



**PENENTUAN KADAR AIR PADA BUBUK CENGKEH  
(*Syzygium aromaticum*) MENGGUNAKAN METODE NIR  
KEMOMETRIK**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Ismatul Azizah**

**NIM 192210101139**

**BAGIAN KIMIA FARMASI**

**FAKULTAS FARMASI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2023**



**PENENTUAN KADAR AIR PADA BUBUK CENGKEH  
(*Syzygium aromaticum*) MENGGUNAKAN METODE NIR  
KEMOMETRIK**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Farmasi  
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh:

**Ismatul Azizah  
NIM 192210101139**

**BAGIAN KIMIA FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2023**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan memnuhi tanggung jawab, dan ungkapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT, karena atas izin dan karunia-Nya maka skripsi ini dapat dibuat dan selesai pada waktunya.
2. Keluarga tercinta, Ayahanda Abdul Azis dan Ibunda Tutik Dayana; Adik saya Izhomul Azizi dan Azizatul Zakkiyah, terimakasih atas doa, semangat, cinta dan kasih sayang yang telah diberikan.
3. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember, Bapak/Ibu Guru SMAN 05 Jember, SMPN 06 Jember, SDN Serut 03, TK Al-Hikmah yang telah mendidik dan memberikan ilmu dan pengetahuan.
4. Almamater Tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember.

**MOTO**

“Allah tidak membebani seseorang melainkan dengan kesanggupannya”  
(QS. 2:286)

“Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun, karena yang menyukaimu  
tidak butuh itu. Dan yang membencimu tidak percaya itu”  
(Ali bin Abi Thalib)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ismatul Azizah

NIM : 192210101139

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “penentuan kadar air pada bubuk cengkeh (*syzygium aromaticum*) menggunakan metode nir 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 jawan 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 mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Juli 2023

Yang menyatakan,

Ismatul Azizah

NIM 192210101139

**SKRIPSI**

**PENENTUAN KADAR AIR PADA BUBUK CENGKEH  
(*Syzygium aromaticum*) MENGGUNAKAN METODE NIR  
KEMOMETRIK**

Oleh:

**Ismatul Azizah  
NIM 192210101139**

Pembimbing

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

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penentuan Kadar Air Pada Bubuk Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Menggunakan Metode NIR Kemometrik” karya Ismatul Azizah telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 20 Juli 2023

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

**Tim Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,



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

apt. Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm.


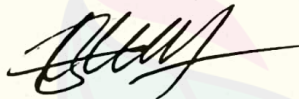
NIP. 197604142002122001

NIP. 198204062006042001

**Tim Penguji**

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.

apt. Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm.

NIP. 196902011994031002

NIP. 198304282008122004

**Mengesahkan**

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

Dr. apt. Nuri, S.Si., M.Si.

