, S.F., GDipsc, MSc-res, PhD., Apt. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, waktu, dan perhatiannya dalam penulisan skripsi;
4. Bapak Eka Deddy Irawan, S.Si., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan masukan, perhatian, dan bimbingan selama menempuh studi;
5. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberi ilmu, berbagi pengalaman dan selalu memotivasi penulis selama masa perkuliahan, juga staf dan karyawan atas segala bantuan yang diberikan selama saya menjadi mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Jember;
6. Ibu Siti Chanifah, Ayah Sugiarto, dan Adik Sylvan Giovani Tryado atas segala kasih sayang, do'a, dukungan serta pengorbanan yang telah diberikan kepada saya;

7. *Partner* skripsi instrumen Bayu, Daniel, Arini, Nuri, Ulfa, dan teman-teman skripsi di laboratorium kimia farmasi yang selalu memberikan keceriaan, dukungan, memberikan bantuan tenaga, dan pikiran selama penulis mengerjakan skripsi;
8. *Partner* praktikum seumur hidup Jumahwi, Ita, Mei atas segala kerjasama, dukungan, kebersamaan, masukan yang positif, memberikan bantuan tenaga dan pikiran kepada saya;
9. Keluarga Cemara (Nimas, Yesika, Aissa, Dindha, Lina, Ulfi, Jumahwi) yang selalu menginspirasi untuk selalu bersemangat, Elif, Yuli, Putri, Riska, dan Alik yang memberikan keceriaan, teman curhat, dan selalu membantu;
10. Keluarga besar Libitum FFUJ Angkatan 2015 atas kekeluargaan, persaudaraan, dan kebersamaan selama ini;
11. Keluarga KKN 40 (Lala, Rima, Galuh, Umil, Zam, Nina, Irga, Cahya, Dimas); Warga Kosan Tante (Alvin, Mita, dkk) atas segala kebersamaan, bantuan, saran, kebahagiaan, dan dukungan selalu kepada penulis;
12. Para orang-orang terdekat saya yang selalu memberikan semangat kepada penulis (Teman SD, SMP, SMA, dan UKM KARISMA);
13. Serta untuk setiap nama yang tidak dapat tertulis satu persatu, dan seluruh doa yang terucap tanpa sepengetahuan penulis.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga segala kebaikan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Tentunya sebagai manusia biasa, penyusunan dan penulisan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun penelitian di masa mendatang.

Jember, 17 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Madu.....	4
2.1.1 Madu Asli.....	4
2.1.2 Komponen Madu.....	4
2.1.3 Jenis-Jenis Madu.....	8
2.1.4 Manfaat Madu.....	8
2.2 Adulterasi.....	10
2.2.1 Adulterasi Madu.....	10
2.2.2 Uji Madu Palsu.....	10
2.3 Bahan Yang Ditambahkan.....	11

	Halaman
2.3.1 Dekstrosa.....	11
2.3.2 Fruktosa.....	11
2.3.3 Sukrosa.....	12
2.4 Spektroskopi NIR (<i>Near-infrared</i>).....	12
2.5 Analisis Kemometrik.....	14
2.5.1 <i>Linier Discriminant Analysis</i> (LDA).....	14
2.5.2 <i>Support Vector Machines</i> (SVM).....	15
2.5.3 <i>Soft Independent Modelling of Class Analogy</i> (SIMCA).....	15
2.5.4 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	15
2.5.5 <i>Partial Least Square</i> (PLS).....	16
2.5.6 <i>Principal Component Regression</i> (PCR).....	16
2.5.7 <i>Support Vector Regression</i> (SVR).....	16
2.6 Validasi Silang.....	16
2.6.1 <i>Leave-one-out</i>	17
2.6.2 <i>K-fold cross validation</i>	17
2.6.3 <i>2-Fold Cross-Validation</i>	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Rancangan Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.2.1 Alat.....	18
3.2.2 Bahan.....	18
3.3 Definisi Operasional.....	19
3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.5 Alur Penelitian.....	19
3.6 Prosedur Penelitian.....	20
3.6.1 Pembuatan Sampel Simulasi.....	20
3.6.2 <i>Scanning</i> Madu dengan NIR.....	21
3.6.3 Pembentukan Model Klasifikasi.....	21
3.6.4 Pembentukan Model Kalibrasi.....	22
3.6.5 Validasi Model Kemometrik.....	23

	Halaman
3.6.6 Aplikasi Sampel yang Beredar di Pasaran.....	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Pengumpulan Sampel Madu Asli.....	24
4.2. Pembuatan Sampel Simulasi Madu Adulterasi.....	25
4.3. Spektra NIR Madu Asli dan Bahan tambahan.....	26
4.4. Pembentukan dan Pemilihan Model Klasifikasi dan Kalibrasi.....	27
4.4.1 Pembentukan Model Klasifikasi dengan LDA, SVMC, dan SIMCA.....	27
4.4.2 Pembentukan Model Kalibrasi dengan PLS, PCR, dan SVMR.....	30
4.5. Validasi Model Klasifikasi dan Kalibrasi Terpilih.....	32
4.5.1 Validasi Model Klasifikasi.....	32
4.5.2 Validasi Model Kalibrasi.....	33
4.6. Aplikasi Model Terhadap Sampel di Pasaran.....	36
BAB 5. PENUTUP.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai pakan lebah.....	5
Tabel 2.2 Kandungan nutrisi madu.....	6
Tabel 2.3 Persyaratan Mutu Madu.....	7
Tabel 4.1 Identitas Madu Asli.....	24
Tabel 4.2 Sampel Madu untuk Test Set.....	25
Tabel 4.3 Perbandingan Akurasi Model Klasifikasi.....	29
Tabel 4.4. Perbandingan Model Kalibrasi sampel training set (total data).....	30
Tabel 4.5. Perbandingan Model Kalibrasi pada Sukrosa.....	32
Tabel 4.6. Perbandingan Model Kalibrasi pada Dekstrosa.....	32
Tabel 4.7. Perbandingan Model Kalibrasi pada Fruktosa.....	32
Tabel 4.8. Hasil Validasi LOOCV Model Klasifikasi LDA dan SVM.....	33
Tabel 4.9. Hasil klasifikasi sampel pada <i>two-fold cross validation</i>	33
Tabel 4.10. Hasil validasi LOOCV model SVR (sukrosa).....	34
Tabel 4.11. Hasil validasi LOOCV model PLS (dekstrosa).....	34
Tabel 4.12. Hasil validasi LOOCV model SVR (fruktosa).....	34
Tabel 4.13. Hasil Prediksi Model Klasifikasi LDA dan SVM.....	37
Tabel 4.14. Hasil Prediksi Model Kalibrasi SVR dan PLS.....	37

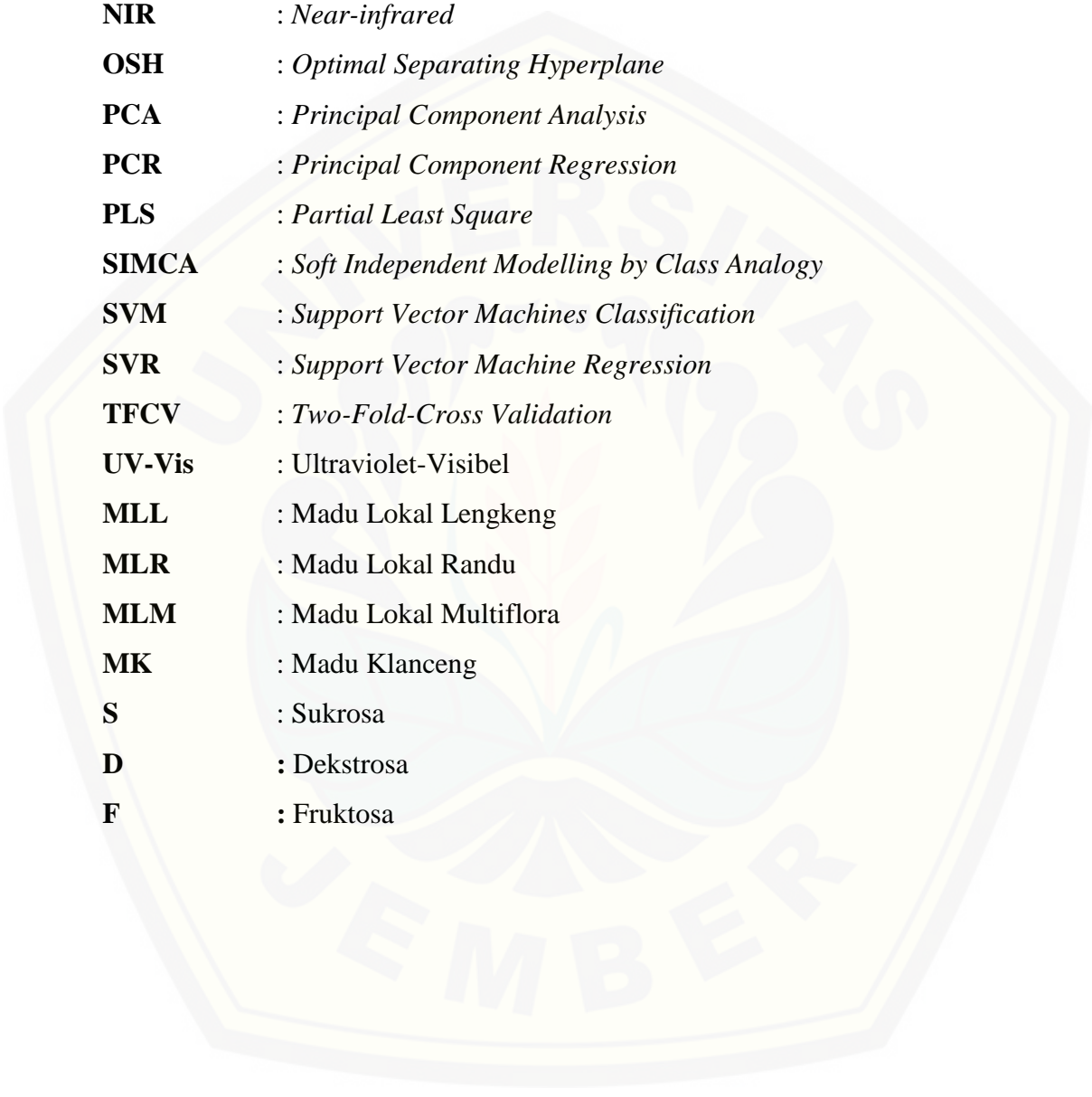
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur kimia dekstrosa.....	11
Gambar 2.2 Struktur kimia fruktosa.....	11
Gambar 2.3 Struktur kimia sukrosa.....	12
Gambar 2.4 Daerah gugus fungsi dan panjang gelombang spektroskopi NIR....	13
Gambar 2.5 Instrumentasi dasar spektrofotometer NIR.....	14
Gambar 4.1. Spektra Gabungan Madu asli dan bahan tambahan.....	26
Gambar 4.2 Model Klasifikasi LDA.....	28
Gambar 4.3 Model Klasifikasi SVM.....	29
Gambar 4.4. Tiga Dimensi SVM.....	29
Gambar 4.5. Hasil Validasi TFCV Model Kalibrasi SVR (sukrosa).....	35
Gambar 4.6. Hasil Validasi TFCV Model Kalibrasi PLS (dekstrosa).....	36
Gambar 4.7. Hasil Validasi TFCV Model Kalibrasi SVR (fruktosa).....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. Alat dan Bahan yang Digunakan	43
A1. Sampel Madu Asli dan Bahan Tambahan	43
A2. Pemerian Madu Asli.....	43
A3. Sampel <i>Training Set</i> dan <i>Test Set</i>	44
A4. Sampel Madu di Pasaran.....	46
A5. Instrumen.....	46
LAMPIRAN B. Spektra Hasil <i>Scanning</i> dengan NIR	47
B1. Spektra Madu Asli dan Adulterasi (sukrosa)	47
B2. Spektra Madu Asli dan Adulterasi (dekstrosa).....	48
B3. Spektra Madu Asli dan Adulterasi (fruktosa).....	49
LAMPIRAN C. Tabel <i>Training Set</i>	50
LAMPIRAN D. Hasil Analisis Kualitatif dengan Kemometrik	52
D1. Model SIMCA.....	52
D2. Validasi dengan LOOCV.....	63
D3. Validasi dengan <i>2-Fold Cross Validation</i> (Prediksi Sampel Test Set).....	75
LAMPIRAN E. Hasil Analisis Kuantitatif dengan Kemometrik	76
E1. Model PLS.....	76
E2. Model PCR.....	77
E3. Model SVR.....	78
E4. Prediksi SVR (fruktosa).....	80
E5. Validasi dengan LOOCV.....	83
E6. Validasi dengan <i>2-Fold Validation</i>	89
LAMPIRAN F. Aplikasi Sampel Madu di Pasaran	90

DAFTAR ISTILAH



LDA	: <i>Linear Discriminant Analysis</i>
LOOCV	: <i>Leave-One-Out-Cross Validation</i>
NIR	: <i>Near-infrared</i>
OSH	: <i>Optimal Separating Hyperplane</i>
PCA	: <i>Principal Component Analysis</i>
PCR	: <i>Principal Component Regression</i>
PLS	: <i>Partial Least Square</i>
SIMCA	: <i>Soft Independent Modelling by Class Analogy</i>
SVM	: <i>Support Vector Machines Classification</i>
SVR	: <i>Support Vector Machine Regression</i>
TFCV	: <i>Two-Fold-Cross Validation</i>
UV-Vis	: <i>Ultraviolet-Visibel</i>
MLL	: <i>Madu Lokal Lengkeng</i>
MLR	: <i>Madu Lokal Randu</i>
MLM	: <i>Madu Lokal Multiflora</i>
MK	: <i>Madu Klanceng</i>
S	: <i>Sukrosa</i>
D	: <i>Dekstrosa</i>
F	: <i>Fruktosa</i>

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki sumber daya alam yang cukup luas, diantaranya luas hutan mencapai 136,88 juta ha dan sedikitnya terdapat 115 tanaman yang dapat menjadi sumber nektar untuk pakan lebah yang menghasilkan madu (Kementerian Kehutanan, 2010). Madu asli merupakan cairan manis yang dihasilkan lebah pekerja selama mengkonsumsi nektar bunga dan bagian lain dari tanaman. Cairan manis ini memiliki manfaat sebagai sumber energi bagi koloni lebahnya. Manfaat madu tersebut dapat juga dirasakan oleh manusia sebagai penambah energi tubuh dalam bentuk minuman, makanan, maupun untuk kebutuhan kosmetik (Disbun Jatim, 2012). Sebanding dengan manfaat madu, kebutuhan akan madu terus meningkat terutama untuk dikonsumsi.

Menurut data literatur, konsumsi madu di Indonesia kurang lebih 10 gr/kapita/tahun, sementara produksi madu asli hanya mampu memenuhi sekitar 3 gr/kapita/tahun (Murtidjo, 2011). Keseimbangan yang belum tercapai antara permintaan dan pemenuhan permintaan madu, secara otomatis mendorong produsen madu khususnya mencari cara untuk mengakomodir kebutuhan tersebut. Seperti yang dinyatakan pada artikel berita Tribunnews pada bulan Januari 2018, Indonesia masih mengimpor madu sebesar 70% dari kebutuhan nasional atau sekitar 3.000 ton madu per tahun, dan tidak sedikit konsumen tertipu membeli madu oplosan atau palsu.

Madu palsu dihasilkan dari bermacam-macam tindakan kecurangan, yaitu dengan penghilangan, penggantian bahan utama, dan penambahan bahan yang tidak seharusnya ada. Tindakan kecurangan ini dapat dikatakan sebagai adulterasi madu, dimana tercatat dengan persentase sebesar 7% menempati posisi ke tiga teratas sebagai bahan yang sering dipalsukan setelah minyak zaitun dan susu (Moore dkk, 2012). Oleh karena itu, diperlukan model deteksi adulterasi madu untuk membedakan madu asli dengan madu yang sudah dicampurkan bahan-bahan lain.

Beberapa metode analisis yang pernah digunakan untuk mendeteksi adulterasi madu menggunakan teknik analisis yang berbeda, seperti isotop, kromatografi, analisis termal, dan resonansi magnetik nuklir. Kekurangan dari metode tersebut adalah waktu yang diperlukan lama, bersifat destruktif, dan relatif mahal (Zhu dkk, 2010). Penelitian serupa mengenai adulterasi madu sudah pernah dilakukan di luar negeri dengan sampel madu dari cina (Zhu dkk, 2010), namun belum dilakukan untuk adulterasi madu yang berasal dari Indonesia.

Spektroskopi NIR adalah salah satu metode analisis farmasi yang digunakan untuk kontrol kualitas (Gowen dkk, 2008). Sifat metode yang non destruktif menjadi salah satu faktor pemilihan penggunaan spektroskopi NIR untuk deteksi adulterasi madu. Keunggulan lainnya dari spektroskopi NIR adalah dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, penggunaan preparat yang sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia (Karlinasari dkk, 2012). Kemampuan metode spektroskopi NIR cukup baik dalam merekam spektrum untuk sampel padat dan cair tanpa manipulasi sebelumnya dibandingkan dengan teknik yang lain (Blanco dkk, 2002).

Data spektrum inframerah dianalisis menggunakan metode statistik multivariat karena datanya sangat rumit dan tumpang tindih sehingga sulit diinterpretasikan (Gad dkk, 2012). Metode statistik multivariat sering disebut metode kemometrik, dimana mampu mengekstrak informasi spektrum yang diperlukan dari spektrum inframerah dan menggunakan informasi spektrum tersebut untuk aplikasi kualitatif dan kuantitatif (Ritz dkk, 2011).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model kalibrasi dan klasifikasi kemometrik terbaik yang dapat mendeteksi adulterasi madu?
2. Apakah model kemometrik terbaik dapat diaplikasikan untuk mendeteksi adulterasi sampel madu yang beredar di pasaran?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membentuk dan menentukan model kalibrasi dan klasifikasi kemometrik terbaik yang dapat mendeteksi adulterasi madu
2. Mengaplikasikan model kemometrik terbaik untuk mendeteksi adulterasi sampel madu yang beredar di pasaran.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan diperoleh suatu model kemometrik klasifikasi dan kalibrasi terbaik yang dapat diaplikasikan, sehingga dapat membantu pihak-pihak tertentu yang ingin mengetahui madu yang dikonsumsi atau dijual asli atau ada adulterasi. Selain itu, mengurangi kekhawatiran masyarakat karena dapat memperoleh informasi adulterasi madu dengan mudah dan cepat. Penelitian ini dapat menjadi landasan dasar bagi pengembangan penelitian selanjutnya. Manfaat untuk mahasiswa adalah dapat mengasah kemampuan dan kreativitas di bidang kimia analisis dan instrumen farmasi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Madu

2.1.1 Madu Asli

Madu menurut SNI tahun 2004 adalah cairan alami yang umumnya mempunyai rasa manis, dihasilkan oleh lebah madu dari sari bunga tanaman (*floral nectar*) atau bagian lain dari tanaman (*extra floral nectar*) atau ekskresi serangga. Pengertian tersebut sesuai dengan kondisi madu asli dimana madu sebagai pemanis alami yang dihasilkan langsung oleh lebah madu dari nektar tanaman. Proses yang dilakukan lebah pekerja setelah mendapatkan nektar bunga adalah kadar madu diturunkan hingga sekitar 50%, kemudian dimasukkan ke dalam sel madu (sel-sel yang terdapat di bagian atas sisiran). Pada saat proses pemindahan madu ke dalam sel madu, lebah juga menambahkan enzim dan bahan anti mikroba (Siregar, 2006). Kadar air dikondisikan sekitar 20% di dalam sel madu sebelum ditutup atau disegel dengan malam (*wax*). Panen madu dapat dilakukan pada madu matang, yaitu madu yang sudah tertutupi dengan malam (*wax*) lebah. Proses pembentukan madu tersebut dipengaruhi oleh jumlah lebah dan variasi nektar bunga dari berbagai tanaman, sehingga dari setiap koloni lebah menghasilkan madu dengan komposisi kimia, penampilan fisik, maupun ciri biologi yang khas.

2.1.2 Komponen Madu

Komponen terbesar dalam madu adalah karbohidrat (Sihombing, 2005). Madu mengandung sekitar 80% karbohidrat, sedangkan jumlah protein dan vitamin kurang dari 0,5% (Suarez dkk, 2010). Karbohidrat merupakan kelompok nutrisi yang penting dalam susunan makanan, yang bermanfaat sebagai sumber energi (Gaman dan Sherrington, 1992). Fungsi karbohidrat menurut Budiyanto (2002), diantaranya sebagai sumber energi utama, terlibat dalam proses metabolisme lemak (sintesis asam lemak) dan menghemat protein.

Komponen monosakarida (fruktosa dan glukosa) merupakan salah satu jenis karbohidrat yang terdapat dalam madu. Persentase kandungan monosakarida (fruktosa dan glukosa) adalah 85-90% dari karbohidrat, sedangkan hanya sebagian kecil kandungan disakarida, oligosakarida dan polisakarida yang terdapat dalam madu (Sihombing, 2005). Komponen gula yang bermacam-macam dikaitkan dengan beberapa enzim. Enzim invertase (sukrase, α -glukosidase) merupakan enzim yang ditambahkan oleh lebah pekerja ketika meminum dan memuntahkan kembali madu. Fungsi enzim ini adalah untuk menguraikan sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa. Enzim utama yang lain pada madu adalah diastase (amilase) yang berperan dalam menguraikan glikogen menjadi gula-gula sederhana. Enzim glukosa oksidase berfungsi dalam memproduksi hidrogen peroksida serta glukosa asam glukonik (Suarez dkk, 2010). Komponen atau kandungan nutrisi lainnya pada madu secara umum disebutkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan nutrisi madu

Komponen	Satuan	Jumlah
Karbohidrat	Kkal	300
Protein	G	0,50
Lemak	G	0,00
Mineral		
Sodium (Na)	mg	1,60 – 17,00
Kalsium (Ca)	mg	3,00 – 31,00
Potassium (K)	mg	40,00 – 3500,00
Magnesium (Mg)	mg	0,70 – 13,00
Pospor (P)	mg	2,00 – 15,00
Zink (Zn)	mg	0,05 – 2,00
Tembaga (Cu)	mg	0,02 – 0,60
Besi (Fe)	mg	0,03 – 4,00
Magnesium (Mn)	mg	0,02 – 2,00
Kromium (Cr)	mg	0,01 – 0,30
Selenium (Se)		0,002 – 0,01
Vitamin		
<i>Phyllochinon</i> (K)	mg	0,025
<i>Thiamin</i> (B1)	mg	0,00 – 0,01
<i>Riboflavin</i> (B2)	mg	0,01 – 0,02
<i>Pyridoxin</i> (B6)	mg	0,01 – 0,32
<i>Niacin</i>	mg	0,10 – 0,20
<i>Asam panthothenic</i> (B3)	mg	0,02 – 0,11
<i>Asam ascorbic</i> (C)	mg	2,2 – 2,5

Sumber: Bognadov (2012)

Faktor utama yang menentukan komposisi madu adalah komposisi nektar tanaman asal madu dan faktor-faktor eksternal seperti iklim, topografi, jenis lebah madu, cara pengolahan dan cara penyimpanan (Sihombing, 2005). Faktor jenis tanaman di lingkungan sebagai pakan lebah harus mendukung untuk mendapatkan hasil madu yang diharapkan. Pakan lebah yang dimaksud adalah nektar dan pollen. Nektar merupakan suatu zat kompleks dalam bentuk larutan gula dengan berbagai konsentrasi yang di hasilkan oleh kelenjar nektaria tanaman dan kemudian diolah oleh lebah untuk menghasilkan madu. Sedangkan, pollen merupakan sari bunga yang dimanfaatkan oleh lebah sebagai sumber kehidupannya (sumber protein), dan sebagai bahan utama untuk royal jeli (Dinas Perkebunan Jatim, 2012).

Tabel 2.2 Beberapa jenis tanaman untuk pakan lebah

No.	Jenis Tanaman	Jenis Pakan
1.	Aren	Pollen
2.	Kemlandingan	Pollen
3.	Randu	Pollen dan nektar
4.	Karet	Ekstra Flora
5.	Tebu	Pollen
6.	Panili	Pollen dan nektar
7.	Kelapa	Pollen dan nektar
8.	Kopi	Pollen dan nektar
9.	Tembakau	Pollen
10.	Wijen	Pollen dan nektar
11.	Jambu Mete	Pollen
12.	Lengkeng	Pollen dan nektar
13.	Kedondong	Pollen dan nektar
14.	Durian	Pollen dan nektar
15.	Jambu biji	Pollen dan nektar
16.	Salak	Pollen
17.	Mangga	Nektar
18.	Rambutan	Nektar
19.	Jagung	Pollen
20.	Apukat	Pollen
21.	Kesemek	Pollen dan nektar
22.	Blimbing	Pollen dan nektar
23.	Sengon	Nektar
24.	Apel	Pollen dan nektar
25.	Delima	Pollen

Sumber: Dinas Perkebunan Jatim (2012)

Berbagai nutrisi pada madu didukung dengan beberapa parameter persyaratan mutu madu berdasarkan SNI 3545:2013, diantaranya adalah enzim diastase, hidroksimetilfurfural (HMF), gula pereduksi dan kadar air. Enzim diastase merupakan enzim yang hanya terkandung pada madu asli tanpa pengolahan. Menurut Achmadi (1991), HMF merupakan senyawa hasil dekomposisi glukosa, fruktosa dan monosakarida lain (enam atom C) yang dalam kondisi asam dan pembentukannya dapat dipercepat dengan pemanasan. Sementara itu, parameter kadar air tidak dapat mengindikasikan adulterasi madu. Hal itu dikarenakan belum semua madu yang dipanen tertutup oleh lilin dan kelembaban yang tinggi menyebabkan kadar air meningkat. Kelembaban lingkungan di Indonesia adalah 60-90% (Sihombing, 2005). Persyaratan mutu madu diberikan untuk menjaga kualitas madu, sehingga manfaatnya dapat dirasakan oleh konsumen.

Tabel 2.3 Persyaratan Mutu Madu

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
A. Uji Organoleptik			
	1. Bau		Khas madu
	2. Rasa		Khas madu
B. Uji Laboratoris			
	1. Aktivitas enzim dia stase	DN	Min 3 ^{*)}
	2. Hidroksimetilfurfural (HMF)	mg/kg	Maks 50
	3. Kadar air	%b/b	Maks 22
	4. Gula pereduksi (dihitung sebagai glukosa)	%b/b	Min 65
	5. Sukrosa	%b/b	Maks 5
	6. Keasaman	ml NaOH/kg	Maks 50
	7. Padatan tak larut dalam air	%b/b	Maks 0,5
	8. Abu	%b/b	Maks 0,5
	9. Cemar logam		
	9.1 timbal (pb)	mg/kg	Maks 2,0
	9.2 cadmium (cd)	mg/kg	Maks 0,2
	9.3 merkuri (hg)	mg/kg	Maks 0,03
	10. Cemar arsen (as)	mg/kg	Maks 1,0
	11. Kloramfenikol		Tidak terdeteksi
	12. Cemar mikroba		
	12.1 angka lempeng total (alt)	Koloni/g	< 5 x 10 ³
	12.2 angka paling mungkin (apm) koliform	APM/g	< 3
	12.3 kapang dan khamir	Koloni/g	< 1 x 10 ¹

^{*)} Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen

Sumber: SNI (3545:2013)

2.1.3 Jenis-Jenis Madu

Jenis-jenis madu beraneka ragam tergantung nektar tanamannya. Beberapa penyebutan jenis madu disesuaikan dengan tanaman yang dikonsumsi oleh lebah. Jenis madu tersebut, antara lain madu kapuk, karet, kopi, lengkung, durian, rambutan, randu, jambu air, mangga, kaliandra, multiflora, hutan, jambu mente, mahoni, bunga matahari dan madu royal jeli. Setiap madu mempunyai karakteristik yang berbeda baik berdasarkan komposisi, rasa maupun penampilan fisik (Bognadov dkk, 2008). Komposisi yang berbeda dikaitkan dengan manfaat masing-masing jenis madu.

Penampilan fisik yang dapat diamati adalah warna madu. Madu yang berwarna agak cerah, antara lain madu royal jeli, kapuk, mahoni, rambutan dan propolis, sedangkan yang berwarna cerah, antara lain madu karet dan madu bunga matahari. Warna gelap pada madu mengarah pada jenis madu hutan yang ada di Indonesia.

Madu merupakan produk dari lebah. Pada umumnya lebah madu yang dipelihara di Indonesia, adalah :

- a. *Apis mellifera* (lebah unggul, impor, menurut literatur dari Italia, Australia)
- b. *Apis cerana* (lebah lokal, Indonesia, Asia)
- c. *Apis florea/trigona* (lebah klanceng, bentuk kecil seperti semut hitam dan hidup di bumbung bambu, lubang kayu, tanah)
- d. *Apis dorsata* (tawon gung, lebah liar). (Dinas Perkebunan Jatim, 2012)

2.1.4 Manfaat Madu

Secara umum manfaat madu adalah sumber penghasil energi, dimana madu mampu meningkatkan daya tahan tubuh dan stamina. Fruktosa dan glukosa merupakan komponen yang paling banyak pada madu. Komponen tersebut selama proses pencernaan dapat dengan cepat ditransportasikan ke dalam darah dan dimanfaatkan tubuh sebagai sumber energi. Madu dapat menstimulasi produksi antibodi dalam tubuh dan meningkatkan serum darah dan monosit.