NIP. 196904122001121007

## RINGKASAN

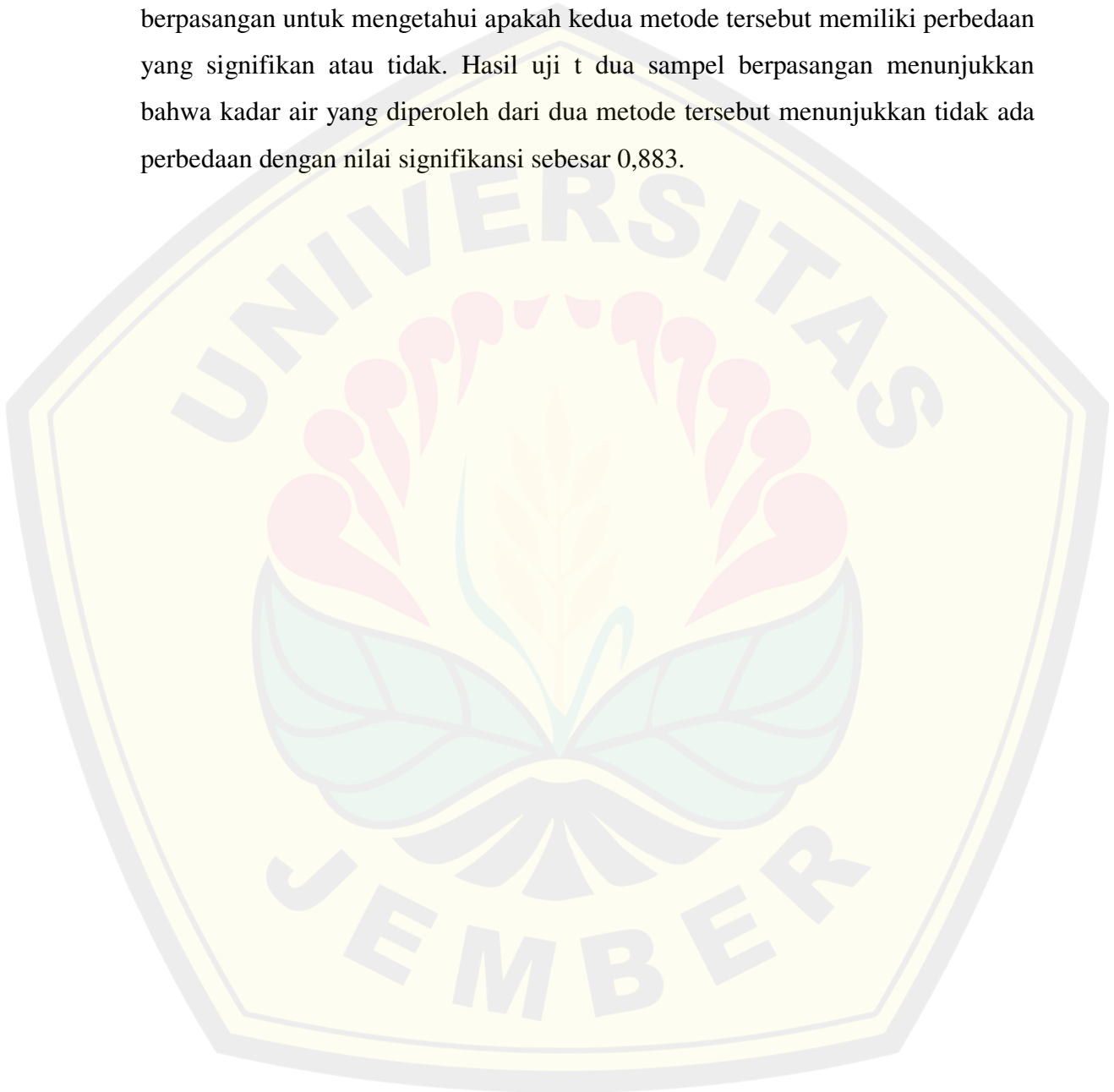
**Penentuan Kadar Air Pada Bubuk Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Menggunakan Metode NIR Kemometrik; Ismatul Azizah; 192210101139; 2023; 75 Halaman; Fakultas Farmasi; Universitas Jember.**

Air merupakan parameter uji laboratorium yang sangat penting untuk menentukan kualitas dan ketahanan suatu produk atau bubuk cengkeh. Syarat pengujian kadar air pada bubuk cengkeh yaitu maksimal 12%. Tingginya kadar air pada bubuk cengkeh dapat menyebabkan tumbuhnya mikroba atau jamur sehingga mengakibatkan kerusakan bahan atau turunnya mutu. Pada penelitian ini digunakan dua metode dalam penentuan kadar air yaitu menggunakan spektroskopi NIR (Near Infra Red) dan gravimetri sebagai metode pembanding. Spektroskopi NIR (Near Infra Red) dipilih karena memiliki kemampuan menganalisis dengan kecepatan tinggi, penggunaan preparat sederhana, non destruktif, tidak memerlukan bahan kimia dan tidak menimbulkan polusi. Namun, data yang dihasilkan berupa spektra yang besar dan bertumpuk sehingga tidak memungkinkan untuk dianalisis hanya dengan melihat grafik panjang gelombangnya. Grafik dapat diolah menjadi informasi dengan analisis multivariat atau biasa disebut metode kemometrik. Analisis multivariat yang digunakan yaitu Partial Least Square (PLS), Principal Component Regression (PCR) dan Support Vector Regression (SVR).