Ini berkaitan dengan madu yang mampu meningkatkan kekebalan tubuh dengan meningkatnya B-limfosit dan T-limfosit serta mengaktivasi neutrofil dalam tubuh (Bognadov, 2012).

Konsumsi madu sebanyak 20 g dapat memenuhi kebutuhan energi sebesar 3%. Konsumsi madu sebaiknya antara 50-80 g per hari. Madu pada dosis ini memberikan efek yang paling baik bagi kesehatan. Konsumsi madu dapat dilakukan dengan cara mencampurnya dengan air putih karena madu akan lebih mudah berdifusi ke dalam darah (Sarwono, 2007). Madu sebaiknya dikonsumsi oleh konsumen yang berumur satu tahun ke atas karena saluran pencernaannya lebih mampu mentolerir bakteri *Clostridium botulinum* daripada umur di bawah satu tahun (Bognadov, 2012).

Jenis madu yang bervariasi membuat manfaat madu beragam. Madu yang dihasilkan oleh lebah Trigona sangat baik untuk mengobati penyakit asam urat, jantung, asma, dan kadar kolestrol yang tinggi (Suranto, 2004). Madu hutan dapat meningkatkan kekebalan tubuh. Berdasarkan penelitian, madu hutan juga mempunyai aktivitas anti tumor pada tikus (Bognadov, 2012). Penyebaran sel tumor dapat dikurangi karena madu mampu melepaskan sitotoksik H₂O₂ dan mengurangi aktivitas oksigen reaktif dalam tubuh (Suarez dkk, 2010).

Manfaat madu yang unik adalah madu dapat meningkatkan pH lambung meskipun nilai keasaman madu termasuk rendah sekitar 3,92 (Siregar, 2002). Hal ini disebabkan madu mengandung mineral yang bersifat alkali dan berfungsi sebagai *buffer*. Semakin gelap warna madu, kandungan mineralnya semakin tinggi sehingga semakin tinggi juga alkalinitasnya (Suranto, 2004).

Banyak penelitian yang menjelaskan tentang manfaat madu selain yang telah dijelaskan diatas, diantaranya sebagai bahan pemanis alami dan pelengkap nutrisi untuk berbagai produk makanan dan minuman, anti mutagenik, anti radang, anti virus, anti mikroba, meningkatkan kadar hemoglobin (Hb) darah, obat luka, apiterapi, anti oksidan, dan anti kanker (Bognadov dkk, 2008; Bognadov, 2012; Suarez dkk, 2010).

2.2 Adulterasi

2.2.1 Adulterasi Madu

Menurut Chazawi (2001), adulterasi merupakan tindak kejahatan yang mengandung unsur ketidakbenaran atas sesuatu (obyek). Adulterasi pangan merupakan tindakan kejahatan di bidang pangan yang telah tersebar secara luas. Adulterasi madu mengarah pada kategori pemalsuan, diantaranya pemalsuan volume, pemalsuan mutu dan pemalsuan menyeluruh (Rachmawaty, 2011). Pemalsuan volume dikaitkan dengan bahan tambahan yang ditambahkan ke madu seperti fruktosa, glukosa, sirup dan bahan pengental. Pemalsuan mutu biasanya dilakukan dengan memodifikasi kadar air. Pemalsuan menyeluruh umumnya berhubungan dengan penggantian bahan baku, seperti campuran sagu, gula pasir dan pewarna yang menggantikan bahan utama madu. Faktor-faktor yang menentukan kualitas madu antara lain warna, rasa, kekentalan dan aroma (Sihombing, 2005). Adulterasi dapat menurunkan mutu produk dan merugikan konsumen (Ayres, 1962). Dari segi kesehatan, konsumen tidak mendapatkan manfaat madu jika mengkonsumsi madu palsu karena madu palsu tidak memiliki kandungan enzim, vitamin dan mineral yang sama dengan madu asli.

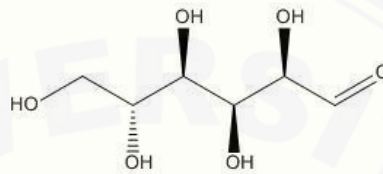
2.2.2 Uji Madu Palsu

Beberapa pengujian madu palsu pernah diteliti oleh Rachmawaty (2011) menggunakan enam sampel madu palsu, dimana madu ditambahkan sukrosa, glukosa, fruktosa, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC), gelatin serta madu campuran sagu dan sukrosa. Metode pengujian tersebut adalah uji konvensional, diantaranya uji semut, uji larut, uji keruh, uji buih, uji pemanasan, uji tarik, uji lengket, uji segi enam, uji ikan mentah dan uji iod. Berdasarkan hasil penelitian oleh Rachmawaty (2011), uji larut merupakan uji konvensional yang paling efektif yang digunakan untuk membedakan madu asli dan madu palsu dengan persentase efektivitas rata-rata sebesar 83,3%. Uji pemalsuan yang paling tidak efektif adalah uji semut dan uji lengket dengan persentase efektivitas rata-rata 0,5% dan 0%.

2.3 Bahan Yang Ditambahkan

2.3.1 Dekstrosa

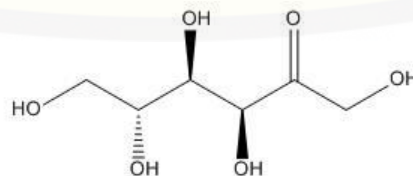
Dekstrosa ($C_6H_{12}O_6$) juga dikenal dengan nama glukosa atau *corn syrup*. Dekstrosa banyak digunakan dalam membantu menyesuaikan tonisitas dan sebagai agen pemanis. (Rowe dkk, 2009). Selain digunakan dalam ilmu farmasi, dekstrosa sering digunakan dalam industri makanan.



Gambar 2.1 Struktur kimia dekstrosa

2.3.2 Fruktosa

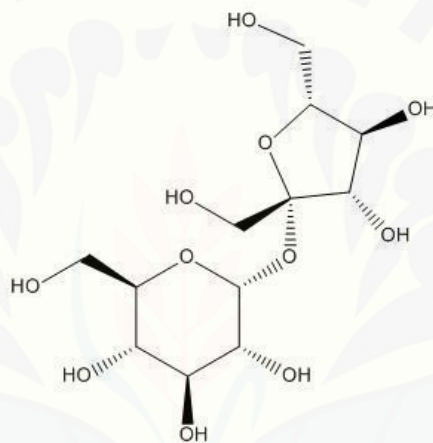
Fruktosa merupakan senyawa yang berbentuk kristal, tidak berwarna atau bubuk kristal putih dengan rasa paling manis diantara gula lainnya. Respon rasa manis dari fruktosa di mulut lebih cepat dirasakan daripada sukrosa dan dekstrosa. Kelarutan fruktosa lebih menguntungkan daripada sukrosa saat kondisi dingin karena pengendapan atau kristalisasi bahan-bahan terhambat, sehingga terjadi peningkatan kelarutan. Selain itu, fruktosa menunjukkan kelarutan dan higroskopisitas yang lebih besar daripada sukrosa dan dekstrosa. Penambahan zat pengental dapat ditambahkan untuk mencocokkan tekstur atau viskositas formulasi yang setara dengan gula karena fruktosa memiliki aktivitas air yang lebih rendah dan tekanan osmotik yang lebih tinggi daripada sukrosa (Rowe dkk, 2009).



Gambar 2.2 Struktur kimia fruktos

2.3.3 Sukrosa

Sukrosa merupakan zat gula yang bersumber dari tebu (*Saccharum officinarum* Linne' (Fam. Gramineae)), gula bit (*Beta vulgaris* Linne' (Fam. Chenopodiaceae)), dan sumber lainnya. Sukrosa yang sering dikenal dengan gula pasir ini digunakan sebagai agen pemanis untuk formulasi sirup, banyak digunakan dalam makanan dan kembang gula, dan secara terapeutik dalam pasta gula yang digunakan untuk menginisiasi penyembuhan luka. Karakteristik lainnya dari sukrosa adalah tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mengandung zat tambahan (Rowe dkk, 2009).

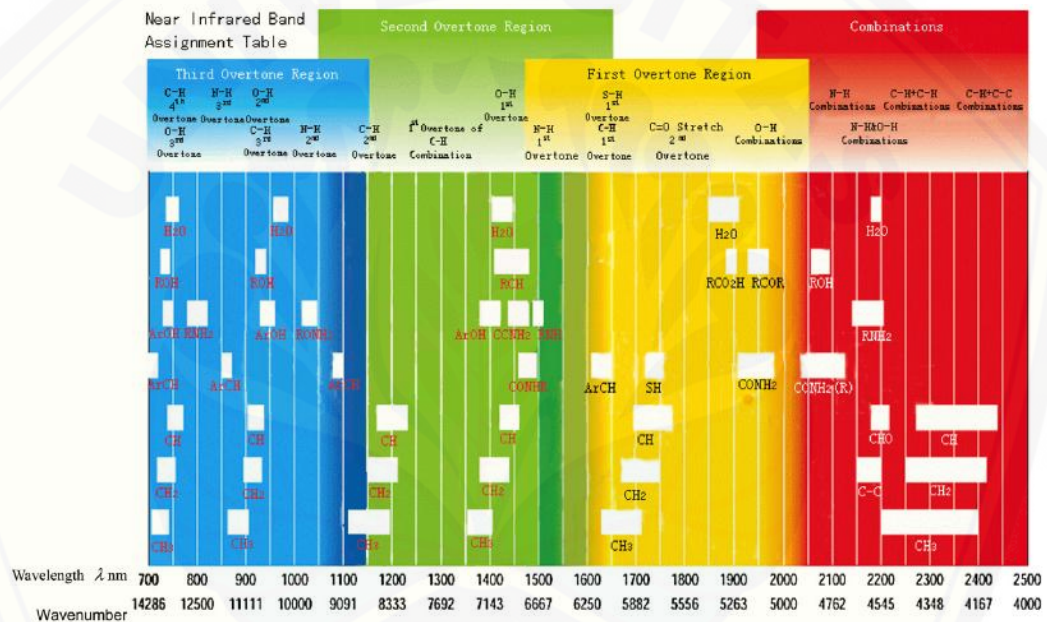


Gambar 2.3 Struktur kimia sukrosa

2.4 Spektroskopi NIR (*Near-Infrared*)

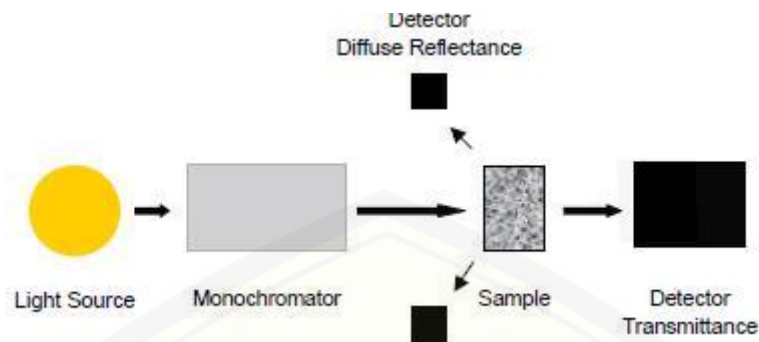
Spektroskopi NIR (*Near-Infrared*) merupakan aplikasi analisis yang luas di berbagai bidang, termasuk analisis sampel di bidang farmasi. Alat analisis ini memiliki keuntungan yang sederhana dan mudah digunakan, menyediakan analisis cepat, dan tidak menyebabkan kerusakan pada sampel. NIR juga dapat digunakan untuk menganalisis, memantau dan menilai perubahan kualitas, klasifikasi dan otentikasi makanan cair secara akurat dengan persiapan sampel sederhana (Wang dkk, 2017). Adapun kelemahan dari spektroskopi NIR, yaitu sensitivitasnya menurun secara perlahan ketika konsentrasi di bawah 0,1%. (Cen dkk, 2007).

Spektroskopi NIR menggunakan rentang spektra dari 780 hingga 2500 nm (12,500 – 4,000 cm^{-1}) dan memberikan informasi struktural yang jauh lebih kompleks terkait dengan sifat vibrasi dari ikatan kombinasi (Cen dkk, 2007). Radiasi gelombang inframerah yang berinteraksi dengan sampel dapat diserap, ditransmisikan, atau dipantulkan oleh molekul penyusun bahan, sehingga menghasilkan vibrasi (getaran). Vibrasi ini menyebabkan pita penyerapan naik sesuai kombinasi gugus fungsi kimianya (O – H, N – H, dan C – H) (Xiaobo dkk, 2010). Panjang gelombang tiap gugus kimia dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut :



Gambar 2.4 Daerah gugus fungsi dan panjang gelombang spektroskopi NIR (Sumber: Xiaobo dkk, 2010)

Instrumen spektrometer NIR terutama terdiri dari sumber cahaya, sistem pembagi berkas, detektor sampel, detektor optik, dan sistem pengolahan data yang dianalisis (Gambar 2.5). Sumber cahaya yang sering digunakan dalam spektrofotometer NIR adalah lampu halogen tungsten karena mencakup seluruh daerah NIR. (Cen dkk, 2007). Kelemahan dari segi instrumen spektrometer NIR adalah pada sumber cahaya putih yang sering menghasilkan panas dalam jumlah besar.



Gambar 2.5 Instrumentasi dasar spektrofotometer NIR (sumber: Reich, 2005)

2.5 Analisis Kemometrik

Metode statistik multivariat (banyak variabel) membantu analisis pada penggunaan instrumen NIR. Metode kemometrik merupakan metode yang menggunakan statistik multivariat, sehingga mampu mengolah kompleksitas dan permasalahan data percobaan yang dihasilkan oleh teknik NIR (Balabin dkk, 2010). Metode kemometrik mengaplikasikan matematika ke analisis kimia atau merupakan integrasi spektroskopi, statistik dan ilmu komputer. Aplikasi analisis multivariat adalah *The Unscrambler*. Penggunaan alat ini memfasilitasi dalam mengklasifikasi, mengkalibrasi, dan menginterpretasikan data. Untuk kalibrasi multivariat dapat menggunakan *Partial Least Square (PLS)* dan *Principal Component Regression (PCR)*, sedangkan untuk klasifikasi multivariat dapat menggunakan *Linear Discriminant Analysis (LDA)*, *Support Vector Machines (SVM)*, dan *Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)*. Metode yang paling sering untuk menginterpretasi data adalah *Principal Component Analysis (PCA)*.

2.5.1 Linear Discriminant Analysis (LDA)

LDA merupakan metode klasifikasi data yang paling umum digunakan dan memberikan hasil terbaik. Pemaksimalan rasio antara kelas varian dan meminimalan rasio dalam kelas varian adalah sebagai dasar penentuan LDA pada fungsi diskriminan linier. LDA mempunyai kelas distribusi normal multivariate dan linier (Berrueta dkk, 2007). Pendekatan LDA menganggap bahwa sampel

harus menjadi bagian dari salah satu kategori yang dianalisis. LDA secara luas digunakan dalam permasalahan yang melibatkan hanya dua kategori (Camo, 2005).

2.5.2 *Support Vector Machines (SVM)*

SVM merupakan metode klasifikasi pembatas antara dua kategori, tetapi tidak membentuk model kategori. Hasil metode ini dapat membedakan antara dua kategori tersebut. Pembatasan dua kategori akan membentuk *Optimal Separating Hyperplane* (OSH). OSH berfungsi memaksimalkan jarak pembatas untuk dua kategori (margin). Objek atau sampel yang berada pada garis tepi OSH disebut *support vector* (Stanimirova dkk, 2010).

2.5.3 *Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)*

Model SIMCA dibangun dengan sampel masing-masing kelas yang terlebih dahulu dianalisis menggunakan model PCA dalam *training set*. Sampel yang tidak diketahui kemudian dibandingkan dalam model SIMCA dan pengkategorian dinilai berdasarkan analogi pada sampel percobaan (Camo, 2005). Metode klasifikasi ini digunakan untuk pengkategorian objek ke dalam lebih dari satu kategori secara simultan. SIMCA menentukan jarak kategori, kemampuan pemodelan dan diskriminasi. Interpretasi hasil analisis SIMCA menggunakan plot coomans yang dapat menunjukkan diskriminasi dua kategori (Berrueta dkk, 2007).

2.5.4 *Principal Component Analysis (PCA)*

Principal Component Analysis (PCA) merupakan metode untuk mereduksi jumlah variabel dalam suatu matriks data awal sehingga diperoleh variabel baru yang tidak saling berkorelasi tetapi menyimpan sebagian informasi yang terkandung dalam matriks data awal (Miller dan Miller, 2005). Tujuan utama PCA adalah untuk mengurangi dimensi peubah yang saling berhubungan dan cukup banyak variabelnya sehingga lebih mudah untuk menginterpretasikan data-data tersebut.

2.5.5 *Partial Least Square (PLS)*

Partial Least Square (PLS) merupakan metode kalibrasi multivariat yang umum dan sering digunakan karena mutu model kalibrasi yang dihasilkan dan penerapannya yang mudah (Abdollahi dkk., 2010). Tujuan dari PLS adalah untuk membangun hubungan linear antara dua matriks dan mengetahui variabel masing-masing pada spektra data (X) dan nilai referensi (Y). Hal ini dijelaskan dengan merepresentasikan spektra untuk mengetahui arah yang akan menjadi kombinasi linear dari panjang gelombang (Roggo dkk., 2007).

2.5.6 *Principal Component Regression (PCR)*

Principal Component Regression (PCR) merupakan metode analisis multivariat yang dilakukan dengan dua tahap, yaitu mereduksi komponen dengan PCA (tahap awal), kemudian meregresi antara komponen utama yang baru terhadap respon. PCR hampir sama dengan PLS secara prinsipnya. Perbedaan kedua metode kalibrasi ini adalah pada proses penentuan komponen utama. Pada PCR, penentuan komponen utama berdasarkan variasi maksimum data spektrum dan data respon (Miller dan Miller, 2005).

2.5.7 *Support Vector Regression (SVR)*

Support Vector Regression (SVR) merupakan metode kalibrasi yang didasarkan pada perhitungan fungsi regresi linear dalam ruang dimensi tinggi di mana input data dipetakan melalui fungsi nonlinear. SVR telah diterapkan di berbagai bidang keuangan, pendekatan teknik analisis kompleks, dan sebagainya (Basak dkk., 2007).

2.6 Validasi Silang

Metode validasi silang (*cross validation*) adalah metode pengujian validitas model regresi dengan menggunakan data uji di luar data yang digunakan dalam *fitting* regresi (Pranowo dkk, 2006). Tipe-tipe metode validasi silang adalah

Leave-one-out, *K-fold cross validation*, dan *2-fold cross-validation* (Kohavi, 1995).

2.6.1 *Leave-one-out*

Seperti diketahui dari namanya, *leave one out cross validation* (LOOCV) yang berarti meninggalkan satu untuk validasi silang, yaitu dengan melibatkan sampel pengamatan tunggal dari sampel asli digunakan sebagai validasi data, dan sampel pengamatan yang tersisa digunakan sebagai *training set*. Hal ini dilakukan berulang pada setiap observasi dalam sampel yang digunakan sekaligus sebagai data validasi. LOOCV akan menjadi sama dengan *k-fold*, bila jumlah k-lipatannya sama dengan jumlah sampel asli pengamatan.

2.6.2 *K-fold cross validation*

Di dalam validasi silang *k-fold*, seluruh sampel asli dibagi secara acak ke dalam k-subsampel. Dari sebanyak k-subsampel, sebuah subsampel tunggal dipertahankan sebagai validasi data untuk pengujian model, dan sisanya k-1 subsampel digunakan sebagai *training set*. Proses validasi silang yang kemudian berulang k-kali (lipatan), dengan masing-masing k-subsampel digunakan tepat satu kali sebagai validasi data. Hasil k-kali dari lipatan kemudian didapat rata-rata (atau dikombinasi) untuk menghasilkan estimasi tunggal. Keuntungan dari metode ini adalah seluruh sampel pengamatan digunakan secara acak dan berulang sebagai data pelatihan dan validasi.

2.6.3 *2-Fold Cross-Validation*

Tipe ini merupakan variasi *k-fold cross-validation* yang paling sederhana. Pada pelaksanaannya, metode ini biasanya dilakukan dengan membagi data sampel menjadi dua bagian yang sama yaitu *training set* yang digunakan untuk membuat model, sedangkan bagian yang lain untuk *test set* yang berfungsi untuk memvalidasi model yang telah terbentuk.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian eksperimental laboratorik dan melalui beberapa tahap sebagai berikut :

- 1) Pengumpulan madu asli secara langsung di beberapa tempat sekaligus penggalan informasi (wawancara)
 - 2) Pembuatan sampel simulasi bahan tambahan gula dan sampel simulasi campuran madu asli dengan gula, air untuk *training set* dan *test set*
 - 3) *Scanning* dengan menggunakan NIR
 - 4) Pembentukan model klasifikasi dan kalibrasi dengan *The Unscrambler 10.2* menggunakan sampel simulasi *training set* dan evaluasi menggunakan sampel simulasi *test set*
 - 5) Validasi model klasifikasi dan kalibrasi terpilih dengan LOOCV dan 2FCV
 - 6) Aplikasi model terbaik pada sampel madu yang beredar di pasaran
- Secara skematis, tahapan penelitian dapat dilihat pada subbab 3.5.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah perangkat spektrofotometer NIR (*Brimrose corporation luminar 3070*), perangkat lunak *BRIMROSE*, perangkat lunak *The Unscrambler X 10.2 (Camo)*, pipet tetes, vial, labu ukur, corong, batang pengaduk, neraca analitik, gelas beaker, ultrasonik.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah sampel madu asli multiflora kemiri (1), madu asli klanceng silo (2), madu asli multiflora lawang (3), madu asli klanceng lawang (4), madu asli lengkung lawang (5), madu asli randu lawang (6), sukrosa, dekstrosa, fruktosa (larutan), air dan sampel produk madu yang ada di pasaran.

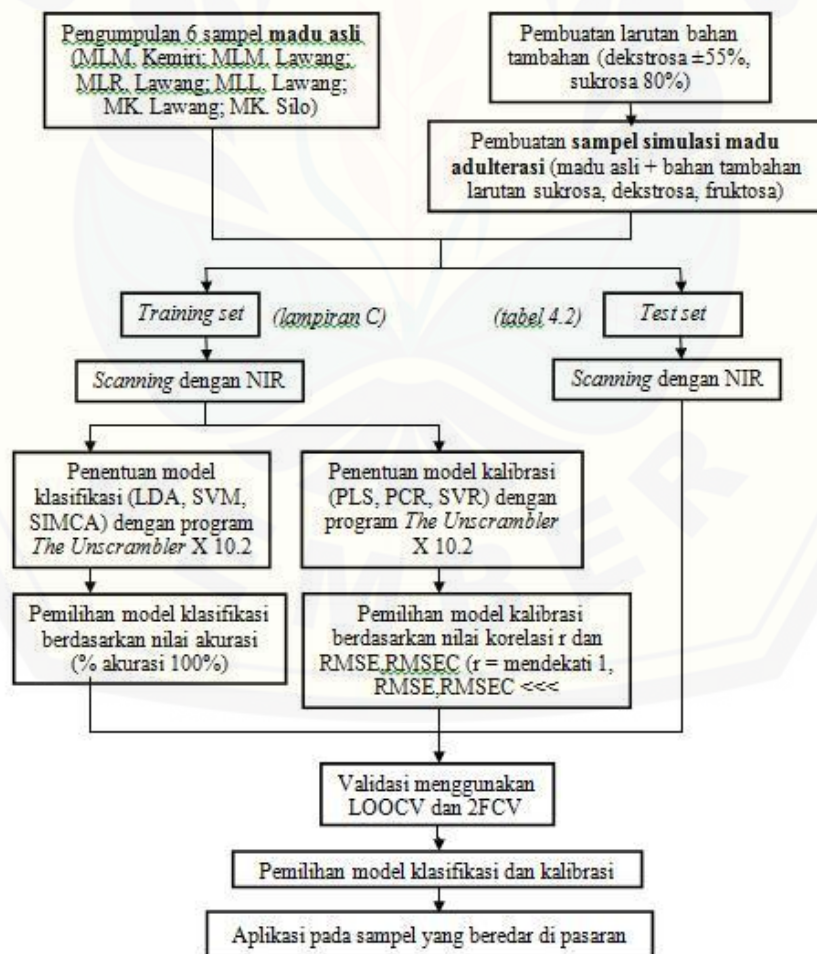
3.3 Definisi Operasional

- Madu asli: Madu yang diperoleh dari peternak lebah madu di Indonesia berupa cairan alami yang langsung dihasilkan oleh berbagai jenis lebah dari sari bunga tanaman atau bagian lain dari tanaman atau hasil ekskresi lebah (serangga).
- Madu adulterasi: Madu asli yang ditambahkan bahan tambahan lain minimal 10%, seperti larutan sukrosa, dekstrosa, dan fruktosa.

3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bagian Kimia Analisis dan Instrumen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang dimulai pada bulan Oktober 2018 sampai selesai.

3.5 Alur Penelitian



3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pembuatan Sampel Simulasi

Pembuatan pertama adalah sampel simulasi serbuk gula (dekstrosa, dan sukrosa) menjadi larutan dengan konsentrasi masing-masing 80% dan $\pm 50\%$ (dihomogenkan dengan ultrasonik ± 20 menit). Selanjutnya dibuat sampel simulasi berbagai varian madu adulterasi, yaitu madu asli dengan dekstrosa, fruktosa, dan sukrosa. Masing-masing sampel simulasi dibuat sebanyak 2 ml dan dikocok sampai tercampur merata. Sampel madu simulasi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

a. Pembuatan bahan tambahan

Bahan tambahan yang dibuat pada penelitian ini adalah sukrosa (kristal) dan dekstrosa (serbuk) dengan konsentrasi yang berbeda. Perbedaan konsentrasi ini dikarenakan karakteristik dari sukrosa dan dekstrosa berbeda, sehingga kelarutan yang dihasilkan dalam air berbeda. Bahan tambahan sukrosa lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan dekstrosa, sehingga konsentrasi sukrosa 80% (8 gram sukrosa ad 10 ml air), dan dekstrosa 55% (5,5 gram dekstrosa ad 10 ml air). Proses menjadi larutan gula dibantu dengan ultrasonik samapai larut dan homogen. Sementara itu, bahan tambahan fruktosa didapatkan dengan membeli larutan fruktosa 55%.

b. *Training set*

Training set merupakan set awal objek/sampel untuk membentuk model klasifikasi kemometrik dengan kategori sudah diketahui (Berrueta dkk, 2007). Sampel yang digunakan untuk *training set* adalah 6 sampel madu asli. Bahan tambahan untuk madu adulterasi adalah gula (dekstrosa, fruktosa, sukrosa) dan air. Simulasi madu adulterasi sebanyak 54 sampel dengan konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%. Konsentrasi 0% menunjukkan madu asli tanpa bahan tambahan, sedangkan konsentrasi 100% menunjukkan bahan tambahan tanpa madu asli.

c. *Test set*

Test set dilakukan untuk mengavaluasi reabilitas model yang telah dibentuk oleh training set menggunakan objek/sampel yang diketahui pengkategorinya (Berrueta *et al*, 2007). Sampel yang digunakan untuk *test set* selain sampel madu asli adalah sampel simulasi madu adulterasi dengan konsentrasi 10% sukrosa, 50% dekstrosa, dan 80% fruktosa.

3.6.2 *Scanning* Madu dengan NIR

Instrumen yang digunakan adalah NIR “Luminar 3070”. Instrumen NIR dihidupkan dan ditunggu selama 30 menit (merupakan waktu *warming up*), kemudian dibuka perangkat lunak Brimrose. Sampel madu asli dan simulasi campuran diletakkan diatas plat tempat sampel dengan cara meneteskan cairan dengan jumlah tetesan yang sama sehingga menghasilkan ketinggian yang sama pada setiap replikasi. Setiap sampel dilakukan replikasi sebanyak 3 kali dan setiap replikasi dilakukan 3 kali penembakan. Tahapan tersebut berlaku untuk semua sampel cair yang akan *discanning*. Perangkat lunak selanjutnya adalah *The Unscrambler X 10.2* yang digunakan untuk mengolah data yang telah diperoleh.