Berdasarkan hasil penelitian, model kalibrasi PLS memberikan hasil terbaik dengan nilai R-square kalibrasi sebesar 0,9761; RMSEC 0,9238 dan RMSECV 0,9696. Model yang terbentuk dilakukan validasi silang, yaitu validasi internal menghasilkan R-square  $\geq 0,91$  dan validasi eksternal menghasilkan R-square sebesar 0,9439. Model PLS yang telah divalidasi kemudian diaplikasikan pada 7 sampel nyata pada produk yang beredar di pasaran yaitu Merk La Fancy (LF), Jays, Essenli (ES), Jejak Rempah (JR), Pasar Bumbu (PB), Gerbang Nusantara (GN), Spice Voyages (SP). Kadar air yang diperoleh dengan metode spektroskopi NIR-Kemometrik pada serbuk cengkeh LF sebesar 3,7940%; Jays



sebesar 3,3534%; ES sebesar 5,5309%; JR sebesar 3,5631%; PB sebesar 4,2956%; GN sebesar 4,0395% dan SP sebesar 3,3309% Hasil prediksi spektroskopi NIR-Kemometrik kemudian dibandingkan dengan kadar yang diperoleh dari metode gravimetri. Hasil penetapan kadar air sampel nyata dari kedua metode ini kemudian dianalisis secara statistik dengan uji t dua sampel berpasangan untuk mengetahui apakah kedua metode tersebut memiliki perbedaan yang signifikan atau tidak. Hasil uji t dua sampel berpasangan menunjukkan bahwa kadar air yang diperoleh dari dua metode tersebut menunjukkan tidak ada perbedaan dengan nilai signifikansi sebesar 0,883.



## PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya serta sholawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas penulisan skripsi dengan judul “PENENTUAN KADAR AIR PADA BUBUK CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) MENGGUNAKAN METODE NIR KEMOMETRIK”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Dalam proses penulisan dan penyusunan skripsi, penulis mendapat dukungan, bantuan serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan izin dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. Ayahanda Abdul Azis dan Ibunda Tutik Dayana; Adik saya Izhomul Azizi dan Azizatul Zakkiyah, terimakasih atas doa, semangat, cinta dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis;
3. Bapak Dr. apt. Nuri, M.Si., selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ijin penyusunan skripsi;
4. Ibu apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, kritik, saran dan pengarahan dalam menyelesaikan skripsi;
5. Ibu apt. Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, kritik, saran dan pengarahan dalam menyelesaikan skripsi;
6. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc.,Ph.D., selaku dosen penguji utama yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam menyelesaikan skripsi;

7. Ibu apt. Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam menyelesaikan skripsi;
8. Seluruh dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan, berbagi pengalaman dan motivasi selama perkuliahan, juga staff dan karyawan atas segala bantuan yang diberikan selama penulis menjadi mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Jember;
9. Seluruh teknisi Laboran Fakultas Farmasi Universitas Jember terlebih Ibu Wayan dan Mbak Hany yang telah bersedia memberikan banyak bantuan dan bimbingan selama pengerjaan penelitian penulis;
10. Mahasiswa Farmasi dengan NIM 192210101033 dan NIM 192210101110 yang selalu menemani, memberikan semangat, motivasi, doa dan selalu menghibur dalam keadaan suka dan duka;
11. Teman-teman Fakultas Farmasi Angkatan 2019 (PHAROLIT) yang telah menemani penulis selama perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini;
12. Mahasiswa dengan NIM 190910201030 yang selalu menemani dan memberikan semangat kepada penulis;
13. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung atas bantuan kerjasamanya.

Dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Jember, 20 Juli 2023

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING.....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Tanaman Cengkeh .....</b>	<b>4</b>
2.1.1 <b>Klasifikasi Tanaman Cengkeh .....</b>	<b>4</b>
2.1.2 <b>Morfologi Tanaman Cengkeh .....</b>	<b>5</b>
2.1.3 <b>Kandungan Bahan Aktif dalam Cengkeh.....</b>	<b>5</b>
2.1.4 <b>Manfaat Tanaman Cengkeh .....</b>	<b>5</b>
2.1.5 <b>Bubuk Cengkeh.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Kadar Air.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Metode Penetapan Kadar Air.....</b>	<b>8</b>