3.6.3 Pembentukan Model Klasifikasi

Penentuan model klasifikasi didasarkan pada kemampuan pengenalan (*recognition ability*) dan kemampuan prediksi yang terbaik. Kemampuan pengenalan didefinisikan sebagai persentase kebenaran klasifikasi model terhadap sampel *training set* sedangkan kemampuan prediksi didefinisikan sebagai persentase kebenaran klasifikasi model terhadap sampel *test set*. Pembentukan model klasifikasi dilakukan dengan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA), *Support Vector Machines* (SVM), dan *Soft Independent Modelling of Class Analogy* (SIMCA) dengan tahapan sebagai berikut: perangkat lunak *The Unscrambler* versi X 10.2 dibuka dan data dimasukkan dengan memilih *file*, *import data*, lalu dipilih *Brimrose* sehingga akan muncul tampilan data dengan masing-masing panjang gelombang. Selanjutnya dibuat kategori objek, yaitu “MADU ADULTERASI” dan “MADU ASLI”. Objek dikelompokkan dengan

memilih *define range* dan *column range* diisi dengan kategori pada kolom 1 dan absorbansi pada kolom yang lain. Selanjutnya dibuat model klasifikasi sebagai berikut :

a. LDA (*Linear Discriminant Analysis*)

Tahapan memulai model klasifikasi LDA adalah dengan klik *tasks*, *analyze*, lalu pilih *Linear Discriminant Analysis*. Model klasifikasi dikatakan valid apabila % akurasi yang diperoleh sebesar 100%, dimana hasil prediksi dari model telah sesuai dengan klasifikasi yang sebenarnya.

b. SVM (*Support Vector Machine*)

Model SVM dibuat dengan klik *tasks*, *analyze*, lalu pilih *Support Vector Machine*. Model klasifikasi dikatakan valid apabila % akurasi yang diperoleh sebesar 100%, hal tersebut menunjukkan bahwa hasil prediksi dari model telah sesuai dengan klasifikasi yang sebenarnya.

c. SIMCA (*Soft Independent Modelling of Class Analogy*)

Tahapan awal model SIMCA berbeda dengan model yang lain. Model PCA harus dibuat terlebih dahulu sebelum membuat model SIMCA. Model PCA dibuat dengan klik *tasks*, *analyze*, lalu pilih *Principal Component Analysis*. Model SIMCA dibuat dengan klik *tasks*, *predict*, *classification* lalu pilih SIMCA. Model klasifikasi dikatakan valid apabila % akurasi yang diperoleh sebesar 100%, dimana hasil prediksi dari model telah sesuai dengan klasifikasi yang sebenarnya.

3.6.4 Pembentukan Model Kalibrasi

Ada 3 metode untuk pembentukan model kalibrasi, antara lain *Partial least square (PLS)*, *Principal Component Regression (PCR)* dan *Support Vector Regression (SVR)*. Tahapan awal adalah memasukkan data pada lembar kerja *The Unscrambler* versi X 10.2 dengan tahapan yang sama pada pembentukan model klasifikasi. Nilai absorbansi ditandai sebagai prediktor (variabel x) dan konsentrasi ditandai sebagai respon (variabel y). Selanjutnya, dipilih BRIMROSE sehingga akan muncul tampilan data dengan masing-masing panjang gelombang.

Pengelompokkan objek dilakukan dengan cara mengklik *define range* dan *column range* diisi dengan nilai konsentrasi pada kolom 1 dan absorbansi pada kolom lain yang tersisa. Selanjutnya, model dibuat dengan memilih *task, analyze*, lalu klik sesuai dengan metode yang dipilih, yaitu *Partial Least Square, Principal Component Regression* dan *Support Vector Machine Regressi*. Parameter dari PLS yang harus dipenuhi adalah nilai R², RMSEC (*Root Mean Standart Error of Calibration*), RMSECV (*Root Mean Square Error Cross Validation*). Pemilihan set data spektrum didasarkan pada kemampuan prediksi yang terbaik dengan nilai korelasi R² mendekati 1, nilai madu RMSEC dan RMSECV terbaik apabila nilai semakin kecil.

3.6.5 Validasi Model Kemometrik

a. *Leave-One-Out-Cross Validation (LOOCV)*

Set validasi LOOCV dibuat untuk mengevaluasi data. Caranya adalah dengan mengambil satu set data sampel dari *training set* dimana data tersebut digunakan sebagai set validasi. Sedangkan data yang tersisa digunakan untuk membentuk model baru, demikian seterusnya hingga semua data digunakan sebagai set validasi.

b. *2-Fold Cross-Validation*

Set validasi *2-Fold Cross-Validation* dibuat dengan preparasi sampel *test set*. Penetapan data NIR dilakukan dengan *scanning* sampel *test set* hingga menghasilkan data spektrum yang kemudian diolah dengan menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler versi X 10.2*.

3.6.6 Aplikasi Sampel yang Beredar di Pasaran

Sampling sampel dapat diperoleh dengan survei produk madu diapotek, minimarket, dan pasar tanjung. Sampel yang terpilih dari sampling selanjutnya *discanning* menggunakan spektrofotometer NIR, seperti pada subbab 3.6.2. Hasil data spektrum diprediksi menggunakan model klasifikasi terbaik yang sudah dibentuk.

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. a. Model Klasifikasi LDA dan SVM dapat digunakan untuk mendeteksi adulterasi madu dengan kategori madu asli dan madu adulterasi dengan nilai akurasi 100%.
b. Model Kalibrasi PLS adulterasi madu dengan tiga bahan tambahan total (sukrosa, dekstrosa, fruktosa) memiliki nilai R^2 0,6784806 dan nilai RMSE 16,602398; nilai R^2 0,6417847 dan nilai RMSE 17,524246 untuk model kalibrasi PCR.
c. Model Kalibrasi adulterasi madu dengan satu matriks memiliki nilai R^2 masing-masing, yaitu nilai R^2 0,9357074; RMSE 9,6761799 menggunakan model SVR untuk sukrosa, nilai R^2 0,9201813; RMSE 9,9558716 menggunakan model PLS untuk dekstrosa, dan nilai R^2 0,7575791; RMSE 18,18302 menggunakan model SVR untuk fruktosa.
2. Model terbaik yang dapat diaplikasikan untuk mendeteksi adulterasi madu di pasaran adalah model klasifikasi LDA dan SVM.

d. **Saran**

Berdasarkan penelitian, maka peneliti dapat memberikan saran pada penelitian ini yaitu perlu dibentuk model kemometrik menggunakan instrumen atau metode analisis lainnya yang lebih spesifik dalam membedakan respon madu dengan respon bahan tambahan. Selain itu, homogenitas sampel simulasi dapat diperbaiki dengan menggunakan emulgator, atau dengan mengoptimalkan sampel simulasi aduterasi dengan *vortex*.

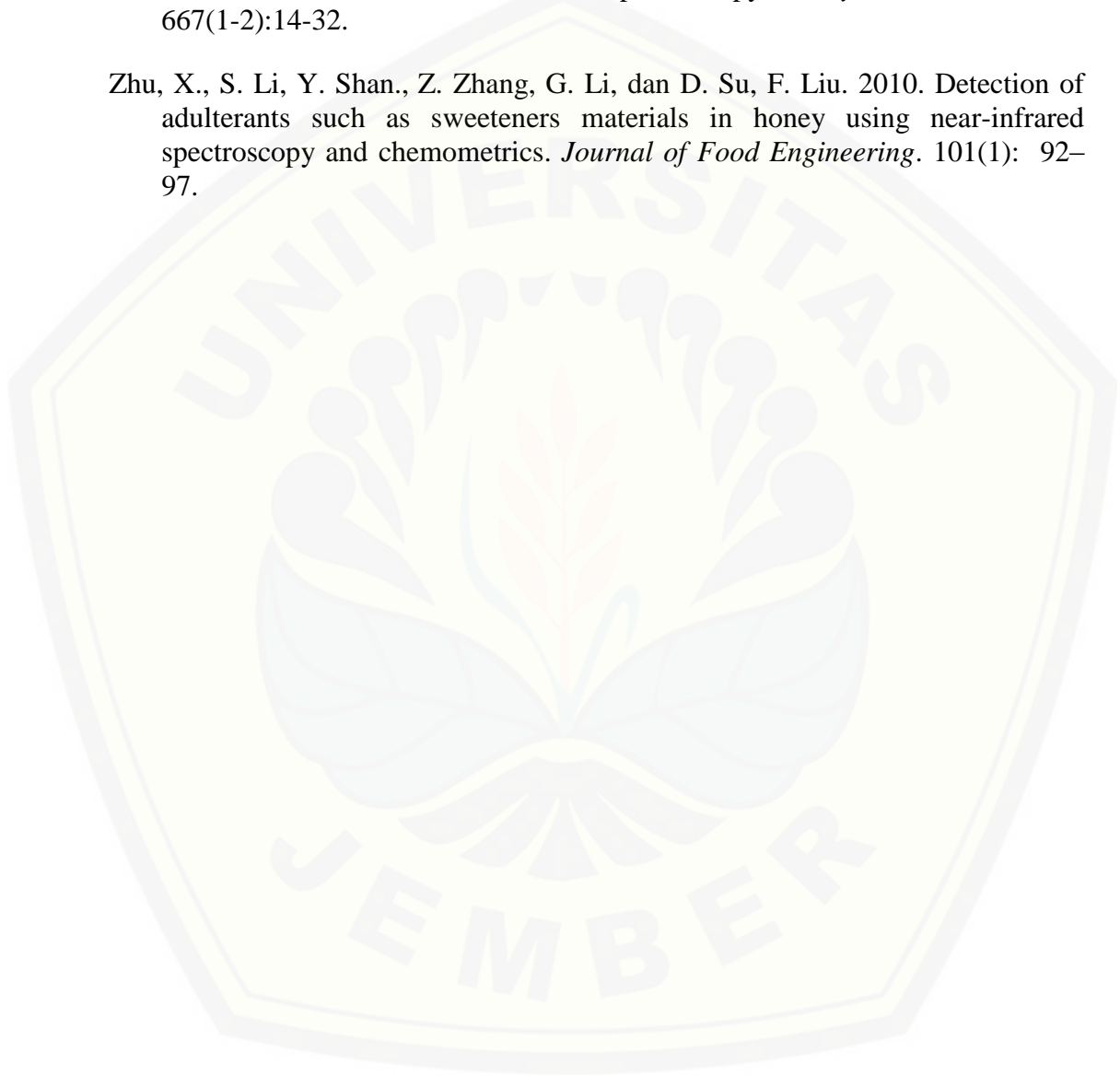
DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S. 1991. *Analisis Kimia Produk Lebah Madu dan Pelatihan Staf Laboratorium Pusat Perlebahan Nasional Parung Panjang*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Institut Pertanian Bogor.
- Ayres, J. C. 1962. Chemical and biological hazards in food. *International Symposium on Food Protection*. Iowa State University Press.
- Balabin, R. M., R. Z. Safieva, E. I. Lomakina. 2010. Gasoline classification using near infrared (NIR) spectroscopy data: comparison of multivariate techniques. *Analytica Chimica Acta*. 67(1): 27–35.
- Baranska, M., H. Schulz, R. Siuda, M. A. Strehle, P. Rösch, J. Popp, E. Joubert, dan M. Manley. 2005. Quality control of *Harpagophytum procumbens* and its related phytopharmaceutical products by means of NIR-FT Raman spectroscopy. *Biopolymers*. 77(1): 1-8.
- Basak, D., S.Pal, dan D.C. Patranabis. 2007. Support vector regression. *Neuronal Information Processing - Letters and Reviews*. 11(10):203– 224.
- Berrueta, L. A., R. M. Alonso-Salces, K. Héberger. 2007. *Supervised pattern recognition in food analysis*. *Journal of Chromatography*. 11(58): 196–214.
- Blanco, M., I.Villarroya. 2002. NIR spectroscopy: a rapid-response analytical tool. *Trends in analytical chemistry*.21(4):240-250.
- Bognadov, S. T. Jurendic, R. Sieber, dan P.Gallmann. 2008. Honey for nutrition and health: a review. *American Journal of the College of Nutrition*. 27 (6):77-689.
- Bognadov, S. 2012. Honey as nutrient and function food. *Protein*.1100:1400-2700.
- Budiyanto, M. A. K. 2002. *Dasar-dasar Ilmu Gizi*. Malang: Muhammadiyah Malang University Press.
- Camo. 2005. The unscramble methods. <http://www.camo.com/downloads/U9.6%20pdf%20manual/The%20Unscrambler%20Methods.pdf> [Diakses: 30 Oktober 2018].
- Cen, H., Y. He. 2007. Theory and application of near-infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality: a review. *Trends in Food Science and Technology*.18(2):72-83.
- Chazawi, A. 2001. *Kejahatan terhadap Pemalsuan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

- Dinas Perkebunan Jawa Timur. 2012. *Budidaya Lebah Aphis Mellifera di Sekitar Kawasan Perkebunan*. Surabaya: Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur.
- Gad, H.A., S. H. El-Ahmady, M. I. Abou-Shoer, dan M. M. Al- Azizi. 2012. Application of chemometrics in authentication of herbal medicines: a review. *Phytochemical Analysis*. 24(1): 1-24.
- Gaman. P. M., K. B. Sherrington. 1992. *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi Edisi ke-2 Terjemahan Murdijati Gardjito*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Gowen, A.A., C.P. O'Donnell., P.J. Cullen, dan S.E.J. Bell. 2008. Recent applications of chemical imaging to pharmaceutical process monitoring and quality control: a Review. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 69,10–22.
- <http://www.tribunnews.com/bisnis/2018/01/13/indonesia-defisit-madu-waspada-oplosan> [Diakses: 10 Oktober 2018].
- Kementerian Kehutanan. 2010. Data Luas Hutan Indonesia. Jakarta: Kementerian Kehutanan Indonesia.
- Kohavi, R. 1995. A study of cross validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. *International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*. 14(2): 1137-1145.
- Lengkey, L. C. E. C., I. W. Budiastara, K. B. Seminar, dan B. S. Purwoko. 2013. Determination of chemical properties in *Jathropa curcas* L. seed IP-3P by partial least-squares regression and near-infrared reflectance spectroscopy. *International Journal of Agriculture and Research*. 2(1): 41-48.
- Miller, J. dan J. Miller. 2005. *Statistic and Chemometrics for Analytical Chemistry*. Fifth ed. Harlow: Pearson Education.
- Moore, J.C., J. Spink, M. Lipp. 2012. Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. *Journal of Food Science*. Vol. 77, Nr. 4.
- Murtidjo, B.A. 2012. *Memelihara Lebah Madu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Pranowo, H. D., I. Tahir, dan A. Widiatmoko. 2006. Hubungan kuantitatif struktur elektronik dan aktivitas inhibisi senyawa kurkumin pada reaksi etoksiresorufin o-dealkilasi (EROD). *Indonesian Journal of Chemistry*. 7(1): 78-82.
- Rachmawaty, M. 2011. *Efektivitas Beberapa Uji Pemalsuan Madu*. Skripsi. Bogor: Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

- Reich, G. 2005. Near-infrared spectroscopy and imaging: basic principles and pharmaceutical applications. *Advanced drug delivery reviews*. 5(8):1109–1143.
- Ritz, M., L. Vaculíková, dan E. Plevová. 2011. Application of infrared spectroscopy and chemometric methods to identification of selected minerals. *Acta Geodyn. Geomater.* 8(1): 47–58
- Roggo Rowe, R.C., P.J.Sheskey, M.E.Quinn. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients Sixth Edition*. London: *Pharmaceutical Press*.
- Ronggo, Y., P. Chalus, L. Maurer, C. Lema-Martinez, A. Edmond, dan N. Jent. 2007. A review of near infrared spectroscopy and chemometrics in pharmaceutical technologies. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 44(3): 683-700.
- Sarwono, B. 2007. *Lebah Madu*. Jakarta Selatan: AgroMedia Pustaka.
- Sihombing, D. 2005. *Ilmu Ternak Lebah Madu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Siregar, H. C. H. 2002. *Pengaruh Metode Penurunan Kadar Air, Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Kualitas Madu Randu*. Tesis. Bogor: Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Siregar, H. C. H. 2006. *Pengantar Pengenalan Madu*. Bogor: Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Suarez, J.M.A. S.Tulipani, S.Romandini, Enrico. E. Bertoli, dan M. Battino. 2010. Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. 3(1): 15-23.
- Suranto, A. 2004. *Khasiat dan Manfaat Madu Herbal*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Standar Nasional Indonesia, 2004. SNI 01-3545-200: Madu. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. 2013. SNI 3545-2013: Madu. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Stanimirova, I., B. Ustun, T. Cajka, K. Riddlelova, J. Hajslova, L. M. Buydens, dan B. Walczak. 2010. Tracing the geographical origin of honeys using the gcxgc-ms and pattern recognition techniques. *Food Chemistry*. 118: 171–176.

- Wang,L.,D.W.Sun, H. Pu, dan J. H.Cheng. 2017. Quality analysis, classification, and authentication of liquid foods by near-infrared spectroscopy: a review of recent research developments. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 57(7):1524-1538.
- Xiaobo, Z., Jiewen, Z., Povey, M. J., Holmes, M., & Hanpin, M. 2010. Variables selection methods in near-infrared spectroscopy. *Analytica chimica acta*. 667(1-2):14-32.
- Zhu, X., S. Li, Y. Shan., Z. Zhang, G. Li, dan D. Su, F. Liu. 2010. Detection of adulterants such as sweeteners materials in honey using near-infrared spectroscopy and chemometrics. *Journal of Food Engineering*. 101(1): 92–97.



LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Alat dan Bahan yang Digunakan

A1. Sampel Madu asli dan Bahan Tambahan



Larutan fruktosa 55%



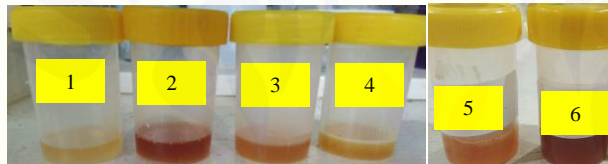
Larutan sukrosa 80%



Air



Larutan dekstrosa 55%






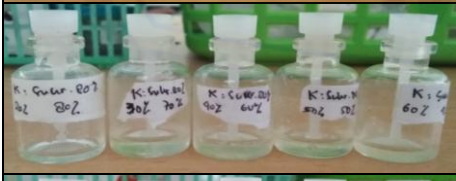

Keterangan Sampel Madu Asli:
 1. Madu Lokal Multiflora Kemiri
 2. Madu Lokal Multiflora Lawang
 3. Madu Klanceng Silo
 4. Madu Lokal Randu Lawang
 5. Madu Klanceng Lawang
 6. Madu Lokal Lengkeng







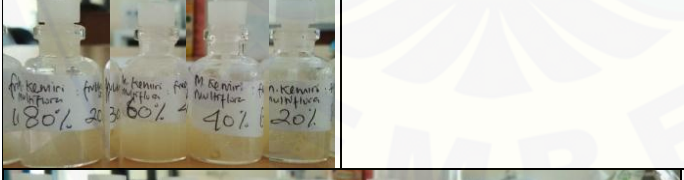


A2. Pemerian Madu Asli





1. Madu Lokal Multiflora Lawang
 - Warna : Coklat tua
 - Bau : seperti gula
 - Rasa : Manis agak asam
 - Kekentalan : Sangat kental
2. Madu Klanceng Silo
 - Warna : *Orange* terang
 - Bau : seperti gula
 - Rasa : Manis dan sangat asam
 - Kekentalan : Kental
3. Madu Lokal Randu Lawang
 - Warna : Kuning gelap
 - Bau : seperti gula
 - Rasa : Sangat manis
 - Kekentalan : Kental

4. Madu Lokal Lengkeng Lawang
 - Warna : Coklat gelap
 - Bau : seperti gula
 - Rasa : Sangat manis
 - Kekentalan : Kental
5. Madu Lokal Multiflora Kemiri
 - Warna : Kuning terang
 - Bau : seperti gula
 - Rasa : Manis
 - Kekentalan : Kental
6. Madu Klanceng Lawang
 - Warna : *Orange* gelap
 - Bau : seperti gula
 - Rasa : Manis agak asam
 - Kekentalan : Kental

A3. Sampel *Training Set* dan *Test Set*

Gambar Sampel	Identitas Sampel
	MK. Lawang + sukrosa
	MLR. Lawang + sukrosa
	MLM. Lawang + sukrosa
	MLM. Kemiri + sukrosa
	MK. Silo + sukrosa

Gambar Sampel	Identitas Sampel
	MLL. Lawang + sukrosa
	MLL. Lawang + fruktosa
	MK. Lawang + fruktosa
	MK. Silo + fruktosa
	MLM. Lawang + fruktosa
	MLR. Lawang + fruktosa
	MLM. Kemiri + fruktosa
	MLM. Lawang + dekstrosa
	MLM. Kemiri + dekstrosa

Gambar Sampel	Identitas Sampel
	MLR. Lawang + dekstrosa
	MK. Silo + dekstrosa
	MLL. Lawang + dekstrosa
	MLR. Lawang + dekstrosa

A4. Sampel Madu di Pasaran

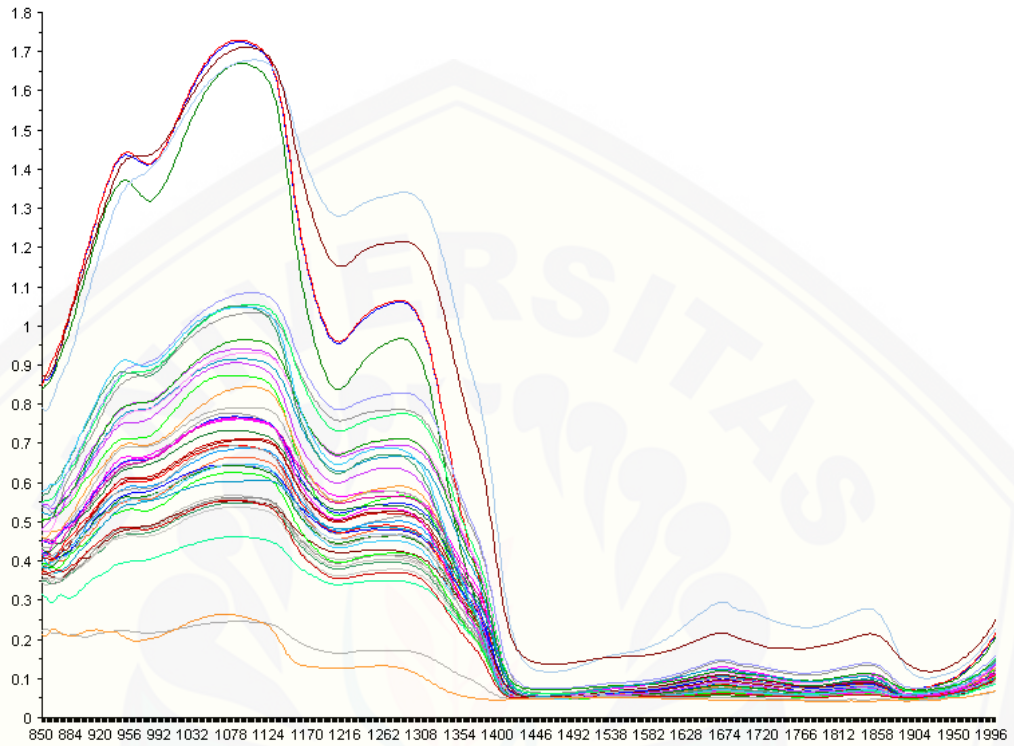


A5. Instrumen

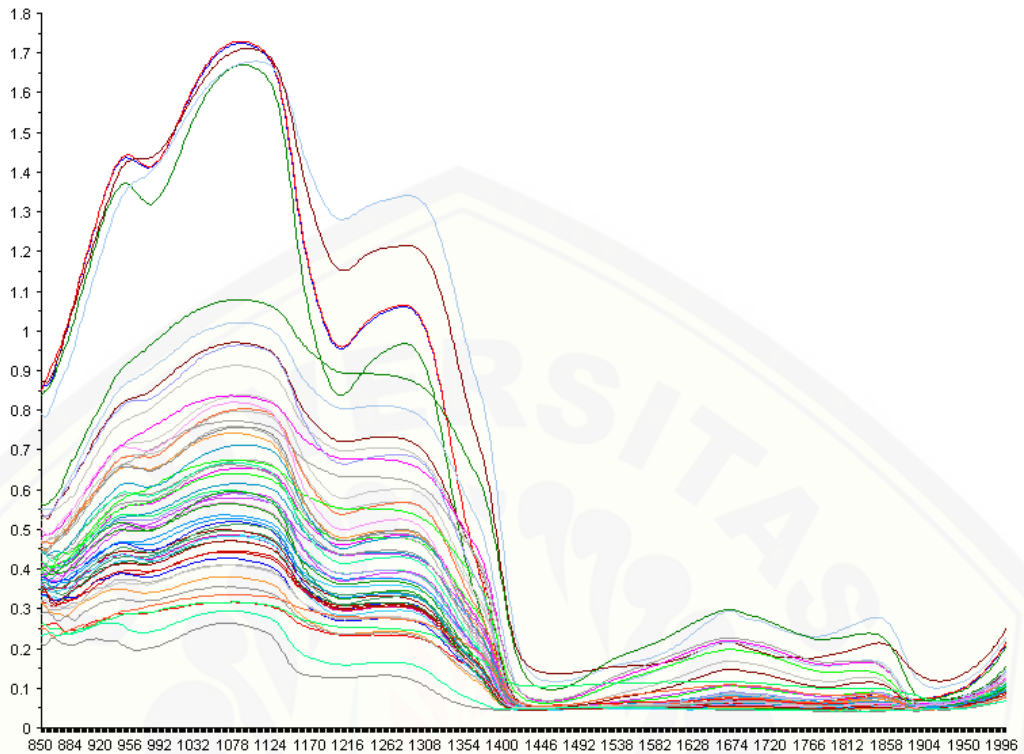


LAMPIRAN B. Spektra Hasil Scanning dengan NIR

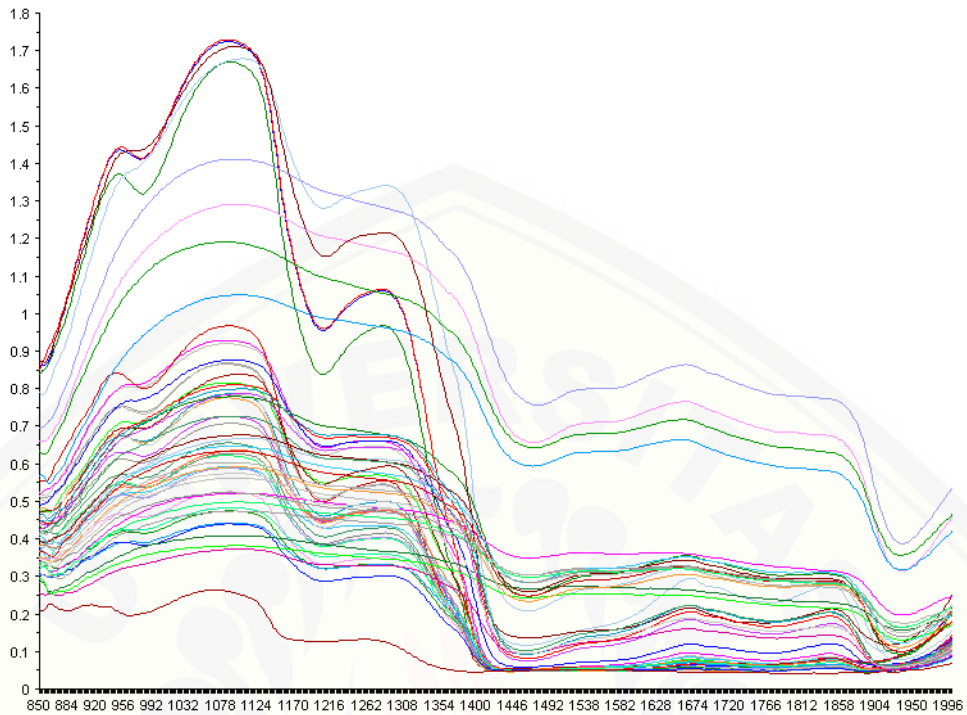
B1. Spektra Madu Asli dan Adulterasi (sukrosa)



B2. Spektra Madu Asli dan Adulterasi (dekstrosa)



B3. Spektra Madu Asli dan Adulterasi (fruktosa)



LAMPIRAN C. Tabel *Training Set*

No.	Madu	Bahan Tambahan (%)			Konsentrasi madu (%)	Kategori
		Sukrosa	Dekstrosa	Fruktosa		
1.	MLM. Kemiri	-	-	-	100	Madu asli
2.		-	10	-	90	Madu Adulterasi
3.		-	20	20	80	Madu Adulterasi
4.		-	30	-	70	Madu Adulterasi
5.		40	40	40	60	Madu Adulterasi
6.		50	50	-	50	Madu Adulterasi
7.		60	60	60	40	Madu Adulterasi
8.		70	70	-	30	Madu Adulterasi
9.		80	80	80	20	Madu Adulterasi
10.		-	90	-	10	Madu Adulterasi
11.		100	100	100	0	Madu Adulterasi
1.	MK. Silo	-	-	-	100	Madu asli
2.		-	10	10	90	Madu Adulterasi
3.		-	20	20	80	Madu Adulterasi
4.		-	30	30	70	Madu Adulterasi
5.		40	40	40	60	Madu Adulterasi
6.		50	50	50	50	Madu Adulterasi
7.		60	60	60	40	Madu Adulterasi
8.		70	70	70	30	Madu Adulterasi
9.		80	80	80	20	Madu Adulterasi
10.		-	90	90	10	Madu Adulterasi
11.		100	100	100	0	Madu Adulterasi
1.	MLM. Lawang	-	-	-	100	Madu asli
2.		-	10	10	90	Madu Adulterasi
3.		-	20	20	80	Madu Adulterasi
4.		30	30	30	70	Madu Adulterasi
5.		40	40	40	60	Madu Adulterasi
6.		50	50	50	50	Madu Adulterasi
7.		60	60	60	40	Madu Adulterasi
8.		70	70	70	30	Madu Adulterasi
9.		80	80	80	20	Madu Adulterasi
10.		-	90	90	10	Madu Adulterasi
11.		100	100	100	0	Madu Adulterasi

No.	Madu	Bahan Tambahan (%)			Konsentrasi madu (%)	Kategori
		Sukrosa	Dekstrosa	Fruktosa		
1.	MLR. Lawang	-	-	-	100	Madu asli
2.		10	10	10	90	Madu Adulterasi
3.		20	20	20	80	Madu Adulterasi
4.		30	30	30	70	Madu Adulterasi
5.		40	40	40	60	Madu Adulterasi
6.		50	50	50	50	Madu Adulterasi
7.		60	60	60	40	Madu Adulterasi
8.		70	70	70	30	Madu Adulterasi
9.		80	80	80	20	Madu Adulterasi
10.		90	90	90	10	Madu Adulterasi
11.		100	100	100	0	Madu Adulterasi
1.	MLL. Lawang	-	-	-	100	Madu asli
2.		10	10	10	90	Madu Adulterasi
3.		20	20	20	80	Madu Adulterasi
4.		30	30	30	70	Madu Adulterasi
5.		40	40	40	60	Madu Adulterasi
6.		50	50	50	50	Madu Adulterasi
7.		60	60	60	40	Madu Adulterasi
8.		70	70	70	30	Madu Adulterasi
9.		80	80	80	20	Madu Adulterasi
10.		-	90	90	10	Madu Adulterasi
11.		100	100	100	0	Madu Adulterasi
1.	MK. Lawang	-	-	-	100	Madu asli
2.		10	10	10	90	Madu Adulterasi
3.		20	20	20	80	Madu Adulterasi
4.		30	30	30	70	Madu Adulterasi
5.		40	40	40	60	Madu Adulterasi
6.		50	50	50	50	Madu Adulterasi
7.		60	60	60	40	Madu Adulterasi
8.		70	70	70	30	Madu Adulterasi
9.		80	80	80	20	Madu Adulterasi
10.		90	90	90	10	Madu Adulterasi
11.		100	100	100	0	Madu Adulterasi

Keterangan: ML = Madu Lokal ; MK = Madu Klanceng ; MLL = Madu Lokal Multiflora ;

MLR = Madu Lokal Randu ; MLL = Madu Lokal Lengkeng

LAMPIRAN D. Hasil Analisis Kualitatif dengan Kemometrik dan Perhitungan Kemampuan Pengenalan

D1. Model SIMCA

Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL	Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL
Madu Silo Klanceng (a) (1)	*		M.Randu (3) (3)	*	
Madu Silo Klanceng (a) (2)	*		M.Randu (1) (1)	*	
Madu Silo Klanceng (a) (3)	*		M.Randu (1) (2)	*	
Madu Silo Klanceng (a.2) (1)	*		M.Randu (1) (3)	*	
Madu Silo Klanceng (a.2) (2)	*		M.Kemiri multiflora 1 (1)	*	
Madu Silo Klanceng (a.2) (3)	*		M.Kemiri multiflora 1.2.1 (3)	*	
Madu Silo Klanceng (a.3) (1)	*		M.Kemiri multiflora 1.2.1 (1)	*	
Madu Silo Klanceng (a.3) (2)	*		M.Kemiri multiflora 1.2.1 (2)	*	
Madu Silo Klanceng (a.3) (3)	*		M.Kemiri multiflora 1 (2)	*	
Madu Lawang Klanceng (a.2) (1)	*		M.Kemiri multiflora 1 (3)	*	
Madu Lawang Klanceng (a.2) (2)	*		M.Kemiri multiflora 1.1 (1)	*	
Madu Lawang Klanceng (a.2) (3)	*		M.Kemiri multiflora 1.1 (2)	*	
Madu Lawang Klanceng (a.3) (1)	*		M.Kemiri multiflora 1.1 (3)	*	
Madu Lawang Klanceng (a.3) (2)	*		M.multiflora + sukros 80% (a) (1)		*
Madu Lawang Klanceng (a.3) (3)	*		M.multiflora + sukros 80% (a) (2)		*
Madu Lawang Klanceng (a) (1)	*		M.multiflora + sukros 80% (a) (3)		*
Madu Lawang Klanceng (a) (2)	*		M.multiflora + sukros 80% (a.2) (1)		*
Madu Lawang Klanceng (a) (3)	*		M.multiflora + sukros 80% (a.2) (2)		*
Madu Lawang multiflora (a.3) (1)	*		M.multiflora + sukros 80% (a.2) (3)		*
Madu Lawang multiflora (a.3) (2)	*		M.multiflora + sukros 80% (a.3) (1)		*
Madu Lawang multiflora (a.3) (3)	*		M.multiflora + sukros 80% (a.3) (2)		*
Madu Lawang multiflora (a.2) (1)	*		M.multiflora + sukros 80% (a.3) (3)		*
Madu Lawang multiflora (a.2) (2)	*		M.multiflora + sukros 70% (a) (1)		*
Madu Lawang multiflora (a.2) (3)	*		M.multiflora + sukros 70% (a) (2)		*
Madu Lawang multiflora (a) (1)	*		M.multiflora + sukros 70% (a) (3)		*
Madu Lawang multiflora (a) (2)	*		M.multiflora + sukros 70% (a.2) (1)		*
Madu Lawang multiflora (a) (3)	*		M.multiflora + sukros 70% (a.2) (2)		*
Madu Lawang lengkung (a) (1)	*		M.multiflora + sukros 70% (a.2) (3)		*
Madu Lawang lengkung (a) (2)	*		M.multiflora + sukros 70% (a.3) (1)		*
Madu Lawang lengkung (a) (3)	*		M.multiflora + sukros 70% (a.3) (2)		*
M.Randu (2) (1)	*		M.multiflora + sukros 70% (a.3) (3)		*
M.Randu (2) (2)	*		M.multiflora + sukros 60% (a) (1)		*
M.Randu (2) (3)	*		M.multiflora + sukros 60% (a) (2)		*
M.Randu (3) (1)	*		M.multiflora + sukros 60% (a) (3)		*
M.Randu (3) (2)	*		M.multiflora + sukros 60% (a.2) (1)		*

Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL	Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL
M.multiflora + sukros 60% (a.2) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 80% (b.2) (1)		*
M.multiflora + sukros 60% (a.2) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 80% (b.2) (2)		*
M.multiflora + sukros 60% (a.3) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 80% (b.2) (3)		*
M.multiflora + sukros 60% (a.3) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 80% (b.3) (1)		*
M.multiflora + sukros 60% (a.3) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 80% (b.3) (2)		*
M.multiflora + sukros 50% (a) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 80% (b.3) (3)		*
M.multiflora + sukros 50% (a) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 70% (b) (1)		*
M.multiflora + sukros 50% (a) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 70% (b) (2)		*
M.multiflora + sukros 50% (a.2) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 70% (b) (3)		*
M.multiflora + sukros 50% (a.2) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 70% (b.2) (1)		*
M.multiflora + sukros 50% (a.2) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 70% (b.2) (2)		*
M.multiflora + sukros 50% (a.3) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 70% (b.2) (3)		*
M.multiflora + sukros 50% (a.3) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 70% (b.3) (1)		*
M.multiflora + sukros 50% (a.3) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 70% (b.3) (2)		*
M.multiflora + sukros 40% (a) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 70% (b.3) (3)		*
M.multiflora + sukros 40% (a) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 60% (b) (1)		*
M.multiflora + sukros 40% (a) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 60% (b) (2)		*
M.multiflora + sukros 40% (a.2) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 60% (b) (3)		*
M.multiflora + sukros 40% (a.2) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 60% (b.2) (1)		*
M.multiflora + sukros 40% (a.2) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 60% (b.2) (2)		*
M.multiflora + sukros 40% (a.3) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 60% (b.2) (3)		*
M.multiflora + sukros 40% (a.3) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 60% (b.3) (1)		*
M.multiflora + sukros 40% (a.3) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 60% (b.3) (2)		*
M.multiflora + sukros 30% (a) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 60% (b.3) (3)		*
M.multiflora + sukros 30% (a) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 50% (b) (1)		*
M.multiflora + sukros 30% (a) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 50% (b) (2)		*
M.multiflora + sukros 30% (a.2) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 50% (b) (3)		*
M.multiflora + sukros 30% (a.2) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 50% (b.2) (1)		*
M.multiflora + sukros 30% (a.2) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 50% (b.2) (2)		*
M.multiflora + sukros 30% (a.3) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 50% (b.2) (3)		*
M.multiflora + sukros 30% (a.3) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 50% (b.3) (1)		*
M.multiflora + sukros 30% (a.3) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 50% (b.3) (2)		*
M.lengkeng + sukrosa 80% (b) (1)		*	M.lengkeng + sukrosa 50% (b.3) (3)		*
M.lengkeng + sukrosa 80% (b) (2)		*	M.lengkeng + sukrosa 40% (b) (1)		*
M.lengkeng + sukrosa 80% (b) (3)		*	M.lengkeng + sukrosa 40% (b) (2)		*

Lanjutan Model SIMCA

Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL	Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL
M.Multiflora Kemiri +dekstrosa 90% (a) (2)	*	*	M.sukrosa 80% (b) (1)		*
M.Multiflora Kemiri +dekstrosa 90% (a) (3)	*	*	M.sukrosa 80% (b) (2)		*
M.Multiflora Kemiri +dekstrosa 90% (a.2) (1)	*	*	M.sukrosa 80% (b) (3)		*
M.Multiflora Kemiri +dekstrosa 90% (a.2) (2)	*	*	M.sukrosa 80% (b.2) (1)		*
M.Multiflora Kemiri +dekstrosa 90% (a.2) (3)	*	*	M.sukrosa 80% (b.2) (2)		*
M.Multiflora Kemiri +dekstrosa 90% (a.3) (1)	*	*	M.sukrosa 80% (b.2) (3)		*
M.Multiflora Kemiri +dekstrosa 90% (a.3) (2)	*	*	M.sukrosa 80% (b.3) (1)		*
M.Multiflora Kemiri +dekstrosa 90% (a.3) (3)	*	*	M.sukrosa 80% (b.3) (2)		*
M.sukrosa 80% (1) (1)	*	*	M.sukrosa 80% (b.3) (3)		*
M.sukrosa 80% (1) (2)	*	*	dekstrosa 55% (a) (1)		*
M.sukrosa 80% (1) (3)	*	*	dekstrosa 55% (a) (2)		*
M.sukrosa 80% (1.2) (1)	*	*	dekstrosa 55% (a) (3)		*
M.sukrosa 80% (1.2) (2)	*	*	dekstrosa 55% (a.2) (1)		*
M.sukrosa 80% (1.2) (3)	*	*	dekstrosa 55% (a.2) (2)		*
M.sukrosa 80% (1.3) (1)	*	*	dekstrosa 55% (a.2) (3)		*
M.sukrosa 80% (1.3) (2)	*	*	dekstrosa 55% (a.2) (1)		*
M.sukrosa 80% (1.3) (3)	*	*	dekstrosa 55% (a.2) (2)		*
matriks sukros 80% (2) (1)	*	*	dekstrosa 55% (a.2) (3)		*
matriks sukros 80% (2) (2)	*	*	dekstrosa 55% (a.3) (1)		*
matriks sukros 80% (2) (3)	*	*	dekstrosa 55% (a.3) (2)		*
matriks sukros 80% (2.1) (1)	*	*	dekstrosa 55% (a.3) (3)		*
matriks sukros 80% (2.1) (2)	*	*	fruktosa (e) (1)		*
matriks sukros 80% (2.1) (3)	*	*	fruktosa (e) (2)		*
matriks sukros 80% (2.2) (1)	*	*	fruktosa (e) (3)		*
matriks sukros 80% (2.2) (2)	*	*	fruktosa (e.2) (1)		*
matriks sukros 80% (2.2) (3)	*	*	fruktosa (e.2) (2)		*
M.sukrosa 80% (a) (1)	*	*	fruktosa (e.2) (3)		*
M.sukrosa 80% (a) (2)	*	*	fruktosa (e.3) (1)		*
M.sukrosa 80% (a) (3)	*	*	fruktosa (e.3) (2)		*
M.sukrosa 80% (a.2) (1)	*	*	fruktosa (e.3) (3)		*
M.sukrosa 80% (a.2) (2)	*	*	Fruktosa 55% (a) (1)		*
M.sukrosa 80% (a.2) (3)	*	*	Fruktosa 55% (a) (2)		*
M.sukrosa 80% (a.3) (1)	*	*	Fruktosa 55% (a) (3)		*
M.sukrosa 80% (a.3) (2)	*	*	Fruktosa 55% (a.2) (1)		*
M.sukrosa 80% (a.3) (3)	*	*	Fruktosa 55% (a.2) (2)		*

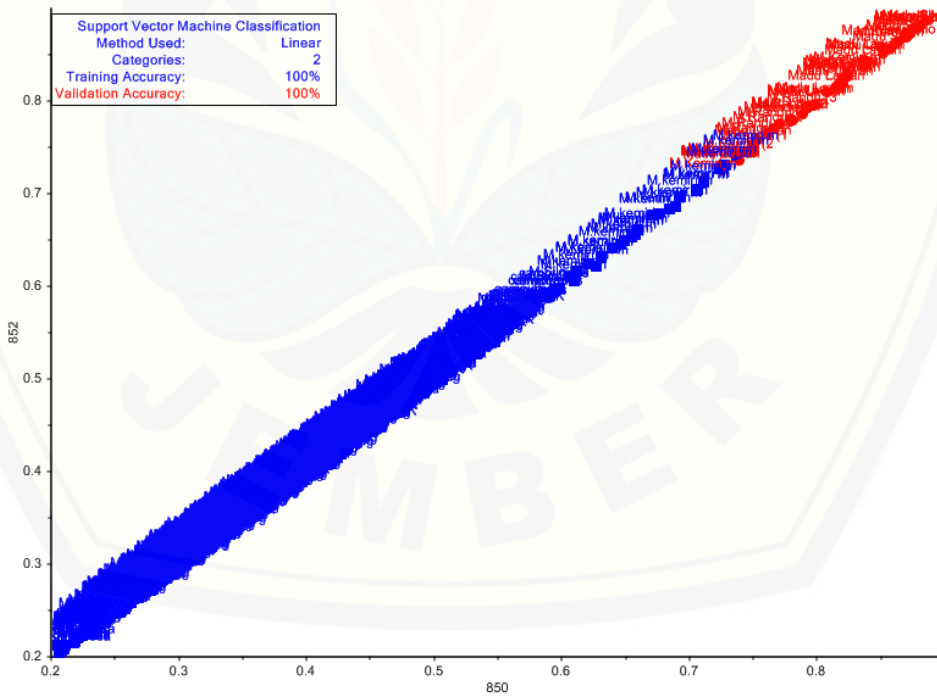
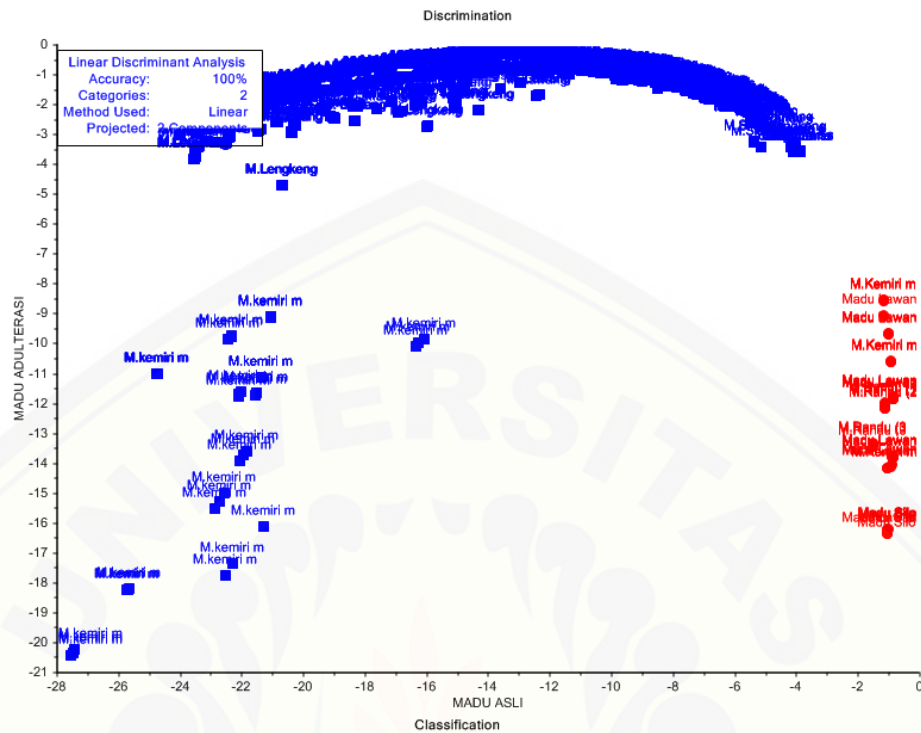
Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL	Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL
Fruktosa 55% (a.2) (3)	*	*	AIR (e.2) (2)		*
Fruktosa 55% (a.3) (1)	*	*	AIR (e.2) (3)		*
Fruktosa 55% (a.3) (2)	*	*	AIR (e.3) (1)		*
Fruktosa 55% (a.3) (3)	*	*	AIR (e.3) (2)		*
AIR (b) (1)	*	*	AIR (e.3) (3)		*
AIR (b) (2)	*	*	AIR (f) (1)		*
AIR (b) (3)	*	*	AIR (f) (2)		*
AIR (b.2) (1)	*	*	AIR (f) (3)		*
AIR (b.2) (2)	*	*	AIR (f.2) (1)		*
AIR (b.2) (3)	*	*	AIR (f.2) (2)		*
AIR (b.3) (1)	*	*	AIR (f.2) (3)		*
AIR (b.3) (2)	*	*	AIR (f.3) (1)		*
AIR (b.3) (3)	*	*	AIR (f.3) (2)		*
AIR (c) (1)	*	*	AIR (f.3) (3)		*
AIR (c) (2)	*	*	AIR (a) (1)		*
AIR (c) (3)	*	*	AIR (a) (2)		*
AIR (c.2) (1)	*	*	AIR (a) (3)		*
AIR (c.2) (2)	*	*	AIR (a.2) (1)		*
AIR (c.2) (3)	*	*	AIR (a.2) (2)		*
AIR (c.3) (1)	*	*	AIR (a.2) (3)		*
AIR (c.3) (2)	*	*	AIR (a.3) (1)		*
AIR (c.3) (3)	*	*	AIR (a.3) (2)		*
AIR (d) (1)	*	*	AIR (a.3) (3)		*
AIR (d) (2)	*	*	dekstrosa (b) (1)		*
AIR (d) (3)	*	*	dekstrosa (b) (2)		*
AIR (d.2) (1)	*	*	dekstrosa (b) (3)		*
AIR (d.2) (2)	*	*	dekstrosa (b.2) (1)		*
AIR (d.2) (3)	*	*	dekstrosa (b.2) (2)		*
AIR (d.3) (1)	*	*	dekstrosa (b.2) (3)		*
AIR (d.3) (2)	*	*	dekstrosa (b.3) (1)		*
AIR (d.3) (3)	*	*	dekstrosa (b.3) (2)		*
AIR (e) (1)	*	*	dekstrosa (b.3) (3)		*
AIR (e) (2)	*	*	dekstrosa (c) (1)		*
AIR (e) (3)	*	*	dekstrosa (c) (2)		*
AIR (e.2) (1)	*	*	dekstrosa (c) (3)		*

Lanjutan Model SIMCA

Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL	Sample - Class membership 5%	PCA ASLI	PCA ADUL
dekstroza (c.2) (1)		*	sukrosa (e) (3)		*
dekstroza (c.2) (2)		*	sukrosa (e) (1)		*
dekstroza (c.2) (3)		*	sukrosa (e) (3)		*
dekstroza (c.3) (1)		*	sukrosa (e) (3)		*
dekstroza (c.3) (2)		*	sukrosa (e.3) (1)		*
dekstroza (c.3) (3)		*	sukrosa (e.3) (2)		*
dekstroza (d) (1)		*	sukrosa (e.3) (3)		*
dekstroza (d) (2)		*	fruktosa (b) (1)		*
dekstroza (d) (3)		*	fruktosa (b) (2)		*
dekstroza (d.2) (1)		*	fruktosa (b) (3)		*
dekstroza (d.2) (2)		*	fruktosa (b.2) (1)		*
dekstroza (d.2) (3)		*	fruktosa (b.2) (2)		*
dekstroza (d.3) (1)		*	fruktosa (b.2) (3)		*
dekstroza (d.3) (2)		*	fruktosa (b.3) (1)		*
dekstroza (d.3) (3)		*	fruktosa (b.3) (2)		*
dekstroza (e) (1)		*	fruktosa (b.3) (3)		*
dekstroza (e) (2)		*	fruktosa (c) (1)		*
dekstroza (e) (3)		*	fruktosa (c) (2)		*
dekstroza (e.2) (1)		*	fruktosa (c) (3)		*
dekstroza (e.2) (2)		*	fruktosa (c.2) (1)		*
dekstroza (e.2) (3)		*	fruktosa (c.2) (2)		*
dekstroza (e.3) (1)		*	fruktosa (c.2) (3)		*
dekstroza (e.3) (2)		*	fruktosa (c.3) (1)		*
dekstroza (e.3) (3)		*	fruktosa (c.3) (2)		*
dekstroza (f) (1)		*	fruktosa (c.3) (3)		*
dekstroza (f) (2)		*	fruktosa (d) (1)		*
dekstroza (f) (3)		*	fruktosa (d) (2)		*
dekstroza (f.2) (1)		*	fruktosa (d) (3)		*
dekstroza (f.2) (2)		*	fruktosa (d.2) (1)		*
dekstroza (f.2) (3)		*	fruktosa (d.2) (2)		*
dekstroza (f.3) (1)		*	fruktosa (d.2) (3)		*
dekstroza (f.3) (2)		*	fruktosa (d.3) (1)		*
dekstroza (f.3) (3)		*	fruktosa (d.3) (2)		*
sukrosa (e) (1)		*	fruktosa (d.3) (3)		*
sukrosa (e) (2)		*	fruktosa (f) (1)		*

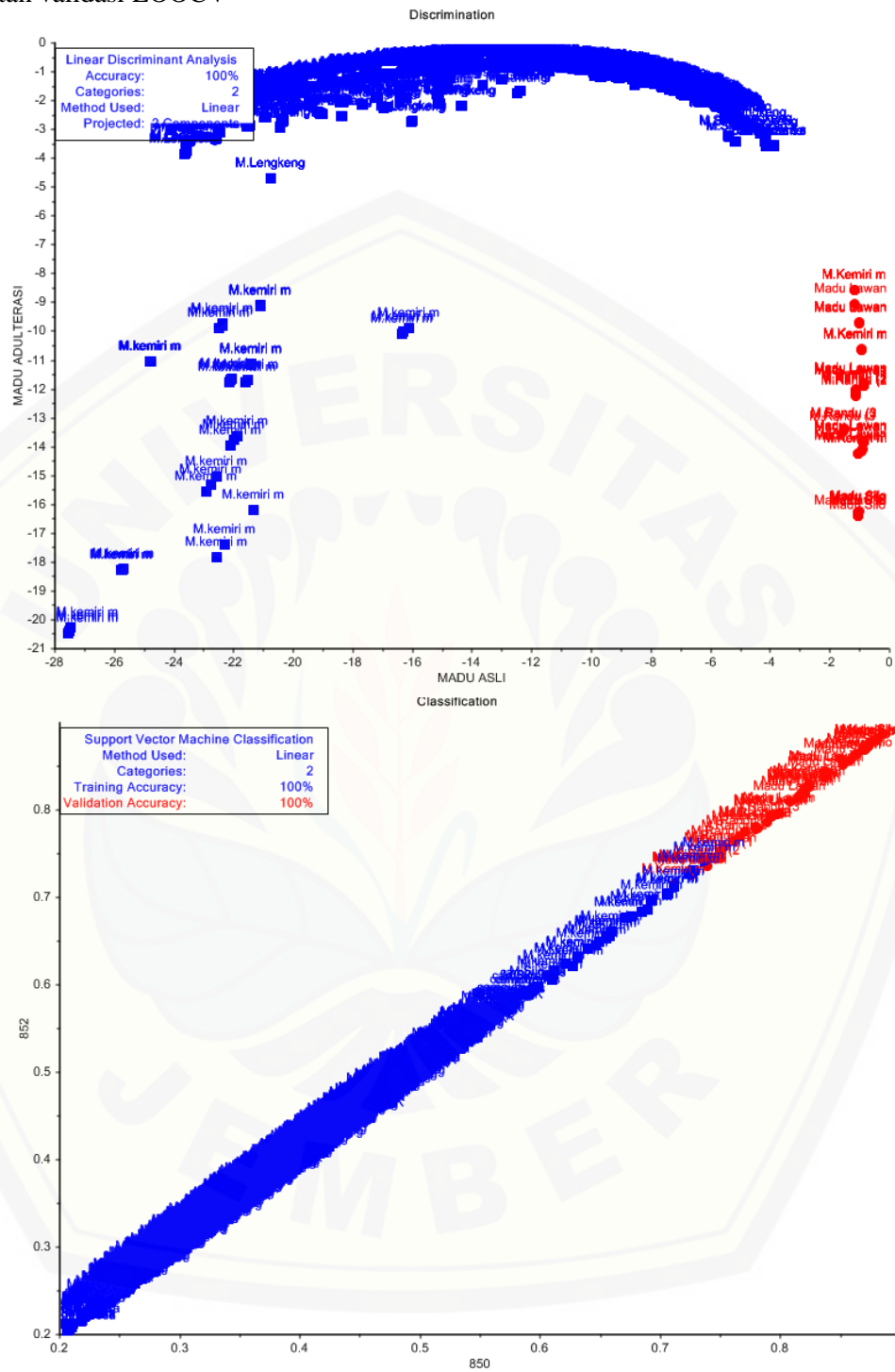
fruktosa (f) (2)	*
fruktosa (f) (3)	*
fruktosa (f.2) (1)	*
fruktosa (f.2) (2)	*
fruktosa (f.2) (3)	*
fruktosa (f.3) (1)	*
fruktosa (f.3) (2)	*
fruktosa (f.3) (3)	*
sukrosa (f) (1)	*
sukrosa (f) (2)	*
sukrosa (f) (3)	*
sukrosa (f.2) (1)	*
sukrosa (f.2) (2)	*
sukrosa (f.2) (3)	*
sukrosa (f.3) (1)	*
sukrosa (f.3) (2)	*
sukrosa (f.3) (3)	*

D2. Validasi dengan LOOCV



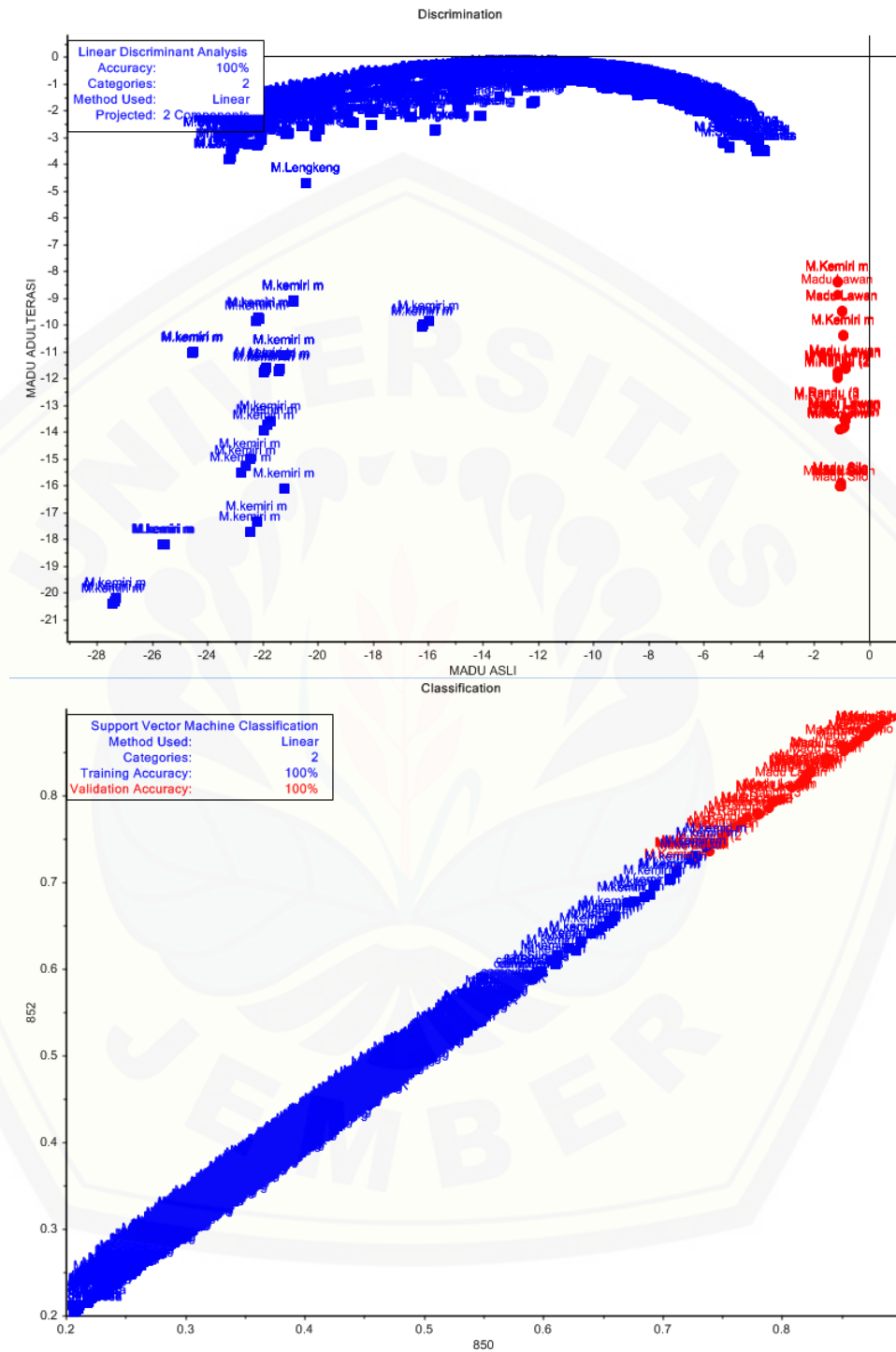
Sampel training set tanpa Madu Lokal Lengkeng Lawang + sukrosa 40%