<b>2.4 Spektroskopi NIR (Near Infra Red)</b> .....	<b>8</b>
<b>2.5 Analisis Kemometrik</b> .....	<b>9</b>
2.5.1 <i>Partial Least Square (PLS)</i> .....	9
2.5.2 <i>Principal Component Regression (PCR)</i> .....	10
2.5.3 <i>Support Vector Regression (SVR)</i> .....	10
<b>2.6 Validasi Silang (Cross Validation)</b> .....	<b>10</b>
2.6.1 Validasi Internal .....	10
2.6.2 Validasi Eksternal .....	11
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 Variabel Penelitian</b> .....	<b>12</b>
3.3.1 Variabel bebas .....	12
3.3.2 Variabel terikat .....	12
3.3.3 Variabel terkendali .....	12
<b>3.4 Definisi Operasional</b> .....	<b>12</b>
<b>3.5 Alat dan Bahan</b> .....	<b>13</b>
3.5.1 Alat .....	13
3.5.2 Bahan .....	13
<b>3.6 Rancangan Penelitian</b> .....	<b>13</b>
<b>3.7 Prosedur Penelitian</b> .....	<b>14</b>
3.7.1 Pengumpulan sampel dan preparasi sampel.....	14
3.7.2 Penentuan kadar air awal .....	14
3.7.3 Penentuan kadar air menggunakan gravimetri .....	15
3.7.4 <i>Scanning</i> Sampel Menggunakan NIR ( <i>Near Infra Red</i> ) .....	17
3.7.5 Pembentukan Model Kalibrasi .....	17
<b>3.8 Validasi Model Kemometrik</b> .....	<b>18</b>
<b>3.9 Aplikasi Sampel Nyata</b> .....	<b>18</b>

<b>3.10 Analisis Data</b> .....	<b>19</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAAN</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1 Pengumpulan dan Preparasi Sampel Simulasi</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2 Penentuan Kadar Air Awal Bubuk Cengkeh</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3 Penentuan Kadar Air Sampel Training Set dan Test Set Menggunakan Gravimetri</b> .....	<b>22</b>
<b>4.4 Scanning Sampel Training Set dan Test Set Menggunakan Spektroskopi NIR</b> .....	<b>24</b>
<b>4.5 Pembentukan Model Kalibrasi</b> .....	<b>25</b>
<b>4.6 Validasi Model Kalibrasi</b> .....	<b>28</b>
<b>4.7 Penerapan Model Terpilih Terhadap Sampel Nyata</b> .....	<b>30</b>
<b>4.8 Analisis Data</b> .....	<b>31</b>
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>32</b>
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	<b>32</b>
<b>5.2 Saran</b> .....	<b>32</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>36</b>

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Bunga Cengkeh Kering (Sumber: Mustapa, 2020) ..... 4