Lanjutan validasi LOOCV



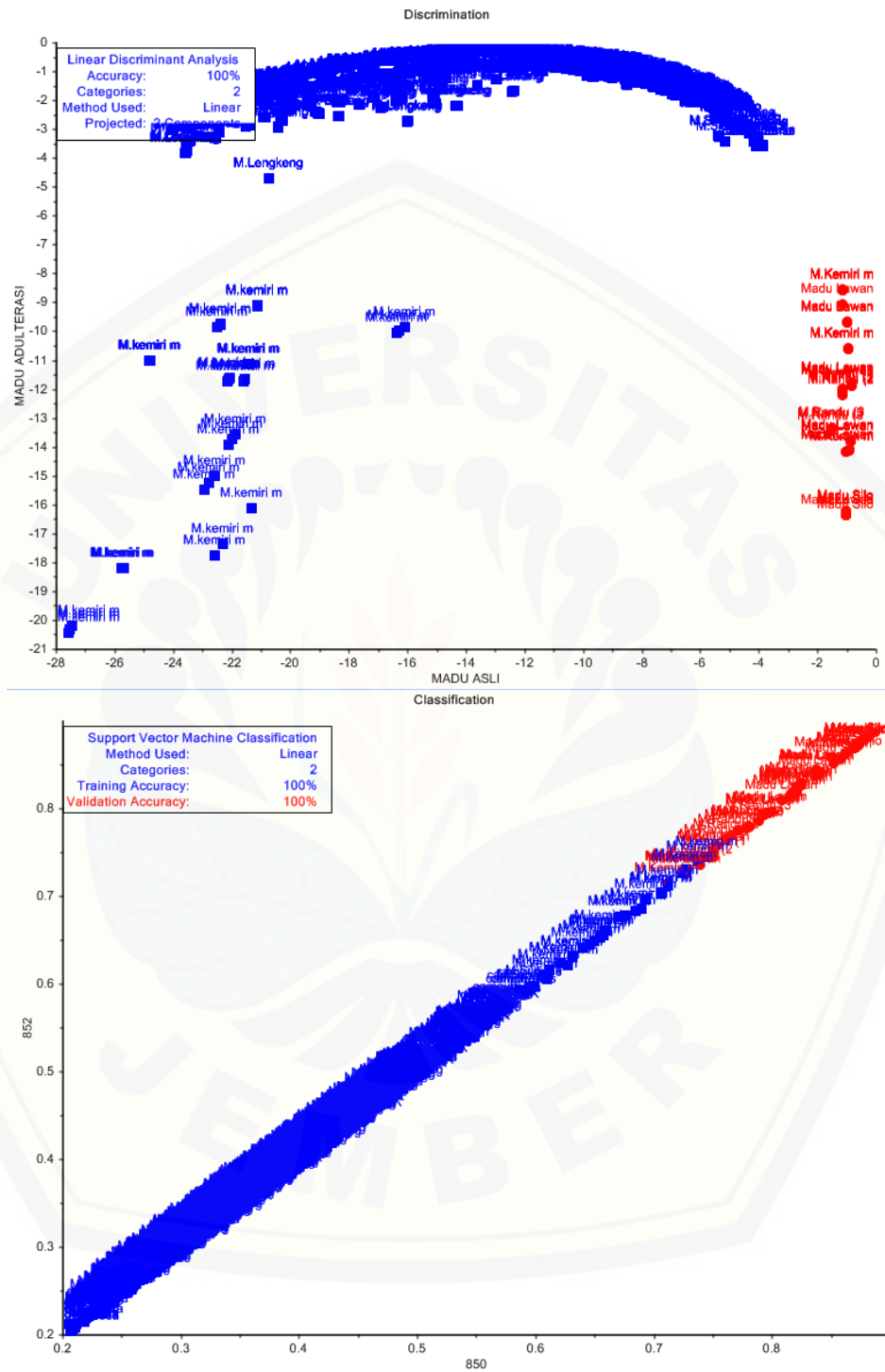
Sampel training set tanpa Madu Lokal Randu Lawang + sukrosa 10%

Lanjutan validasi LOOCV



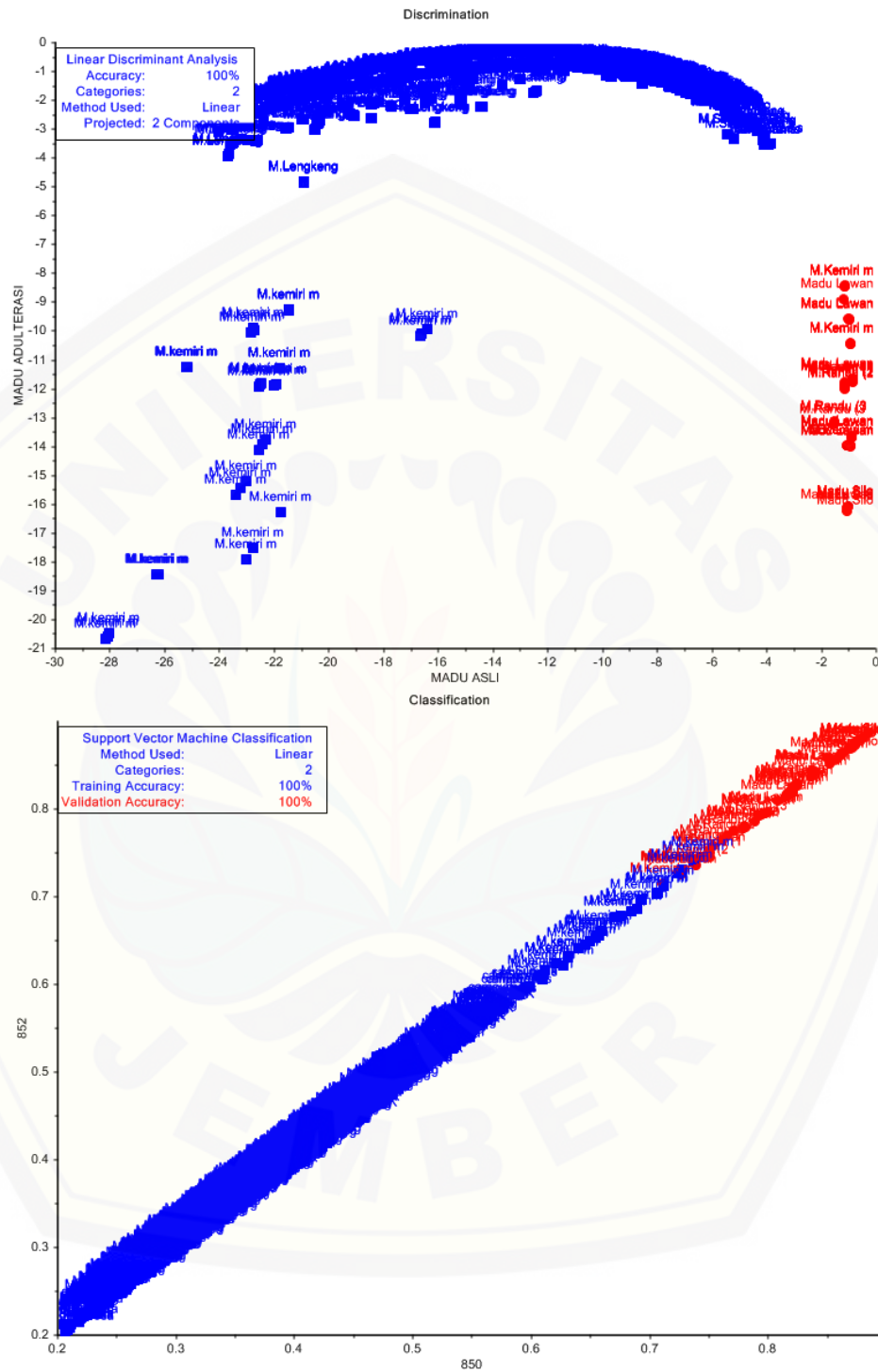
Sampel training set tanpa Madu Lokal Multiflora Kemiri + sukrosa 60%

Lanjutan dengan validasi LOOCV



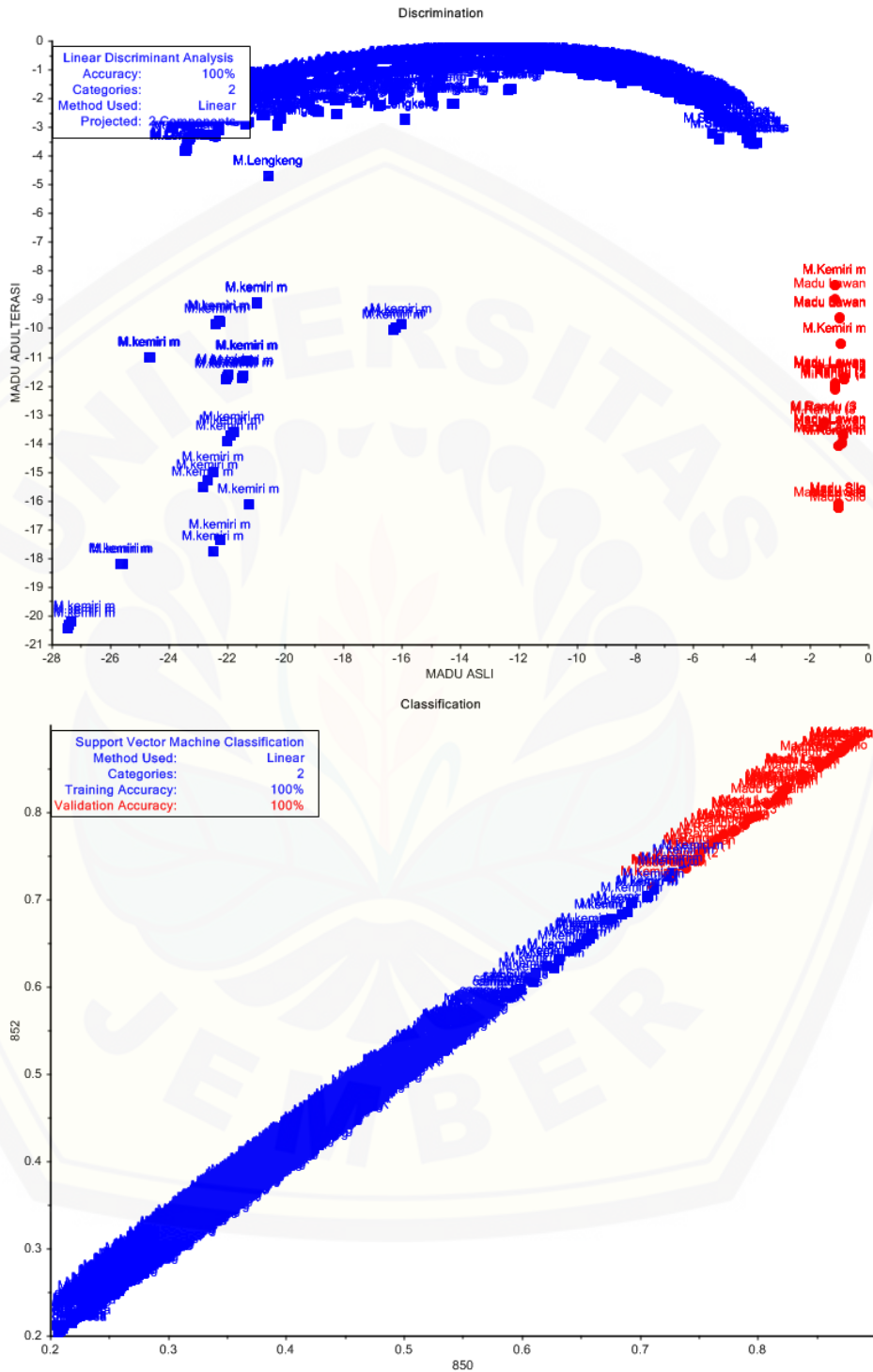
Sampel training set tanpa Madu Klanceng Silo + fruktosa 30%

Lanjutan validasi LOOCV



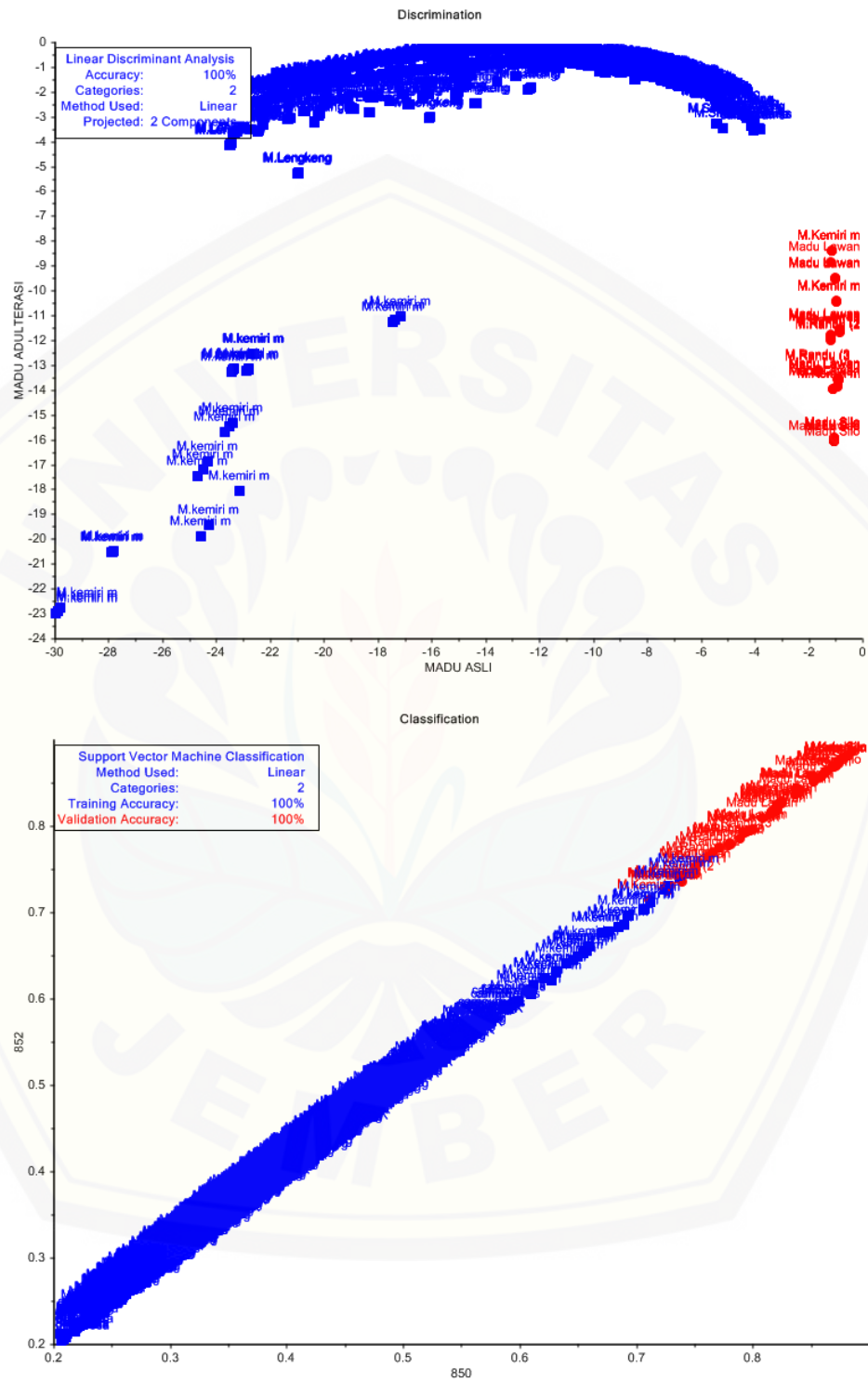
Sampel training set tanpa Madu Lokal Multiflora Lawang + fruktosa 90%

Lanjutan validasi LOOCV



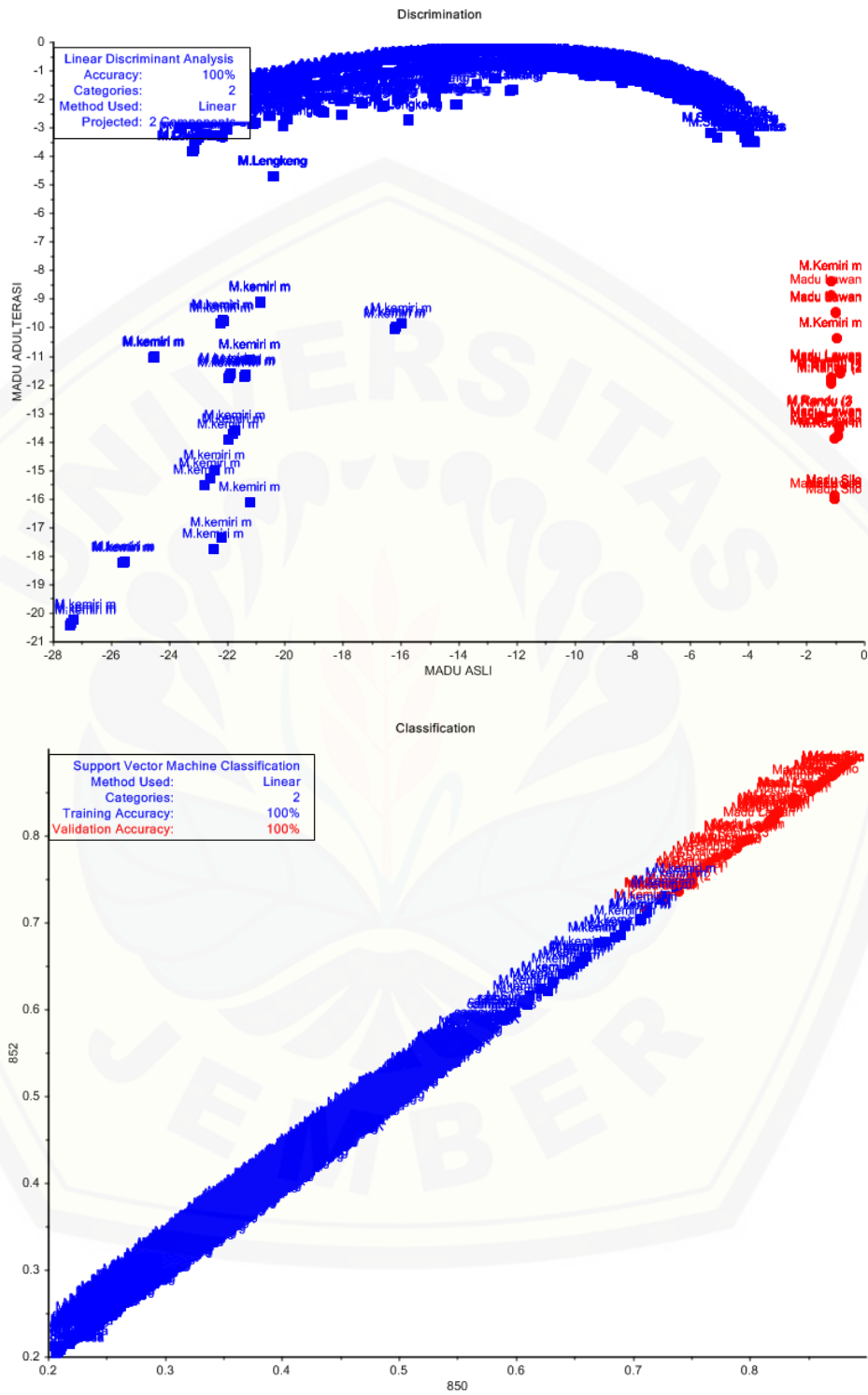
Sampel training set tanpa Madu Lokal Lengkeng Lawang + fruktosa 10%

Lanjutan validasi LOOCV



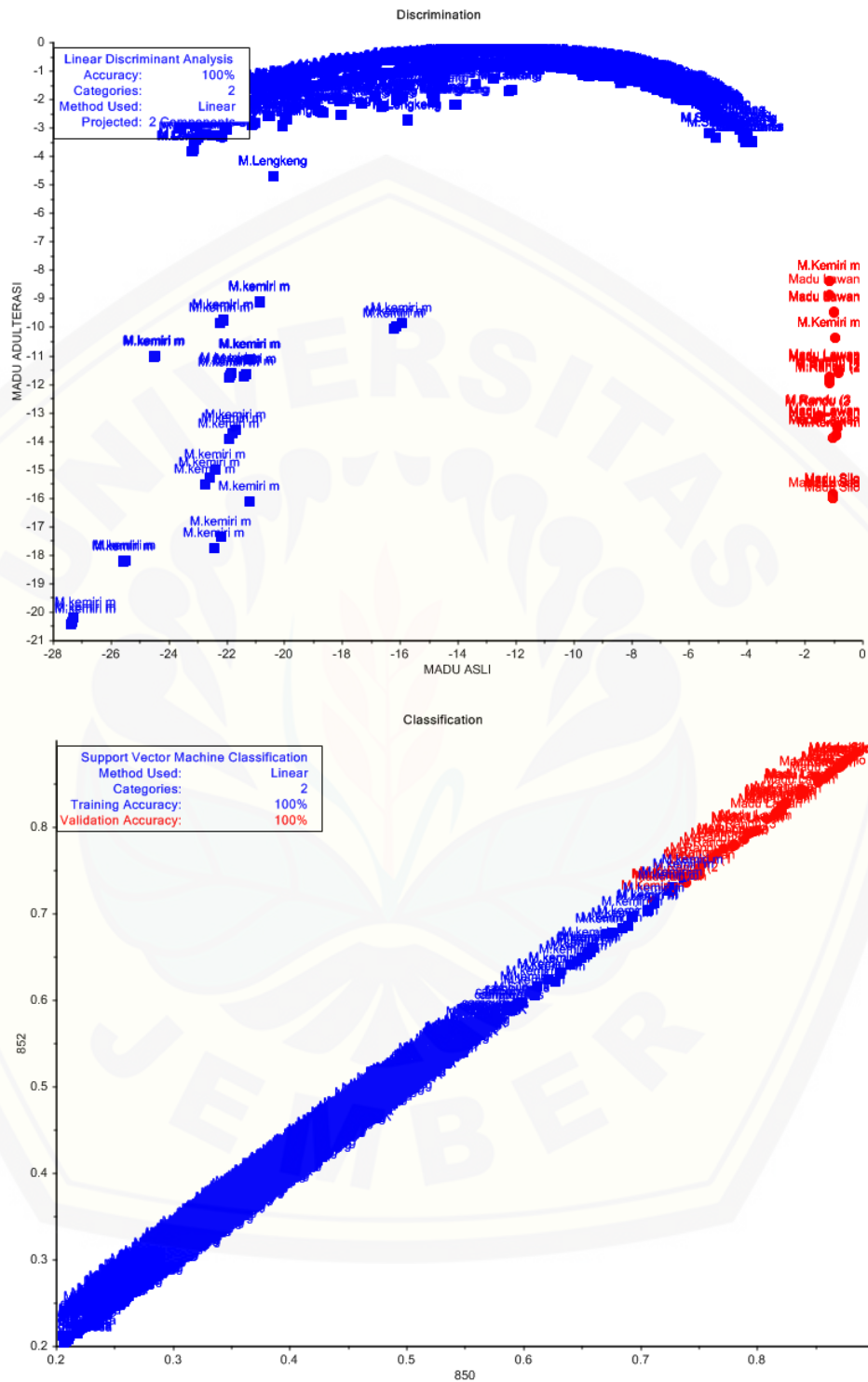
Sampel training set tanpa Madu Lokal Multiflora Kemiri + fruktosa 80%

Lanjutan validasi LOOCV



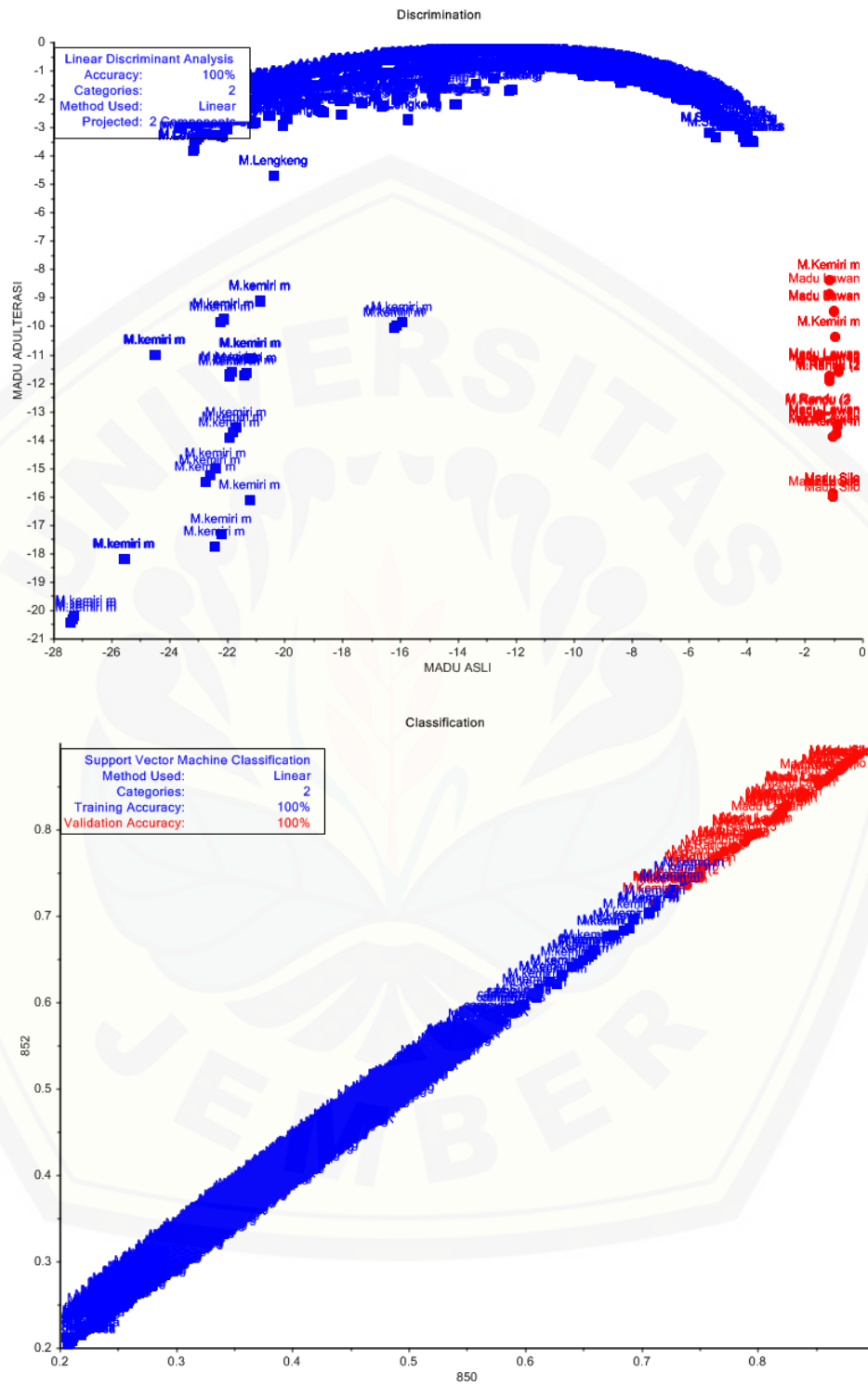
Sampel training set tanpa Madu Lokal Multiflora Kemiri + dekstrosa 50%

Lanjutan validasi LOOCV



Sampel training set tanpa Madu Lokal Multiflora Lawang + dekstrosa 30%

Lanjutan validasi LOOCV



Sampel training set tanpa Madu Lokal Klanceng Lawang + dekstrosa 70%

D3. Validasi dengan 2-Fold Cross Validation (Prediksi Sampel Test Set)

Classified_TEST SET(LDA)			
	MADU ASLI	MADU ADUL	Class
	1	2	3
test set silo + dekstrosa 50% (a) (1)	-4.8629	-2.6997	MADU ADUL
test set silo + dekstrosa 50% (a) (2)	-4.7397	-2.7902	MADU ADUL
test set silo + dekstrosa 50% (a) (3)	-4.7345	-2.7948	MADU ADUL
test set silo + dekstrosa 50% (a.2) (1)	-4.7959	-2.7489	MADU ADUL
test set silo + dekstrosa 50% (a.2) (2)	-7.2704	-1.7111	MADU ADUL
test set silo + dekstrosa 50% (a.2) (3)	-7.2835	-1.7086	MADU ADUL
test set silo + dekstrosa 50% (a.3) (1)	-7.3265	-1.6909	MADU ADUL
test set silo + dekstrosa 50% (a.3) (2)	-7.2377	-1.7334	MADU ADUL
test set silo + dekstrosa 50% (a.3) (3)	-4.3922	-2.9517	MADU ADUL
test set randu + fruktosa 80% (a) (3)	-25.0455	-3.4106	MADU ADUL
test set randu + fruktosa 80% (a) (2)	-25.0568	-3.4201	MADU ADUL
test set randu + fruktosa 80% (a) (1)	-25.1500	-3.4720	MADU ADUL
test set randu + fruktosa 80% (a.2) (1)	-25.0933	-3.4525	MADU ADUL
test set randu + fruktosa 80% (a.2) (2)	-25.0806	-3.4490	MADU ADUL
test set randu + fruktosa 80% (a.2) (3)	-25.1362	-3.4715	MADU ADUL
test set randu + fruktosa 80% (a.3) (3)	-25.1409	-3.4724	MADU ADUL
test set randu + fruktosa 80% (a.3) (2)	-25.1715	-3.4872	MADU ADUL
test set randu + fruktosa 80% (a.3) (1)	-25.1607	-3.4826	MADU ADUL
test set multi lawang + sukrosa 10% (a2) (1)	-5.0451	-2.5542	MADU ADUL
test set multi lawang + sukrosa 10% (a2) (2)	-5.0411	-2.5571	MADU ADUL
test set multi lawang + sukrosa 10% (a2) (3)	-5.0571	-2.5460	MADU ADUL
test set multi lawang + sukrosa 10% (a3) (1)	-5.0464	-2.5501	MADU ADUL
test set multi lawang + sukrosa 10% (a3) (2)	-5.0513	-2.5464	MADU ADUL
test set multi lawang + sukrosa 10% (a3) (3)	-5.0567	-2.5420	MADU ADUL
test set multi lawang + sukrosa 10% (a) (1)	-6.9824	-1.5527	MADU ADUL
test set multi lawang + sukrosa 10% (a) (3)	-7.0913	-1.5130	MADU ADUL
test set multi lawang + sukrosa 10% (a) (2)	-7.0415	-1.5314	MADU ADUL

Classified_TEST SET Ida			
	MADU ASLI	MADU ADUL	Class
	1	2	3
Silo Klanceng (a.3) (1)	-0.8538	-15.3353	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.3) (2)	-0.8510	-15.3082	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.3) (3)	-0.8453	-15.2531	MADU ASLI
Silo Klanceng (a) (1)	-0.8425	-15.2248	MADU ASLI
Silo Klanceng (a) (2)	-0.6969	-12.7455	MADU ASLI
Silo Klanceng (a) (3)	-0.6964	-12.7006	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.2) (1)	-0.6975	-12.1414	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.2) (2)	-0.6980	-12.1230	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.2) (3)	-0.6982	-12.0991	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.3) (1)	-0.7120	-11.6087	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.3) (2)	-0.7130	-11.5780	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.3) (3)	-0.7133	-11.5742	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a) (1)	-0.8504	-9.9364	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a) (2)	-0.8539	-9.9091	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a) (3)	-0.8530	-9.9180	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.2) (1)	-0.9470	-9.2953	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.2) (2)	-0.9489	-9.2855	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.2) (3)	-0.9513	-9.2707	MADU ASLI

Validasi model terpilih LDA

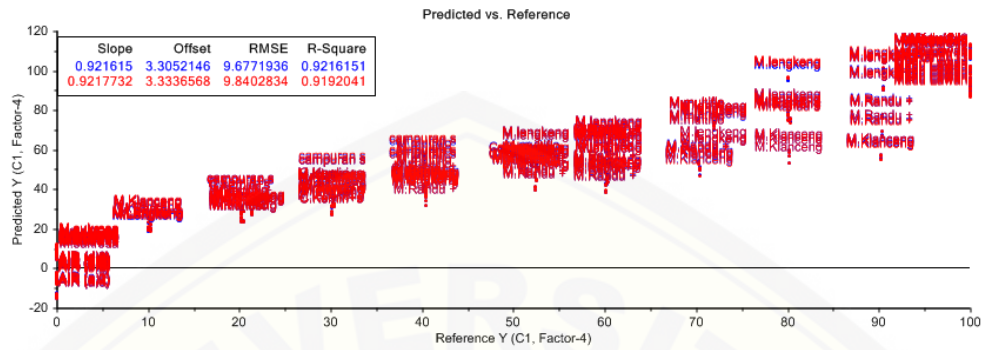
Classified_TEST SET(SVM)		
	1	
test set silo + dekstrosa 50% (a) (1)	1	MADU ADULTERASI
test set silo + dekstrosa 50% (a) (2)	2	MADU ADULTERASI
test set silo + dekstrosa 50% (a) (3)	3	MADU ADULTERASI
test set silo + dekstrosa 50% (a.2) (1)	4	MADU ADULTERASI
test set silo + dekstrosa 50% (a.2) (2)	5	MADU ADULTERASI
test set silo + dekstrosa 50% (a.2) (3)	6	MADU ADULTERASI
test set silo + dekstrosa 50% (a.3) (1)	7	MADU ADULTERASI
test set silo + dekstrosa 50% (a.3) (2)	8	MADU ADULTERASI
test set silo + dekstrosa 50% (a.3) (3)	9	MADU ADULTERASI
test set randu + fruktosa 80% (a) (3)	10	MADU ADULTERASI
test set randu + fruktosa 80% (a) (2)	11	MADU ADULTERASI
test set randu + fruktosa 80% (a) (1)	12	MADU ADULTERASI
test set randu + fruktosa 80% (a.2) (1)	13	MADU ADULTERASI
test set randu + fruktosa 80% (a.2) (2)	14	MADU ADULTERASI
test set randu + fruktosa 80% (a.2) (3)	15	MADU ADULTERASI
test set randu + fruktosa 80% (a.3) (3)	16	MADU ADULTERASI
test set randu + fruktosa 80% (a.3) (2)	17	MADU ADULTERASI
test set randu + fruktosa 80% (a.3) (1)	18	MADU ADULTERASI
test set multi lawang + sukrosa 10% (a2) (1)	19	MADU ADULTERASI
test set multi lawang + sukrosa 10% (a2) (2)	20	MADU ADULTERASI
test set multi lawang + sukrosa 10% (a2) (3)	21	MADU ADULTERASI
test set multi lawang + sukrosa 10% (a3) (1)	22	MADU ADULTERASI
test set multi lawang + sukrosa 10% (a3) (2)	23	MADU ADULTERASI
test set multi lawang + sukrosa 10% (a3) (3)	24	MADU ADULTERASI
test set multi lawang + sukrosa 10% (a) (1)	25	MADU ADULTERASI
test set multi lawang + sukrosa 10% (a) (3)	26	MADU ADULTERASI
test set multi lawang + sukrosa 10% (a) (2)	27	MADU ADULTERASI

Classified_TEST SET		
	1	
Silo Klanceng (a.3) (1)	1	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.3) (2)	2	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.3) (3)	3	MADU ASLI
Silo Klanceng (a) (1)	4	MADU ASLI
Silo Klanceng (a) (2)	5	MADU ASLI
Silo Klanceng (a) (3)	6	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.2) (1)	7	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.2) (2)	8	MADU ASLI
Silo Klanceng (a.2) (3)	9	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.3) (1)	10	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.3) (2)	11	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.3) (3)	12	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a) (1)	13	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a) (2)	14	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a) (3)	15	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.2) (1)	16	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.2) (2)	17	MADU ASLI
Madu multiflora lawang (a.2) (3)	18	MADU ASLI

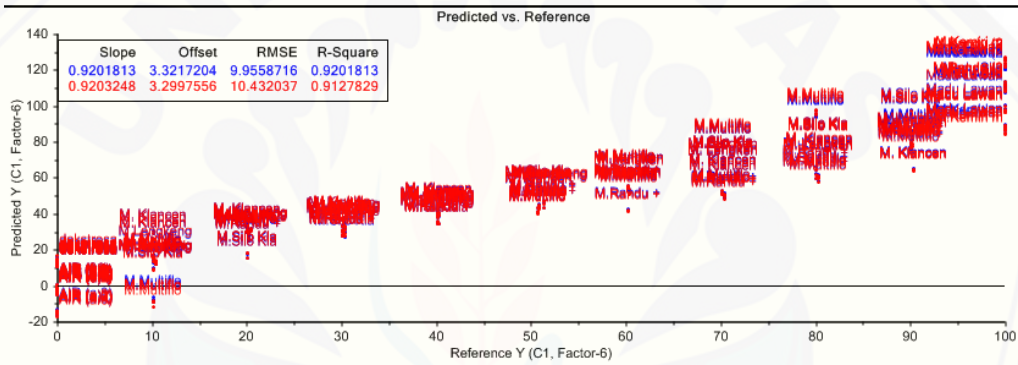
Validasi model terpilih SVMC

LAMPIRAN E. Hasil Analisis Kuantitatif dengan Kemometrik

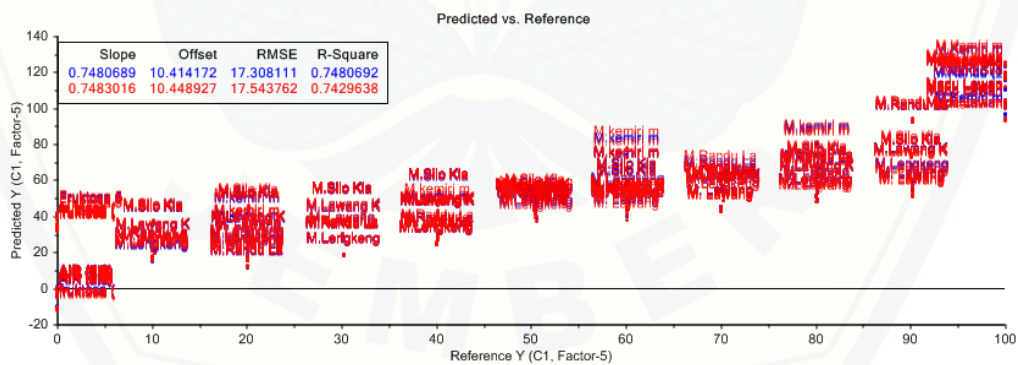
E1. Model PLS



Bahan Tambahan Sukrosa

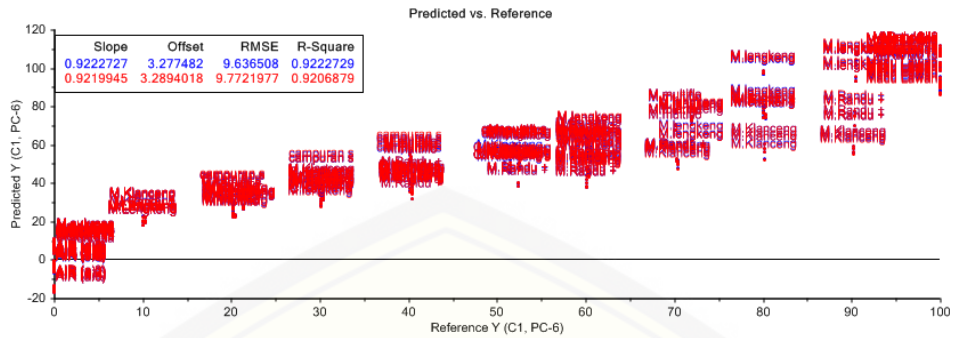


Bahan Tambahan Dekstrosa

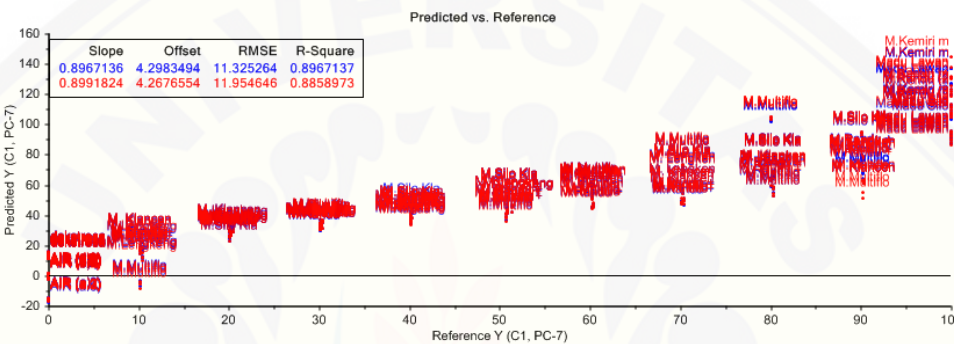


Bahan Tambahan Fruktosa

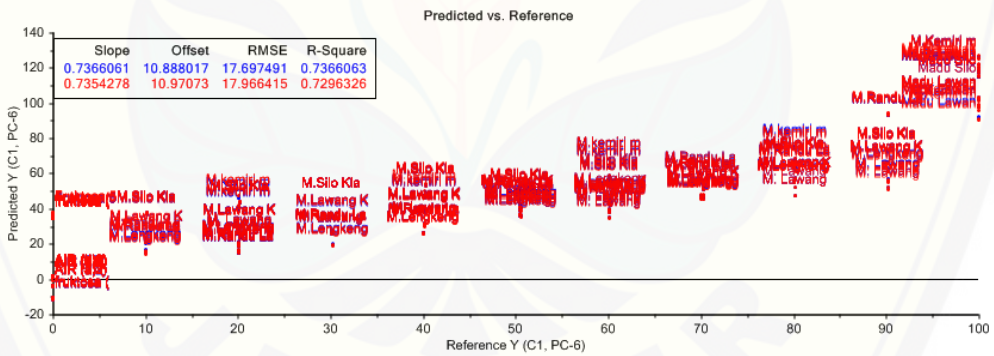
E2. Model PCR



Bahan Tambahan Sukrosa

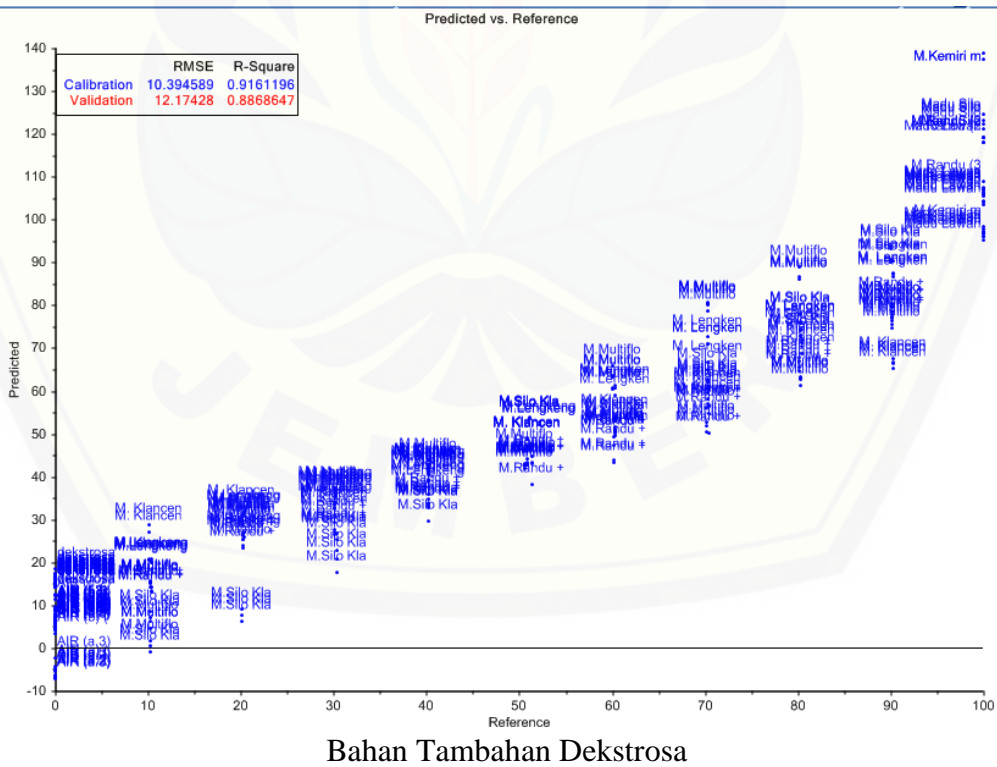
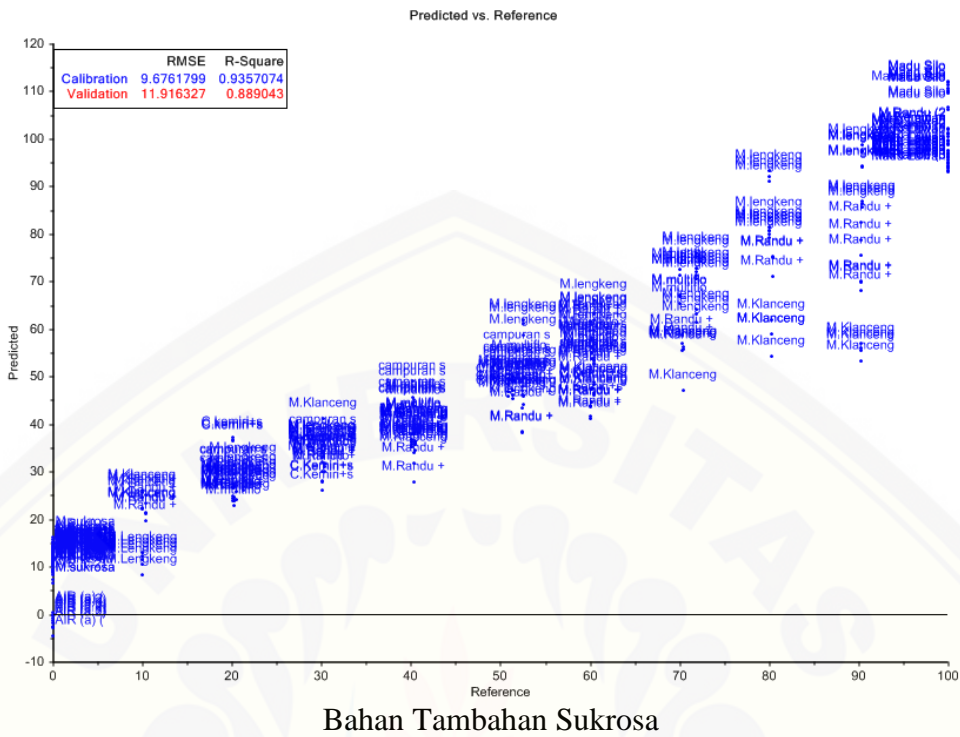


Bahan Tambahan Dekstrosa

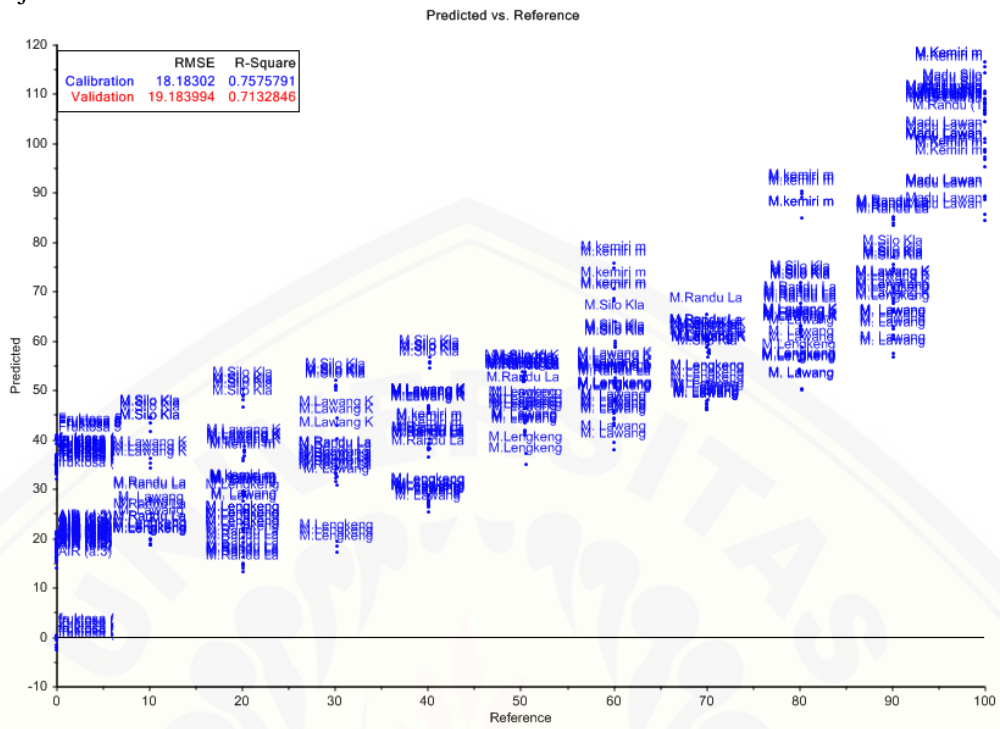


Bahan Tambahan Fruktosa

E3. Model SVR



Lanjutan Model SVR



Bahan Tambahan Fruktosa

E4. Prediksi SVR (fruktosa)

Prediction		1	Prediction		1
Madu Silo Klanceng (a) (1)	1	108.9113	M.Silo Klanceng + fruktosa 10% (a.3) (2)	35	74.6744
Madu Silo Klanceng (a) (2)	2	108.4568	M.Silo Klanceng + fruktosa 10% (a.3) (3)	36	74.5366
Madu Silo Klanceng (a) (3)	3	107.9422	M.Silo Klanceng + fruktosa 10% (a) (1)	37	76.8969
Madu Silo Klanceng (a.3) (1)	4	109.0327	M.Silo Klanceng + fruktosa 10% (a) (3)	38	75.3999
Madu Silo Klanceng (a.3) (2)	5	110.0460	M.Silo Klanceng + fruktosa 20% (a) (1)	39	71.8837
Madu Silo Klanceng (a.3) (3)	6	110.6697	M.Silo Klanceng + fruktosa 20% (a) (2)	40	70.0826
Madu Lawang Klanceng (a.3) (1)	7	98.6813	M.Silo Klanceng + fruktosa 20% (a) (3)	41	70.8137
Madu Lawang Klanceng (a.3) (2)	8	98.6430	M.Silo Klanceng + fruktosa 20% (a.2) (1)	42	70.4011
Madu Lawang Klanceng (a.3) (3)	9	100.2725	M.Silo Klanceng + fruktosa 20% (a.2) (3)	43	70.9493
Madu Lawang Klanceng (a) (1)	10	98.3736	M.Silo Klanceng + fruktosa 30% (a.2) (1)	44	60.4708
Madu Lawang Klanceng (a) (2)	11	98.6858	M.Silo Klanceng + fruktosa 30% (a.2) (2)	45	59.8474
Madu Lawang Klanceng (a) (3)	12	100.8495	M.Silo Klanceng + fruktosa 30% (a.2) (3)	46	59.1378
Madu Lawang multiflora (a.2) (1)	13	106.8670	M.Silo Klanceng + fruktosa 30% (a.3) (1)	47	57.6314
Madu Lawang multiflora (a.2) (2)	14	108.4272	M.Silo Klanceng + fruktosa 30% (a.3) (3)	48	56.7620
Madu Lawang multiflora (a.2) (3)	15	107.4217	M.Silo Klanceng + fruktosa 40% (a) (1)	49	59.9542
Madu Lawang multiflora (a) (1)	16	106.5777	M.Silo Klanceng + fruktosa 40% (a) (2)	50	63.8047
Madu Lawang multiflora (a) (2)	17	106.0309	M.Silo Klanceng + fruktosa 40% (a.3) (1)	51	59.4258
Madu Lawang multiflora (a) (3)	18	108.0224	M.Silo Klanceng + fruktosa 40% (a.3) (2)	52	59.0325
Madu Lawang lengkung (a.2) (1)	19	89.2305	M.Silo Klanceng + fruktosa 40% (a.3) (3)	53	58.6625
Madu Lawang lengkung (a.2) (2)	20	89.0942	M.Silo Klanceng + fruktosa 50% (a.2) (1)	54	52.9988
Madu Lawang lengkung (a.2) (3)	21	88.7257	M.Silo Klanceng + fruktosa 50% (a.2) (3)	55	53.5508
Madu Lawang lengkung (a.3) (1)	22	84.4254	M.Silo Klanceng + fruktosa 50% (a.3) (1)	56	52.0882
Madu Lawang lengkung (a.3) (2)	23	85.6331	M.Silo Klanceng + fruktosa 50% (a.3) (2)	57	53.1027
M.Randu (2) (3)	24	106.5549	M.Silo Klanceng + fruktosa 50% (a.3) (3)	58	53.6822
M.Randu (1) (1)	25	106.0442	M.Silo Klanceng + fruktosa 60% (a.3) (1)	59	55.7270
M.Randu (1) (2)	26	106.7359	M.Silo Klanceng + fruktosa 60% (a.3) (3)	60	56.6114
M.Randu (1) (3)	27	104.5068	M.Silo Klanceng + fruktosa 60% (a) (1)	61	55.7634
M.Kemiri multiflora 1 (1)	28	114.4350	M.Silo Klanceng + fruktosa 60% (a) (2)	62	54.5381
M.Kemiri multiflora 1.2.1 (3)	29	97.1815	M.Silo Klanceng + fruktosa 60% (a) (3)	63	55.4344
M.Kemiri multiflora 1.2.1 (1)	30	95.3177	M.Silo Klanceng + fruktosa 70% (a.2) (1)	64	51.1009
M.Kemiri multiflora 1.2.1 (2)	31	96.8246	M.Silo Klanceng + fruktosa 70% (a.3) (3)	65	50.0576
M.Kemiri multiflora 1 (2)	32	116.4254	M.Silo Klanceng + fruktosa 70% (a.3) (1)	66	52.0390
M.Kemiri multiflora 1 (3)	33	115.6562	M.Silo Klanceng + fruktosa 70% (a.3) (2)	67	50.8946
M.Silo Klanceng + fruktosa 10% (a.3) (1)	34	74.0906	M.Silo Klanceng + fruktosa 70% (a.3) (3)	68	50.6197

Prediction		1	Prediction		1
M.Silo Klanceng + fruktosa 80% (a.2) (1)	69	50.2571	M.Lawang Klanceng + fruktosa 60% (a) (1)	103	45.6474
M.Silo Klanceng + fruktosa 80% (a.2) (3)	70	48.9784	M.Lawang Klanceng + fruktosa 60% (a.2) (2)	104	46.5966
M.Silo Klanceng + fruktosa 80% (a.3) (1)	71	46.6695	M.Lawang Klanceng + fruktosa 60% (a.2) (3)	105	46.2270
M.Silo Klanceng + fruktosa 80% (a.3) (2)	72	48.0949	M.Lawang Klanceng + fruktosa 60% (a.2) (1)	106	46.9162
M.Silo Klanceng + fruktosa 80% (a.3) (3)	73	48.9139	M.Lawang Klanceng + fruktosa 60% (a.3) (1)	107	46.8911
M.Silo Klanceng + fruktosa 90% (a.2) (1)	74	44.2784	M.Lawang Klanceng + fruktosa 60% (a.3) (2)	108	46.0040
M.Silo Klanceng + fruktosa 90% (a.2) (3)	75	44.6300	M.Lawang Klanceng + fruktosa 60% (a.3) (3)	109	45.4782
M.Silo Klanceng + fruktosa 90% (a.3) (1)	76	41.7639	M.Lawang Klanceng + fruktosa 70% (a) (1)	110	44.2967
M.Silo Klanceng + fruktosa 90% (a.3) (2)	77	41.7219	M.Lawang Klanceng + fruktosa 70% (a) (2)	111	42.8380
M.Silo Klanceng + fruktosa 90% (a.3) (3)	78	43.3530	M.Lawang Klanceng + fruktosa 70% (a) (3)	112	40.2374
M.Lawang Klanceng + fruktosa 10% (a) (1)	79	66.4292	M.Lawang Klanceng + fruktosa 80% (a.3) (1)	113	37.9043
M.Lawang Klanceng + fruktosa 10% (a) (2)	80	70.4756	M.Lawang Klanceng + fruktosa 80% (a.3) (2)	114	37.5969
M.Lawang Klanceng + fruktosa 10% (a) (3)	81	68.6219	M.Lawang Klanceng + fruktosa 80% (a.2) (1)	115	38.5684
M.Lawang Klanceng + fruktosa 10% (a.2) (1)	82	69.7509	M.Lawang Klanceng + fruktosa 80% (a.2) (2)	116	37.4149
M.Lawang Klanceng + fruktosa 10% (a.2) (2)	83	70.7219	M.Lawang Klanceng + fruktosa 80% (a.2) (3)	117	36.8035
M.Lawang Klanceng + fruktosa 20% (a.2) (1)	84	61.6010	M.Lawang Klanceng + fruktosa 90% (a.3) (1)	118	34.2807
M.Lawang Klanceng + fruktosa 20% (a.2) (2)	85	62.1853	M.Lawang Klanceng + fruktosa 90% (a.3) (2)	119	35.1783
M.Lawang Klanceng + fruktosa 20% (a.2) (3)	86	61.6368	M.Lawang Klanceng + fruktosa 90% (a.3) (3)	120	36.1424
M.Lawang Klanceng + fruktosa 20% (a) (1)	87	62.9390	M.Randu Lawang + fruktosa 10% (a.2) (1)	121	85.1315
M.Lawang Klanceng + fruktosa 20% (a) (2)	88	63.0803	M.Randu Lawang + fruktosa 10% (a.2) (2)	122	84.6570
M.Lawang Klanceng + fruktosa 30% (a) (1)	89	58.3104	M.Randu Lawang + fruktosa 10% (a.2) (3)	123	83.3818
M.Lawang Klanceng + fruktosa 30% (a) (2)	90	57.4236	M.Randu Lawang + fruktosa 10% (a.3) (1)	124	84.0348
M.Lawang Klanceng + fruktosa 30% (a) (3)	91	60.1230	M.Randu Lawang + fruktosa 10% (a.3) (2)	125	84.5907
M.Lawang Klanceng + fruktosa 30% (a.2) (1)	92	57.7212	M.Randu Lawang + fruktosa 20% (a) (1)	126	65.4482
M.Lawang Klanceng + fruktosa 30% (a.2) (2)	93	57.5731	M.Randu Lawang + fruktosa 20% (a) (2)	127	67.5334
M.Lawang Klanceng + fruktosa 40% (a) (1)	94	53.8797	M.Randu Lawang + fruktosa 20% (a.3) (1)	128	65.9337
M.Lawang Klanceng + fruktosa 40% (a) (2)	95	52.1009	M.Randu Lawang + fruktosa 20% (a.3) (2)	129	66.9145
M.Lawang Klanceng + fruktosa 40% (a) (3)	96	54.2619	M.Randu Lawang + fruktosa 20% (a.3) (3)	130	66.2779
M.Lawang Klanceng + fruktosa 40% (a.2) (1)	97	52.4497	M.Randu Lawang + fruktosa 30% (a) (1)	131	62.3396
M.Lawang Klanceng + fruktosa 40% (a.2) (2)	98	52.5791	M.Randu Lawang + fruktosa 30% (a.2) (1)	132	65.2725
M.Lawang Klanceng + fruktosa 50% (a.3) (1)	99	52.6757	M.Randu Lawang + fruktosa 30% (a.2) (2)	133	60.0568
M.Lawang Klanceng + fruktosa 50% (a.3) (2)	100	52.1320	M.Randu Lawang + fruktosa 30% (a.2) (3)	134	60.8521
M.Lawang Klanceng + fruktosa 50% (a.3) (3)	101	53.7509	M.Randu Lawang + fruktosa 30% (a.3) (1)	135	58.6136
M.Lawang Klanceng + fruktosa 60% (a) (1)	102	46.8726	M.Randu Lawang + fruktosa 30% (a.3) (2)	136	60.8189