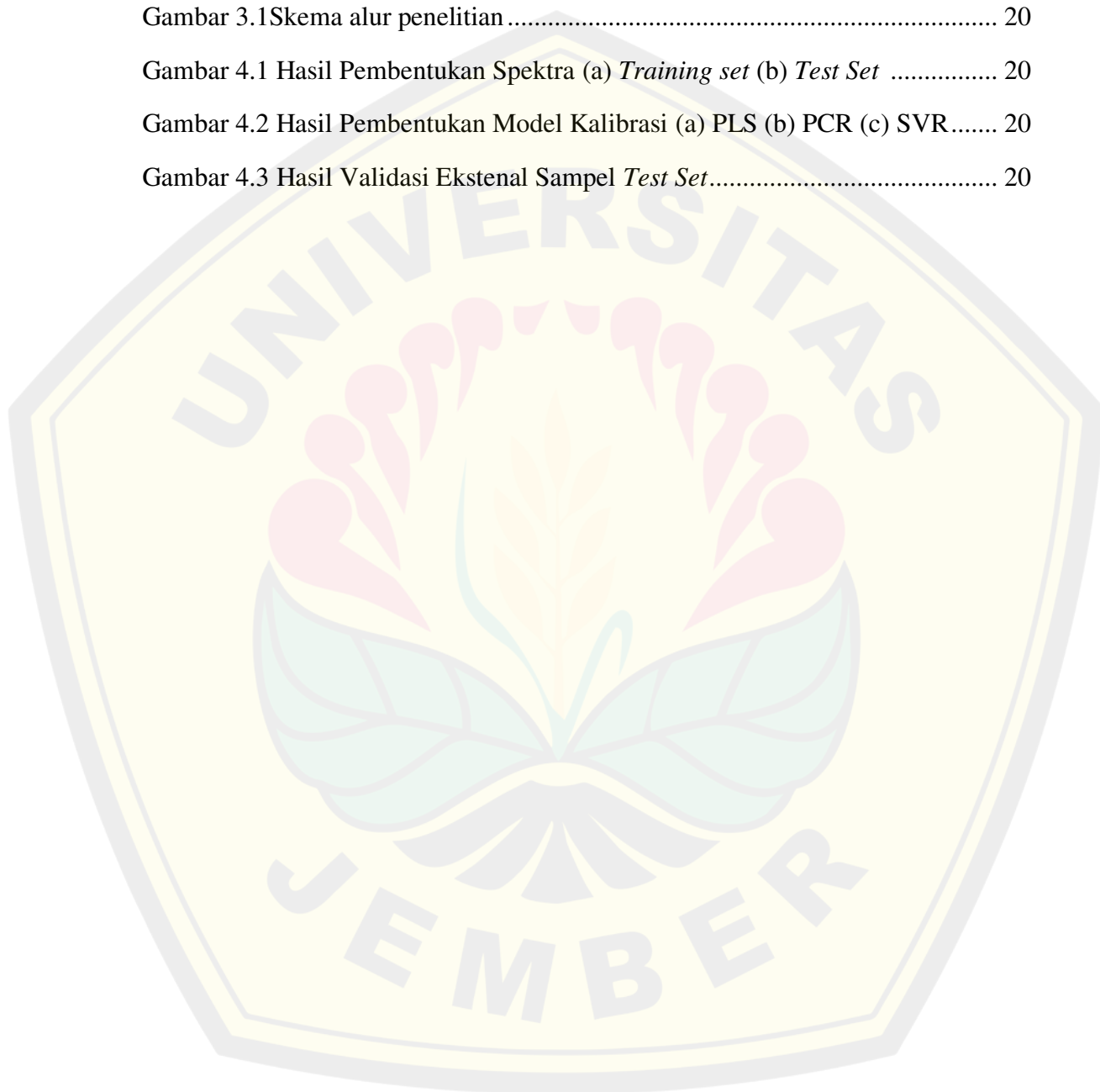
Gambar 2.2 Spektroskopi Near Infra Red..... 8

Gambar 3.1 Skema alur penelitian ..... 20

Gambar 4.1 Hasil Pembentukan Spektra (a) *Training set* (b) *Test Set* ..... 20

Gambar 4.2 Hasil Pembentukan Model Kalibrasi (a) PLS (b) PCR (c) SVR..... 20

Gambar 4.3 Hasil Validasi Eksternal Sampel *Test Set*..... 20



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Syarat mutu rempah-rempah bubuk.....	7
Tabel 3.1 Waktu pemanasan yang dibutuhkan dalam sampel <i>training set</i> dan <i>test set</i> .....	15
Tabel 3.2 Volume air yang dibutuhkan dalam pembuatan sampel <i>training set</i> ....	16
Tabel 3.3 Volume air yang dibutuhkan dalam pembuatan sampel <i>test set</i> .....	17
Tabel 3.4 Daftar Sampel Nyata.....	17
Tabel 4.1 Hasil penentuan kadar air sampel <i>training set</i> menggunakan metode gravimetri.....	23
Tabel 4.2 Hasil penentuan kadar air sampel <i>test set</i> menggunakan metode gravimetri.....	23
Tabel 4.3 Hasil pembentukan model kalibrasi.....	16
Tabel 4.4 Hasil validasi internal pada model kalibrasi PLS .....	28
Tabel 4.5 Hasil penentuan kadar air pada sampel nyata .....	30