Lanjutan Prediksi SVR (fruktosa)

Prediction		1
M.Randu Lawang + fruktosa 50% (a) (1)	137	51.7729
M.Randu Lawang + fruktosa 50% (a) (2)	138	52.7078
M.Randu Lawang + fruktosa 50% (a) (3)	139	52.7062
M.Randu Lawang + fruktosa 50% (a.2)(	140	51.8566
M.Randu Lawang + fruktosa 50% (a.2)(	141	49.2266
M.Randu Lawang + fruktosa 50% (a.2)(	142	52.1644
M.Randu Lawang + fruktosa 50% (a.3)(	143	52.0168
M.Randu Lawang + fruktosa 50% (a.3)(	144	51.8201
M.Randu Lawang + fruktosa 40% (a) (1)	145	50.9356
M.Randu Lawang + fruktosa 40% (a) (2)	146	50.6521
M.Randu Lawang + fruktosa 40% (a) (3)	147	51.5907
M.Randu Lawang + fruktosa 40% (a.2)(	148	51.8878
M.Randu Lawang + fruktosa 40% (a.2)(	149	51.3791
M.Randu Lawang + fruktosa 60% (a.3)(1	150	37.8880
M.Randu Lawang + fruktosa 60% (a.3)(2	151	38.1097
M.Randu Lawang + fruktosa 60% (a.3)(3	152	38.4660
M.Randu Lawang + fruktosa 60% (a.2)(	153	36.4036
M.Randu Lawang + fruktosa 60% (a.2)(	154	39.1723
M.Randu Lawang + fruktosa 70% (a.3)(	155	35.9126
M.Randu Lawang + fruktosa 70% (a.3)(	156	34.0163
M.Randu Lawang + fruktosa 70% (a.3)(	157	32.3272
M.Randu Lawang + fruktosa 70% (a.2)(	158	31.5401
M.Randu Lawang + fruktosa 70% (a.2)(	159	33.3448
M.Randu Lawang + fruktosa 70% (a.2)(	160	36.1823
M.Randu Lawang + fruktosa 70% (a) (1)	161	34.7266
M.Randu Lawang + fruktosa 70% (a) (2)	162	33.0670
M.Randu Lawang + fruktosa 90% (a.3)(	163	28.0610
M.Randu Lawang + fruktosa 90% (a.3)(	164	27.6126
M.Randu Lawang + fruktosa 90% (a) (1)	165	23.6240
M.Randu Lawang + fruktosa 90% (a) (2)	166	21.0789
M.Randu Lawang + fruktosa 90% (a) (3)	167	21.0873
M.Randu Lawang + fruktosa 80% (a) (1)	168	18.2563
M.Randu Lawang + fruktosa 80% (a) (2)	169	17.4821
M.Randu Lawang + fruktosa 80% (a) (3)	170	16.2719

Prediction		1
M.Randu Lawang + fruktosa 80% (a.2)(	171	14.8094
M.Randu Lawang + fruktosa 80% (a.2)(	172	14.5713
M.Randu Lawang + fruktosa 80% (a.2)(	173	13.9261
M.Randu Lawang + fruktosa 80% (a.3)(	174	14.8535
M.Randu Lawang + fruktosa 80% (a.3)(	175	13.2916
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 10% (a.3	176	67.6259
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 10% (a.3	177	68.1111
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 10% (a.3	178	65.8411
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 20% (a.2	179	54.0945
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 20% (a.2	180	53.6368
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 20% (a.3	181	53.8784
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 20% (a.3	182	55.9545
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 20% (a.3	183	54.3244
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 30% (a)(	184	51.7341
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 30% (a)(	185	51.6199
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 30% (a)(	186	50.1903
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 30% (a.3	187	48.0346
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 30% (a.3	188	49.3485
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 40% (a.2	189	47.8358
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 40% (a.2	190	48.2002
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 40% (a.3	191	48.3650
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 40% (a.3	192	47.4778
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 40% (a.3	193	48.1361
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 40% (a)(	194	51.6961
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 50% (a)(	195	44.8457
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 50% (a)(	196	46.3661
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 50% (a)(	197	43.9072
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 50% (a.3	198	34.9378
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 50% (a.3	199	37.2075
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 60% (a.3	200	27.3534
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 60% (a.3	201	28.7291
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 60% (a.3	202	27.3744
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 60% (a)(	203	27.6868
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 60% (a)(	204	28.4853

Prediction		1
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 70% (a)(	205	19.4677
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 70% (a)(	206	18.4111
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 70% (a)(	207	17.0704
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 80% (a.3	208	21.4826
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 80% (a.3	209	20.1181
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 80% (a.3	210	21.9383
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 80% (a.2	211	23.2163
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 80% (a.2	212	23.1117
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 80% (a.2	213	27.5728
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 80% (a)(	214	21.8365
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 80% (a)(	215	20.0663
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 80% (a)(	216	19.1166
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 90% (a)(	217	19.6867
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 90% (a)(	218	18.9206
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 90% (a.2	219	18.6989
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 90% (a.2	220	19.9790
M.Lengkeng Lawang + fruktosa 90% (a.2	221	18.7452
M. Lawang multiflora +fruktosa 10% (a.3	222	62.5322
M. Lawang multiflora +fruktosa 10% (a.3	223	61.2062
M. Lawang multiflora +fruktosa 10% (a.3	224	60.5125
M. Lawang multiflora +fruktosa 10% (a.2	225	62.8547
M. Lawang multiflora +fruktosa 10% (a.2	226	62.9483
M. Lawang multiflora +fruktosa 20% (a) (	227	58.6685
M. Lawang multiflora +fruktosa 20% (a) (	228	61.0285
M. Lawang multiflora +fruktosa 20% (a.3	229	50.4105
M. Lawang multiflora +fruktosa 20% (a.3	230	50.0859
M. Lawang multiflora +fruktosa 20% (a) (	231	57.5227
M. Lawang multiflora +fruktosa 10% (a) (	232	56.7088
M. Lawang multiflora +fruktosa 10% (a) (	233	57.4273
M. Lawang multiflora +fruktosa 30% (a) (	234	46.1905
M. Lawang multiflora +fruktosa 30% (a) (	235	47.3840
M. Lawang multiflora +fruktosa 30% (a) (	236	46.1595
M. Lawang multiflora +fruktosa 30% (a.2	237	46.3370
M. Lawang multiflora +fruktosa 30% (a.2	238	46.5893

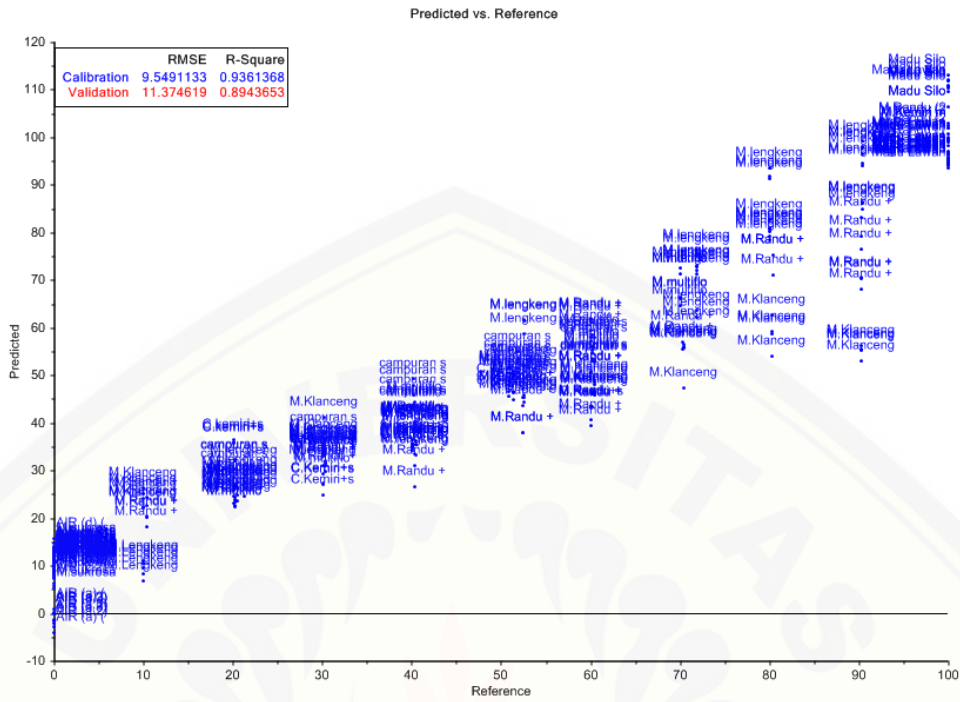
Prediction		1
M. Lawang multiflora +fruktosa 30% (a.2	239	47.0658
M. Lawang multiflora +fruktosa 30% (a.3	240	46.0543
M. Lawang multiflora +fruktosa 30% (a.3	241	47.8353
M. Lawang multiflora +fruktosa 40% (a) (	242	37.8820
M. Lawang multiflora +fruktosa 40% (a) (	243	39.3373
M. Lawang multiflora +fruktosa 40% (a.2	244	45.3118
M. Lawang multiflora +fruktosa 40% (a.2	245	44.3973
M. Lawang multiflora +fruktosa 40% (a.2	246	42.8322
M. Lawang multiflora +fruktosa 40% (a.3	247	44.0500
M. Lawang multiflora +fruktosa 40% (a.3	248	43.3444
M. Lawang multiflora +fruktosa 40% (a.3	249	45.7603
M. Lawang multiflora +fruktosa 50% (a) (	250	43.3954
M. Lawang multiflora +fruktosa 50% (a) (	251	40.9058
M. Lawang multiflora +fruktosa 50% (a)(	252	41.3440
M. Lawang multiflora +fruktosa 50% (a.2	253	44.2427
M. Lawang multiflora +fruktosa 50% (a.2	254	44.9012
M. Lawang multiflora +fruktosa 50% (a.2	255	46.2490
M. Lawang multiflora +fruktosa 50% (a.3	256	41.6076
M. Lawang multiflora +fruktosa 50% (a.3	257	41.8201
M. Lawang multiflora +fruktosa 60% (a) (	258	27.0183
M. Lawang multiflora +fruktosa 60% (a) (	259	26.3729
M. Lawang multiflora +fruktosa 60% (a.2	260	25.3969
M. Lawang multiflora +fruktosa 60% (a.2	261	26.8460
M. Lawang multiflora +fruktosa 60% (a.2	262	27.0774
M. Lawang multiflora +fruktosa 60% (a.3	263	27.8906
M. Lawang multiflora +fruktosa 60% (a.3	264	27.0296
M. Lawang multiflora +fruktosa 60% (a.3	265	26.6113
M. Lawang multiflora +fruktosa 70% (a) (	266	34.1167
M. Lawang multiflora +fruktosa 70% (a) (	267	32.5461
M. Lawang multiflora +fruktosa 70% (a) (	268	30.8177
M. Lawang multiflora +fruktosa 80% (a) (	269	28.4384
M. Lawang multiflora +fruktosa 80% (a) (	270	29.2047
M. Lawang multiflora +fruktosa 80% (a.2	271	28.8396
M. Lawang multiflora +fruktosa 80% (a.2	272	25.9412

Lanjutan Prediksi SVR (fruktosa)

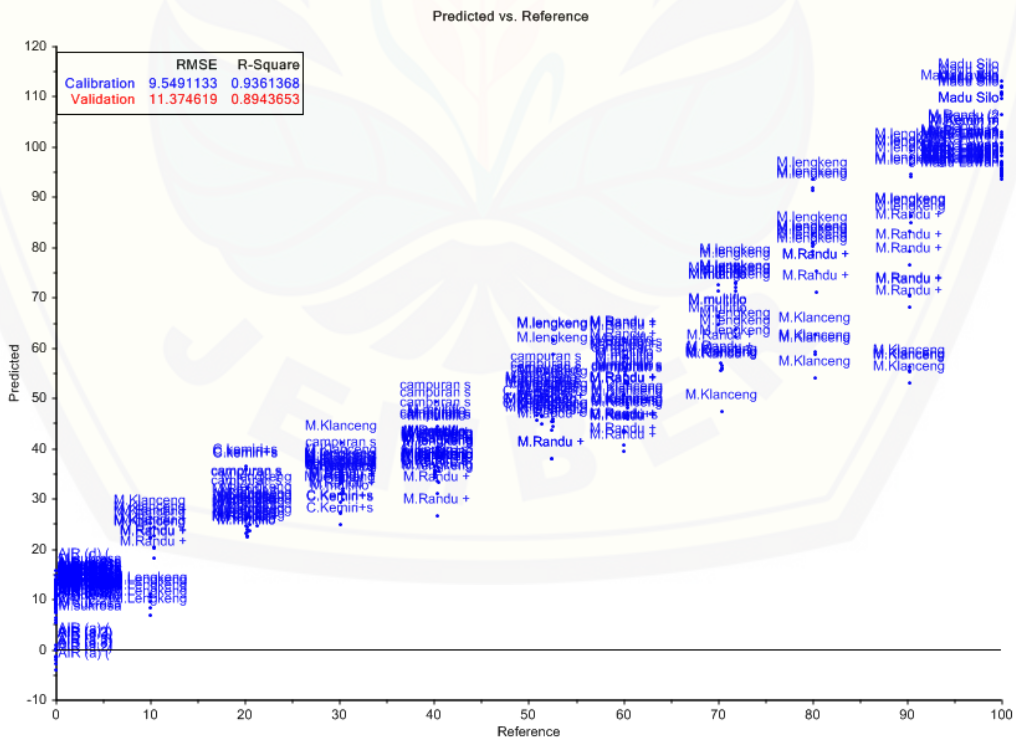
Prediction		1	Prediction		1
M. Lawang multiflora +fruktosa 80% (a.2)	273	25.3759	Fruktosa 55% (a) (2)	307	39.2075
M. Lawang multiflora +fruktosa 90% (a.3)	274	25.0931	Fruktosa 55% (a) (3)	308	40.5069
M. Lawang multiflora +fruktosa 90% (a.3)	275	24.1538	Fruktosa 55% (a.2) (1)	309	39.9646
M. Lawang multiflora +fruktosa 90% (a.3)	276	22.3838	Fruktosa 55% (a.2) (2)	310	40.4447
M.kemiri multiflora + fruktosa 20% (a) (1)	277	89.1083	Fruktosa 55% (a.2) (3)	311	40.9382
M.kemiri multiflora + fruktosa 20% (a) (2)	278	89.7863	AIR (b) (1)	312	17.1936
M.kemiri multiflora + fruktosa 20% (a) (3)	279	90.4178	AIR (b) (2)	313	19.1561
M.kemiri multiflora + fruktosa 20% (a.2) (1)	280	84.8705	AIR (b) (3)	314	17.9976
M.kemiri multiflora + fruktosa 20% (a.2) (2)	281	84.7879	AIR (b.2) (1)	315	15.7279
M.kemiri multiflora + fruktosa 40% (a) (1)	282	74.7603	AIR (b.2) (2)	316	17.3567
M.kemiri multiflora + fruktosa 40% (a) (3)	283	75.7626	AIR (b.2) (3)	317	15.2531
M.kemiri multiflora + fruktosa 40% (a.3) (1)	284	68.0101	AIR (b.3) (1)	318	16.4527
M.kemiri multiflora + fruktosa 40% (a.3) (2)	285	70.5673	AIR (b.3) (2)	319	16.0053
M.kemiri multiflora + fruktosa 40% (a.3) (3)	286	68.7013	AIR (b.3) (3)	320	16.4245
M.kemiri multiflora + fruktosa 60% (a) (1)	287	41.4067	AIR (c) (1)	321	17.6290
M.kemiri multiflora + fruktosa 60% (a) (2)	288	38.0822	AIR (c) (2)	322	19.3875
M.kemiri multiflora + fruktosa 60% (a) (3)	289	40.2546	AIR (c) (3)	323	17.5183
M.kemiri multiflora + fruktosa 60% (a.2) (1)	290	39.1809	AIR (c.2) (1)	324	18.3398
M.kemiri multiflora + fruktosa 60% (a.2) (2)	291	41.9733	AIR (c.2) (2)	325	17.1540
M.kemiri multiflora + fruktosa 80% (a) (1)	292	36.2623	AIR (c.2) (3)	326	18.6385
M.kemiri multiflora + fruktosa 80% (a) (2)	293	35.7916	AIR (c.3) (1)	327	17.3653
M.kemiri multiflora + fruktosa 80% (a.3) (1)	294	29.3531	AIR (c.3) (2)	328	17.8076
M.kemiri multiflora + fruktosa 80% (a.3) (2)	295	29.5827	AIR (c.3) (3)	329	17.9664
M.kemiri multiflora + fruktosa 80% (a.3) (3)	296	28.7858	AIR (d) (1)	330	18.2263
fruktosa (e) (1)	297	-0.2183	AIR (d) (2)	331	19.6623
fruktosa (e) (2)	298	-0.6808	AIR (d) (3)	332	20.6566
fruktosa (e) (3)	299	0.4071	AIR (d.2) (1)	333	20.8381
fruktosa (e.2) (1)	300	0.1225	AIR (d.2) (2)	334	19.3274
fruktosa (e.2) (2)	301	-2.7021	AIR (d.2) (3)	335	20.9425
fruktosa (e.2) (3)	302	-1.6214	AIR (d.3) (1)	336	19.4295
fruktosa (e.3) (1)	303	-1.6784	AIR (d.3) (2)	337	21.1408
fruktosa (e.3) (2)	304	-1.6782	AIR (d.3) (3)	338	21.4136
fruktosa (e.3) (3)	305	-2.1885	AIR (e) (1)	339	19.0592
Fruktosa 55% (a) (1)	306	40.1588	AIR (e) (2)	340	16.9275

AIR (e) (3)	341	19.1124	fruktosa (c) (1)	375	34.0247
AIR (e.2) (1)	342	20.0015	fruktosa (c) (2)	376	34.9838
AIR (e.2) (2)	343	18.3070	fruktosa (c) (3)	377	34.7590
AIR (e.2) (3)	344	17.1746	fruktosa (c.2) (1)	378	36.3443
AIR (e.3) (1)	345	18.9477	fruktosa (c.2) (2)	379	34.9173
AIR (e.3) (2)	346	18.5687	fruktosa (c.2) (3)	380	35.0957
AIR (e.3) (3)	347	18.9373	fruktosa (c.3) (1)	381	34.0154
AIR (f) (1)	348	18.2449	fruktosa (c.3) (2)	382	35.4812
AIR (f) (2)	349	18.7985	fruktosa (c.3) (3)	383	34.9548
AIR (f) (3)	350	17.4523	fruktosa (d) (1)	384	34.0802
AIR (f.2) (1)	351	17.9238	fruktosa (d) (2)	385	35.1082
AIR (f.2) (2)	352	20.0734	fruktosa (d) (3)	386	34.6447
AIR (f.2) (3)	353	18.4846	fruktosa (d.2) (1)	387	35.0416
AIR (f.3) (1)	354	18.8838	fruktosa (d.2) (2)	388	34.0231
AIR (f.3) (2)	355	18.1929	fruktosa (d.2) (3)	389	35.5764
AIR (f.3) (3)	356	19.8599	fruktosa (d.3) (1)	390	36.1251
AIR (a) (1)	357	16.9120	fruktosa (d.3) (2)	391	35.9858
AIR (a) (2)	358	15.8900	fruktosa (d.3) (3)	392	35.8662
AIR (a) (3)	359	15.3963	fruktosa (f) (1)	393	35.4723
AIR (a.2) (1)	360	17.9623	fruktosa (f) (2)	394	33.9834
AIR (a.2) (2)	361	15.7871	fruktosa (f) (3)	395	36.8805
AIR (a.2) (3)	362	15.7081	fruktosa (f.2) (1)	396	36.7469
AIR (a.3) (1)	363	17.6122	fruktosa (f.2) (2)	397	35.0479
AIR (a.3) (2)	364	14.0495	fruktosa (f.2) (3)	398	35.3481
AIR (a.3) (3)	365	16.1382	fruktosa (f.3) (1)	399	36.7210
fruktosa (b) (1)	366	33.0808	fruktosa (f.3) (2)	400	36.0943
fruktosa (b) (2)	367	31.9578	fruktosa (f.3) (3)	401	36.8666
fruktosa (b) (3)	368	33.4035			
fruktosa (b.2) (1)	369	34.6950			
fruktosa (b.2) (2)	370	33.2674			
fruktosa (b.2) (3)	371	36.1400			
fruktosa (b.3) (1)	372	33.4774			
fruktosa (b.3) (2)	373	35.3770			
fruktosa (b.3) (3)	374	34.5607			

E5. Validasi dengan LOOCV

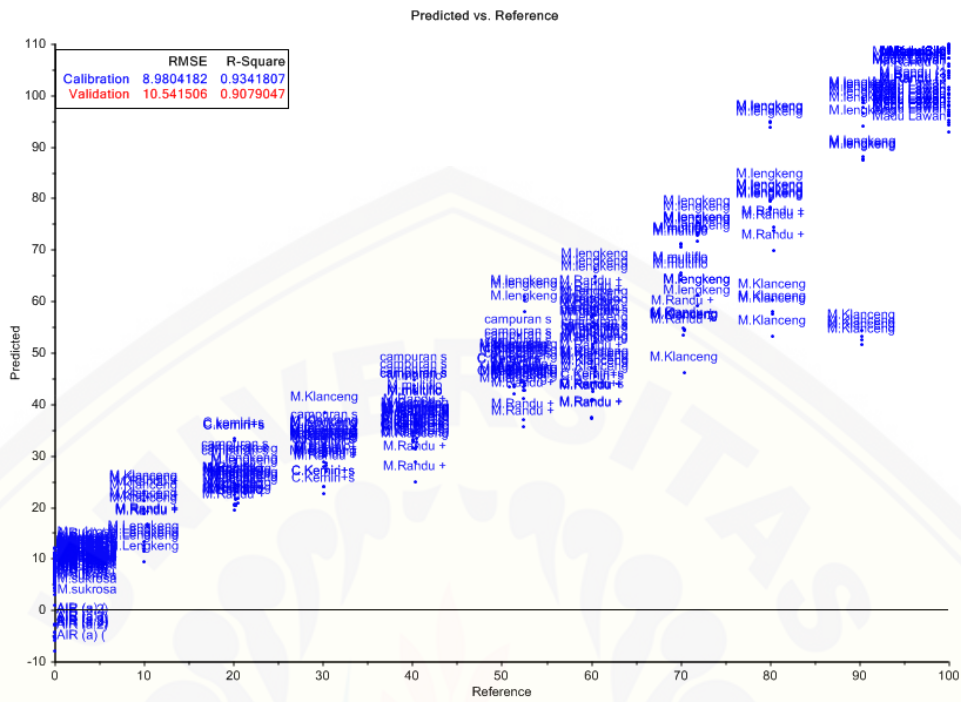


Sampel training set tanpa Madu Lokal Lengkeng Lawang + sukrosa 40%

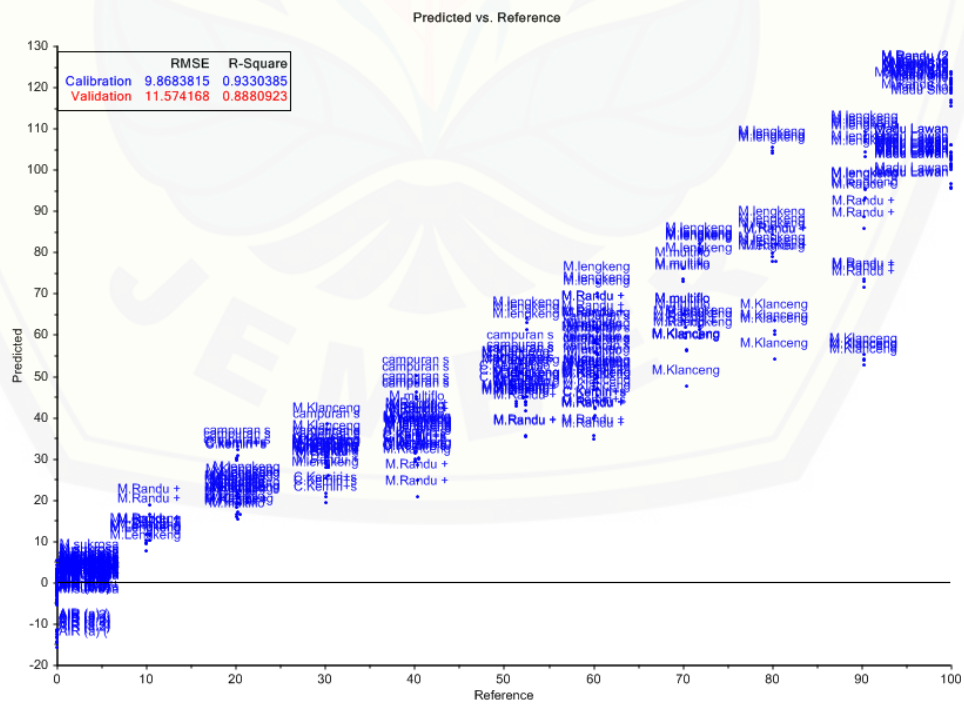


Sampel training set tanpa Madu Lokal Randu Lawang + sukrosa 10%

Lanjutan Validasi LOOCV

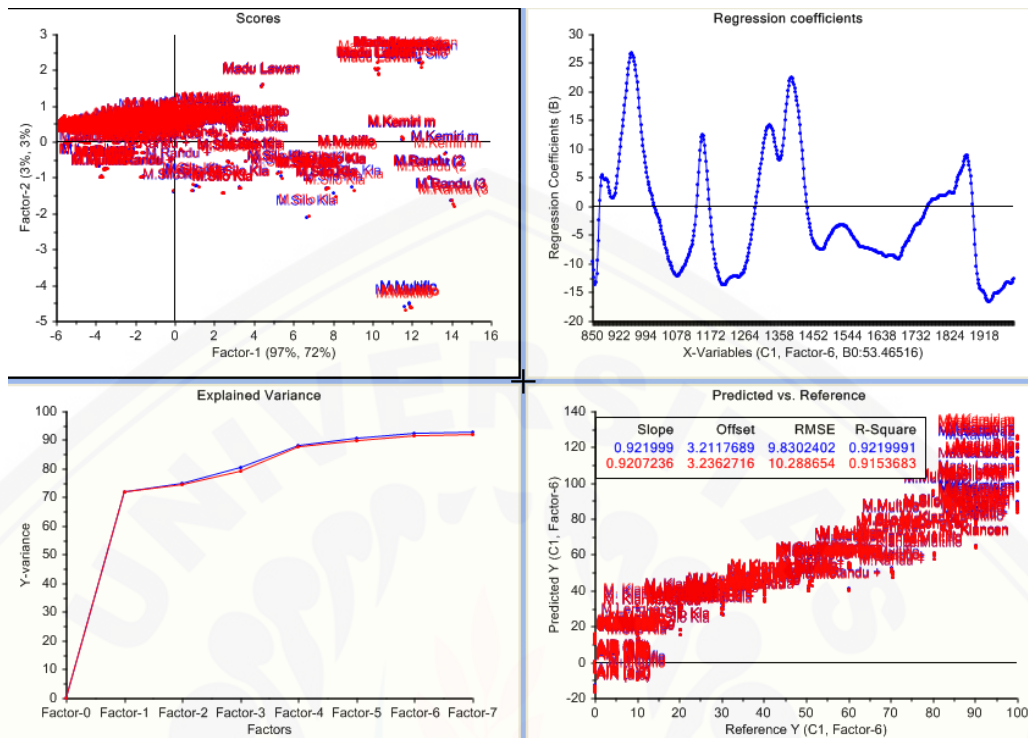


Sampel training set tanpa Madu Klanceng Lawang + sukrosa 90%

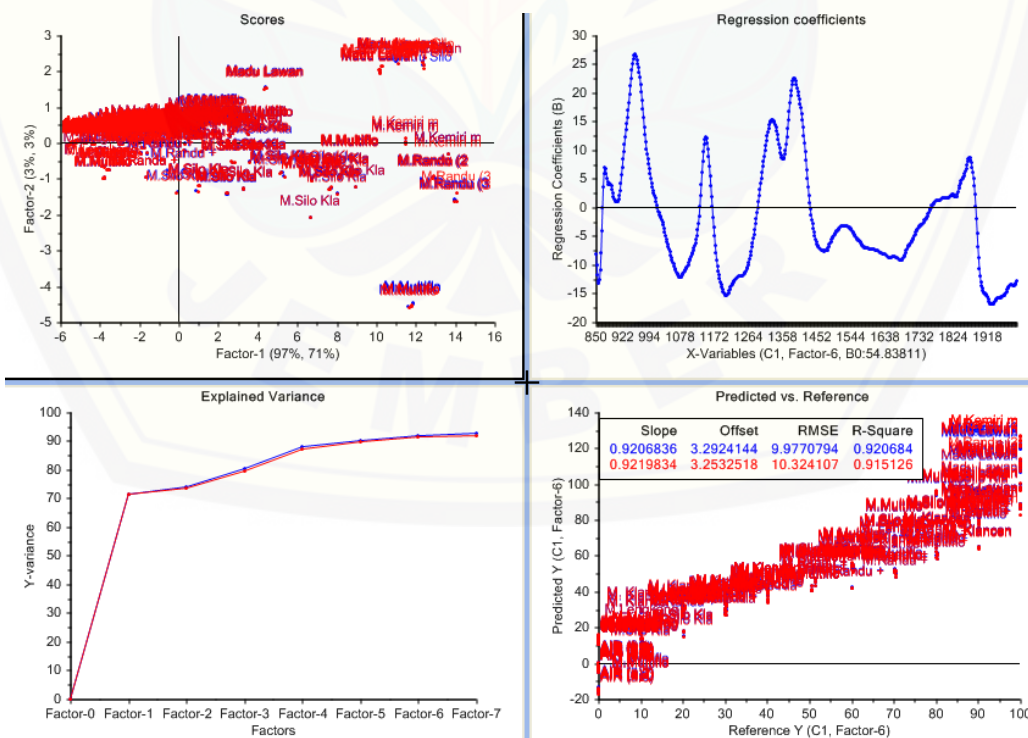


Sampel training set tanpa Madu Klanceng Silo + sukrosa 60%

Lanjutan Validasi LOOCV

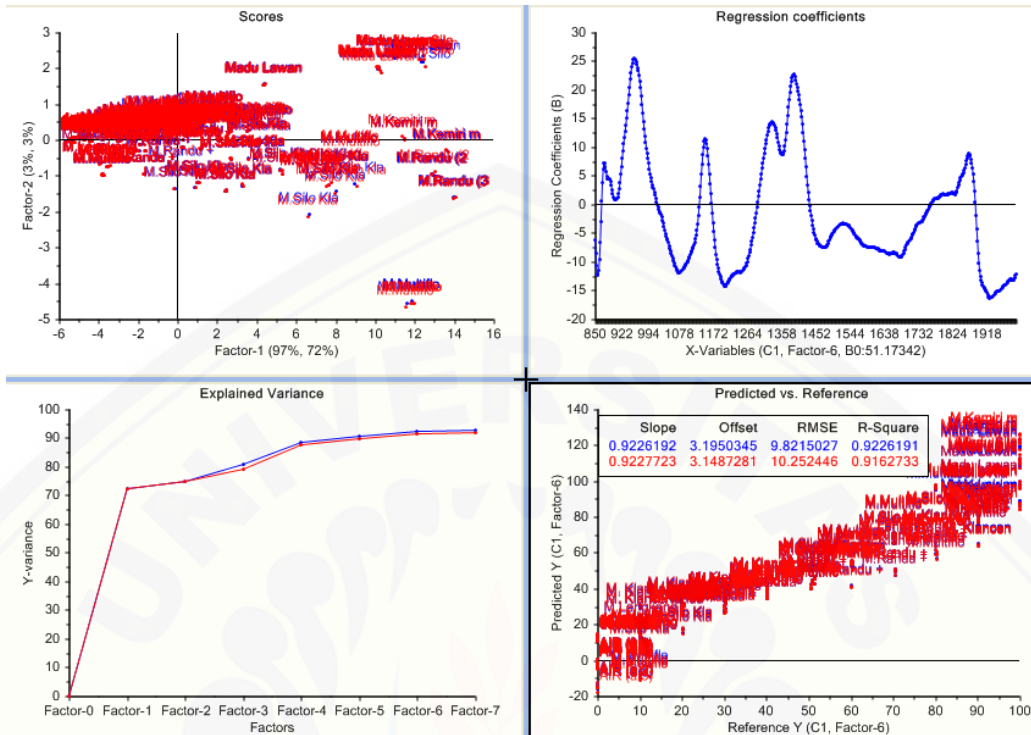


Sampel training set tanpa Madu Lokal Randu Lawang + dekstrosa 20%

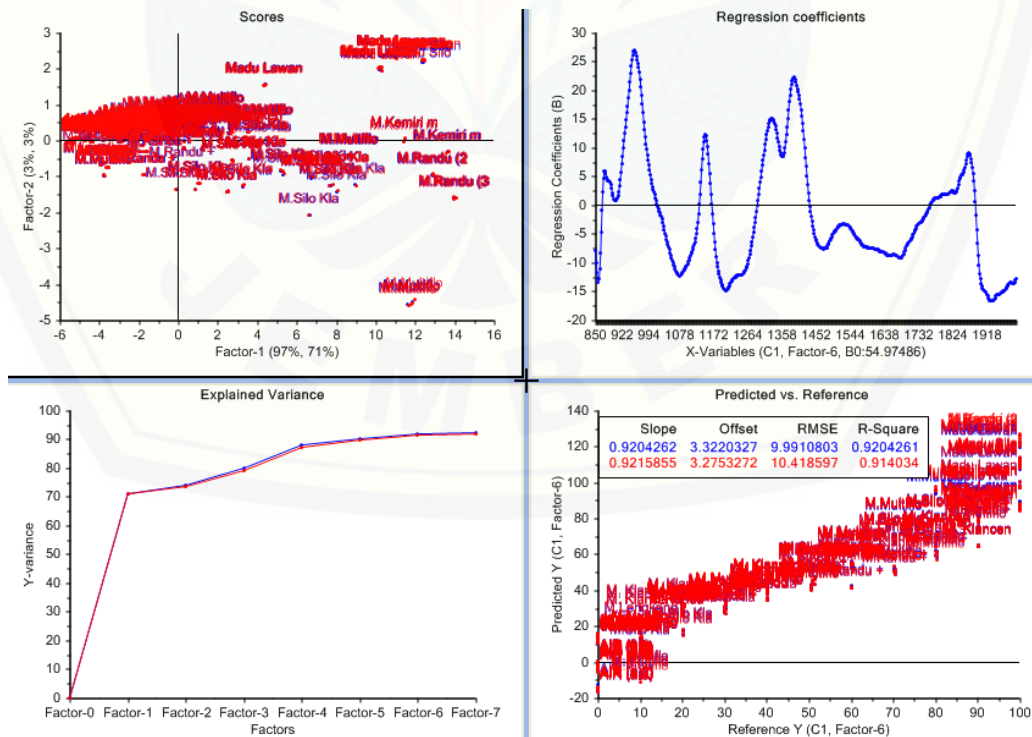


Sampel training set tanpa Madu Lokal Multiflora Kemiri + dekstrosa 50%

Lanjutan Validasi LOOCV

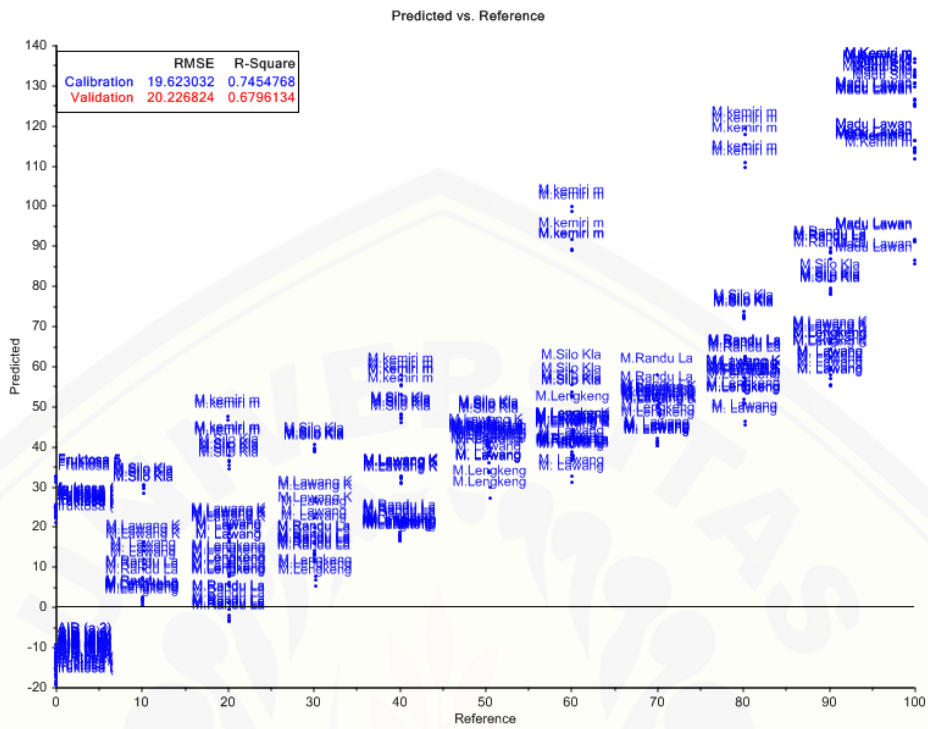


Sampel training set tanpa Madu Lokal Multiflora Lawang + dekstrosa 30%

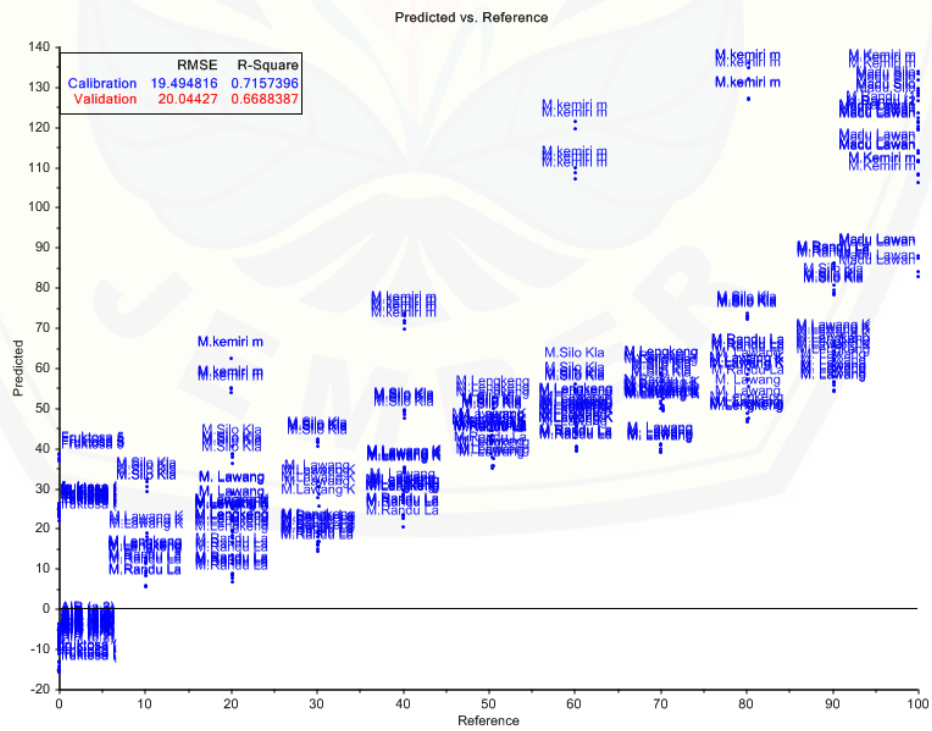


Sampel training set tanpa Madu Lokal Klanceng Lawang + dekstrosa 70%

Lanjutan Validasi LOOCV

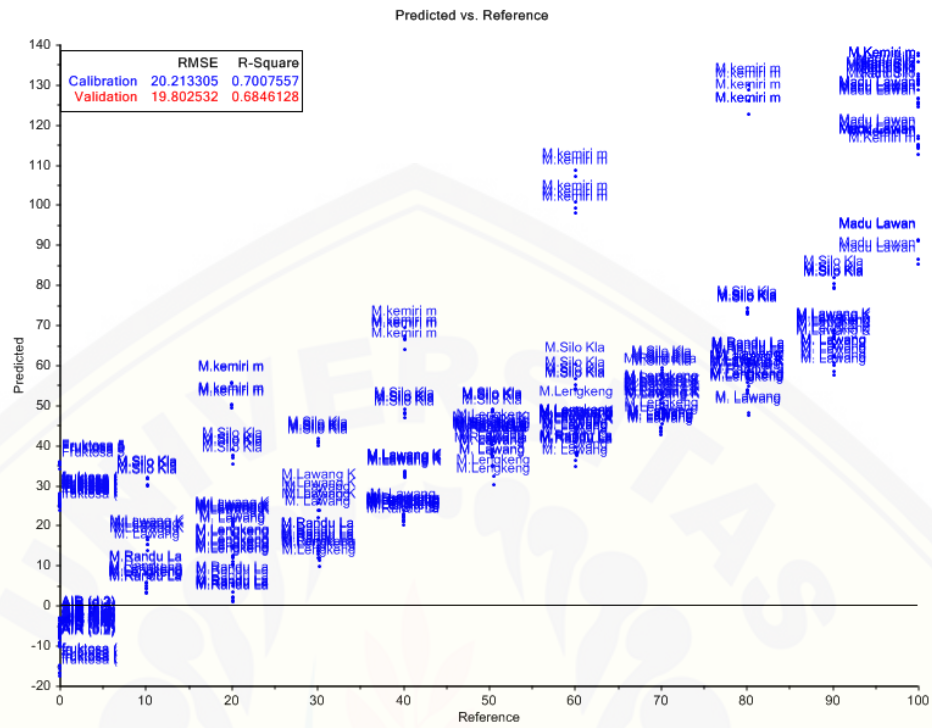


Sampel training set tanpa Madu Klanceng Silo + fruktosa 30%

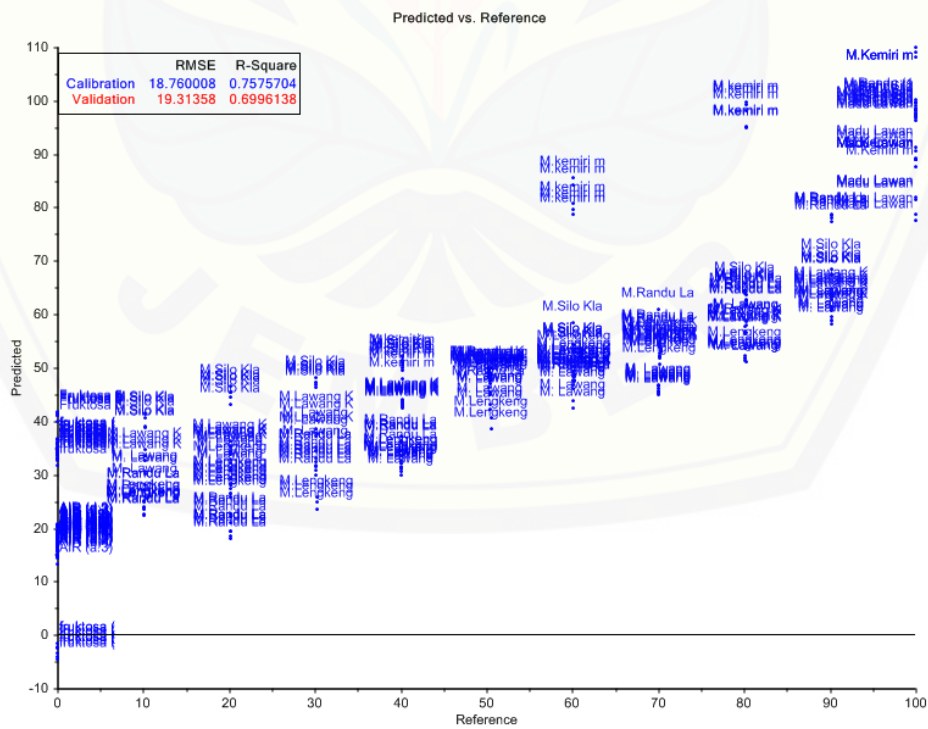


Sampel training set tanpa Madu Lokal Multiflora Lawang + fruktosa 90%

Lanjutan Validasi LOOCV



Sampel training set tanpa Madu Lokal Randu Lawang + fruktosa 10%



Sampel training set tanpa Madu Lokal Multiflora Kemiri + fruktosa 80%

E6. Validasi dengan 2-Fold Validation

Prediction		1
Silo Klanceng (a.3) (1)	1	100.3527
Silo Klanceng (a.3) (2)	2	100.3273
Silo Klanceng (a.3) (3)	3	100.4947
Silo Klanceng (a) (1)	4	100.4118
Silo Klanceng (a) (2)	5	100.4949
Silo Klanceng (a) (3)	6	100.3839
Silo Klanceng (a.2) (1)	7	100.2861
Silo Klanceng (a.2) (2)	8	100.4269
Silo Klanceng (a.2) (3)	9	100.4180
Madu multiflora lawang (a.3) (1)	10	100.4930
Madu multiflora lawang (a.3) (2)	11	100.4316
Madu multiflora lawang (a.3) (3)	12	100.3971
Madu multiflora lawang (a) (1)	13	99.6790
Madu multiflora lawang (a) (2)	14	99.7144
Madu multiflora lawang (a) (3)	15	99.7636
Madu multiflora lawang (a.2) (1)	16	99.5040
Madu multiflora lawang (a.2) (2)	17	99.5040
Madu multiflora lawang (a.2) (3)	18	99.5644
test set multi lawang + sukrosa 10% (a2) (1)	19	90.6338
test set multi lawang + sukrosa 10% (a2) (2)	20	90.6347
test set multi lawang + sukrosa 10% (a2) (3)	21	90.5500
test set multi lawang + sukrosa 10% (a3) (1)	22	90.1365
test set multi lawang + sukrosa 10% (a3) (2)	23	90.3332
test set multi lawang + sukrosa 10% (a3) (3)	24	90.1913
test set multi lawang + sukrosa 10% (a) (1)	25	90.5269
test set multi lawang + sukrosa 10% (a) (3)	26	90.3957
test set multi lawang + sukrosa 10% (a) (2)	27	90.6330

Hasil prediksi test set (sukrosa)

Prediction		1
Silo Klanceng (a.3) (1)	1	98.6618
Silo Klanceng (a.3) (2)	2	98.6395
Silo Klanceng (a.3) (3)	3	98.7150
Silo Klanceng (a) (1)	4	98.5092
Silo Klanceng (a) (2)	5	97.8790
Silo Klanceng (a) (3)	6	97.9089
Silo Klanceng (a.2) (1)	7	97.6129
Silo Klanceng (a.2) (2)	8	97.7838
Silo Klanceng (a.2) (3)	9	97.5575
Madu multiflora lawang (a.3) (1)	10	97.4414
Madu multiflora lawang (a.3) (2)	11	97.4179
Madu multiflora lawang (a.3) (3)	12	97.4293
Madu multiflora lawang (a) (1)	13	96.4707
Madu multiflora lawang (a) (2)	14	96.4280
Madu multiflora lawang (a) (3)	15	96.4562
Madu multiflora lawang (a.2) (1)	16	96.0140
Madu multiflora lawang (a.2) (2)	17	95.9846
Madu multiflora lawang (a.2) (3)	18	96.0115
test set randu + fruktosa 80% (a) (1)	19	24.0849
test set randu + fruktosa 80% (a) (2)	20	24.2185
test set randu + fruktosa 80% (a) (3)	21	24.1633
test set randu + fruktosa 80% (a.2) (1)	22	23.8130
test set randu + fruktosa 80% (a.2) (2)	23	23.9631
test set randu + fruktosa 80% (a.2) (3)	24	23.9480
test set randu + fruktosa 80% (a.3) (1)	25	23.5749
test set randu + fruktosa 80% (a.3) (2)	26	23.5361
test set randu + fruktosa 80% (a.3) (3)	27	23.6421

Hasil prediksi test set (fruktosa)

	Measured	Predicted	Pred STDE
Silo Klanceng (a.3) (1)	100.0000	100.8366	1.7277
Silo Klanceng (a.3) (2)	100.0000	101.1112	1.7247
Silo Klanceng (a.3) (3)	100.0000	100.6999	1.7253
Silo Klanceng (a) (1)	100.0000	100.8258	1.7234
Silo Klanceng (a) (2)	100.0000	100.3810	1.6418
Silo Klanceng (a) (3)	100.0000	100.5512	1.6411
Silo Klanceng (a.2) (1)	100.0000	100.8903	1.6374
Silo Klanceng (a.2) (2)	100.0000	100.2557	1.6363
Silo Klanceng (a.2) (3)	100.0000	100.4560	1.6366
Madu multiflora lawang (a.3) (1)	100.0000	99.5279	1.6354
Madu multiflora lawang (a.3) (2)	100.0000	99.5274	1.6354
Madu multiflora lawang (a.3) (3)	100.0000	99.6500	1.6358
Madu multiflora lawang (a) (1)	100.0000	99.2035	1.6684
Madu multiflora lawang (a) (2)	100.0000	98.7388	1.6654
Madu multiflora lawang (a) (3)	100.0000	99.4153	1.6713
Madu multiflora lawang (a.2) (1)	100.0000	98.7892	1.6932
Madu multiflora lawang (a.2) (2)	100.0000	98.9528	1.6958
Madu multiflora lawang (a.2) (3)	100.0000	98.7783	1.6944
test set silo + dekstrosa 50% (a.2) (1)	51.4400	48.4078	1.7173
test set silo + dekstrosa 50% (a.2) (2)	51.4400	48.0075	1.7224
test set silo + dekstrosa 50% (a.2) (3)	51.4400	48.0379	1.7220
test set silo + dekstrosa 50% (a) (1)	51.4400	52.7492	1.8220
test set silo + dekstrosa 50% (a) (2)	51.4400	52.8708	1.8244
test set silo + dekstrosa 50% (a) (3)	51.4400	52.3380	1.8211
test set silo + dekstrosa 50% (a.3) (1)	51.4400	53.9114	1.7708
test set silo + dekstrosa 50% (a.3) (2)	51.4400	53.8792	1.7709
test set silo + dekstrosa 50% (a.3) (3)	51.4400	54.1672	1.7679

Hasil prediksi test set (dekstrosa)

LAMPIRAN F. Aplikasi Sampel Madu di Pasaran

Classified_MADU PASARAN(FIX)(1)		MADU ASLI	MADU ADUL	Class
	1	2	3	
MADURASA (a.2) (1)	1	-19.8518	-1.5984	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.2) (2)	2	-19.8611	-1.6004	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.2) (3)	3	-19.8438	-1.5967	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.3) (1)	4	-20.8368	-1.8231	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.3) (2)	5	-20.8582	-1.8281	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.3) (3)	6	-20.8405	-1.8240	MADU ADULTERASI
MADURASA (a) (1)	7	-21.7069	-2.0404	MADU ADULTERASI
MADURASA (a) (2)	8	-21.6814	-2.0343	MADU ADULTERASI
MADURASA (a) (3)	9	-21.6767	-2.0330	MADU ADULTERASI
MADU ASLI WELLERY (a.3) (1)	10	-0.9658	-10.5489	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.3) (2)	11	-0.9679	-10.5509	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.3) (3)	12	-0.9672	-10.5565	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a) (1)	13	-1.0068	-10.2117	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a) (2)	14	-1.0081	-10.1929	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a) (3)	15	-1.0100	-10.1836	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.2) (1)	16	-1.0903	-9.6213	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.2) (2)	17	-1.0909	-9.6201	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.2) (3)	18	-1.0907	-9.6122	MADU ASLI

Hasil Prediksi Model Klasifikasi LDA

Classified_MADU PASARAN(FIX)(2)		1
MADURASA (a.2) (1)	1	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.2) (2)	2	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.2) (3)	3	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.3) (1)	4	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.3) (2)	5	MADU ADULTERASI
MADURASA (a.3) (3)	6	MADU ADULTERASI
MADURASA (a) (1)	7	MADU ADULTERASI
MADURASA (a) (2)	8	MADU ADULTERASI
MADURASA (a) (3)	9	MADU ADULTERASI
MADU ASLI WELLERY (a.3) (1)	10	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.3) (2)	11	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.3) (3)	12	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a) (1)	13	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a) (2)	14	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a) (3)	15	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.2) (1)	16	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.2) (2)	17	MADU ASLI
MADU ASLI WELLERY (a.2) (3)	18	MADU ASLI

Hasil Prediksi Model Klasifikasi SVM

Lanjutan Aplikasi Sampel Madu di Pasaran

Predicted_MADU PASARAN(2)		
	1	
MADURASA (a.2) (1)	1	-2.8059
MADURASA (a.2) (2)	2	-1.2577
MADURASA (a.2) (3)	3	-1.9703
MADURASA (a.3) (1)	4	-0.4450
MADURASA (a.3) (2)	5	-0.1578
MADURASA (a.3) (3)	6	-1.9250
MADURASA (a) (1)	7	0.1605
MADURASA (a) (2)	8	-0.6827
MADURASA (a) (3)	9	1.1609
MADU WELLERY (a.3) (1)	10	134.8518
MADU WELLERY (a.3) (2)	11	132.4661
MADU WELLERY (a.3) (3)	12	131.8025
MADU WELLERY (a) (1)	13	132.1601
MADU WELLERY (a) (2)	14	133.6656
MADU WELLERY (a) (3)	15	136.0183
MADU WELLERY (a.2) (1)	16	131.0486
MADU WELLERY (a.2) (2)	17	130.1378
MADU WELLERY (a.2) (3)	18	128.9853

Hasil Prediksi Model Kalibrasi SVR
(bahan tambahan sukrosa)

Predicted_MADU PASARAN(3)		
	1	
MADURASA (a.2) (1)	1	-Infinity
MADURASA (a.2) (2)	2	-Infinity
MADURASA (a.2) (3)	3	-Infinity
MADURASA (a.3) (1)	4	-Infinity
MADURASA (a.3) (2)	5	-Infinity
MADURASA (a.3) (3)	6	-Infinity
MADURASA (a) (1)	7	-Infinity
MADURASA (a) (2)	8	-Infinity
MADURASA (a) (3)	9	-Infinity
MADU WELLERY (a.3) (1)	10	Infinity
MADU WELLERY (a.3) (2)	11	Infinity
MADU WELLERY (a.3) (3)	12	Infinity
MADU WELLERY (a) (1)	13	Infinity
MADU WELLERY (a) (2)	14	Infinity
MADU WELLERY (a) (3)	15	Infinity
MADU WELLERY (a.2) (1)	16	Infinity
MADU WELLERY (a.2) (2)	17	Infinity
MADU WELLERY (a.2) (3)	18	Infinity

Hasil Prediksi Model Kalibrasi SVR
(bahan tambahan fruktosa)

	Predicted	Deviation
MADURASA (a.2) (1)	36.0546	15.5990
MADURASA (a.2) (2)	37.1670	15.6359
MADURASA (a.2) (3)	34.9333	14.3905
MADURASA (a.3) (1)	31.2597	13.8642
MADURASA (a.3) (2)	30.8213	14.4292
MADURASA (a.3) (3)	32.1632	14.0732
MADURASA (a) (1)	29.2873	14.3008
MADURASA (a) (2)	29.6533	13.6295
MADURASA (a) (3)	27.1912	14.4398
MADU WELLERY (a.3) (1)	152.3847	29.8102
MADU WELLERY (a.3) (2)	150.5066	31.2254
MADU WELLERY (a.3) (3)	153.0137	31.1517
MADU WELLERY (a) (1)	151.1996	29.1614
MADU WELLERY (a) (2)	149.3148	31.8220
MADU WELLERY (a) (3)	151.0129	30.7592
MADU WELLERY (a.2) (1)	149.7226	27.1431
MADU WELLERY (a.2) (2)	150.9672	29.0241
MADU WELLERY (a.2) (3)	151.3375	29.0212

Hasil Prediksi Model Kalibrasi PLS (bahan tambahan dekstrosa)