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A. Alat dan Bahan yang digunakan .....	36
Lampiran B. Spektrum Hasil Scanning dengan NIR .....	37
Lampiran C. Identitas Sampel Bubuk Cengkeh .....	39
Lampiran D. Hasil Penentuan Kadar Air Awal Menggunakan Metode Gravimetri .....	40
Lampiran E. Perhitungan Pembuatan Sampel Simulasi di Atas Kadar Air Awal	41
Lampiran F. Hasil Penentuan Kadar Air Menggunakan Metode Gravimetri .....	44
Lampiran G. Hasil Analisis Menggunakan Metode NIR Kemometrik.....	52
Lampiran H. Hasil Analisis Statistik Sampel Nyata .....	63

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil dan pengguna cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terbesar di dunia. Pada tahun 2016, total produksi cengkeh sekitar 180,490 ton di dunia, dan sekitar 77,3% atau sebesar 139,520 ton cengkeh berasal dari Indonesia (Reintje dkk., 2019). Selain digunakan sebagai rempah-rempah, cengkeh juga banyak digunakan sebagai obat tradisional. Dalam kesehatan dan kecantikan, cengkeh digunakan untuk mengobati sakit gigi, mengatasi mual muntah, mencegah peradangan, meningkatkan sistem pencernaan, mengatasi sinusitis, pilek, batuk, infeksi saluran pernafasan, jerawat, menyehatkan jantung, menghilangkan noda dan guratan di kulit, mencegah rambut rontok dan sumber antioksidan (Johanes & Winarto, 2016).

Bagian tanaman cengkeh, yang paling banyak digunakan sebagai obat adalah bunga cengkeh. Pada umumnya penggunaan cengkeh disajikan dalam bentuk bunga kering dalam bentuk utuh, atau dalam bentuk hasil gilingan bunga cengkeh yang disebut bubuk. Tingkat kehalusan bubuk cengkeh bervariasi sesuai dengan penggunaannya. Bubuk cengkeh dapat digunakan sebagai bentuk sediaan obat tradisional, rempah-rempah. Selain itu, bubuk cengkeh dapat digunakan sebagai pasta gigi dan teh cengkeh untuk meredakan rasa sakit gigi. Teh cengkeh ini juga dapat meredakan sakit kepala. Bubuk cengkeh dapat dibuat kapsul cengkeh yang mana berisi 100% bubuk cengkeh yang memiliki khasiat banyak untuk kesehatan.

Sebuah bubuk dikatakan berkualitas apabila telah memenuhi persyaratan mutu yang ditentukan, diantaranya yaitu memenuhi persyaratan kadar air yang telah ditetapkan. Menurut SNI, kadar air dari bubuk cengkeh yaitu maksimal 12%. Kadar air merupakan ukuran banyaknya air yang terkandung dalam suatu bahan. Umumnya, kadar air ini dinyatakan sebagai persen. Kadar air suatu bubuk dapat mempengaruhi mutu dan umur simpan dari bubuk cengkeh. Kadar air yang tinggi dapat menurunkan mutu bubuk cengkeh baik segi organoleptik maupun

mikrobiologisnya. Bubuk cengkeh dengan kadar air tinggi akan mudah ditumbuhi oleh kapang, sehingga stabilitas dan penyimpanan sangat dipengaruhi oleh kadar air. Tingginya kadar air pada bubuk cengkeh disebabkan karena sifat bubuk cengkeh yang higroskopis sehingga terjadi penyerapan air dari udara (Saolan, dkk., 2020). Pengukuran kadar air dapat dilakukan dengan berbagai metode, yaitu gravimetri (metode pengeringan), thermovolumetri (destilasi), metode fisis dan kimiawi (*Farl Fischer Method*), alat *moisture content analyzer*, NIR (*Near Infra Red*) (Daud dkk., 2019).

Metode yang umumnya digunakan untuk menentukan kadar air suatu bubuk adalah metode gravimetri atau pengeringan dengan oven. Prinsip metode ini yaitu menguapkan air pada sampel dengan waktu dan suhu tertentu sampai diperoleh bobot yang konstan. Nilai presentase kehilangan berat atau bobot sebelum dan sesudah dikeringkan dinyatakan sebagai kadar air. Penggunaan metode ini memerlukan banyak waktu dan tenaga sehingga dilakukan pengembangan teknik analisis yang cepat dan dipercaya (Ratnasari dkk., 2016).

Pada penelitian ini dikembangkan metode penentuan kadar air bubuk cengkeh menggunakan Spektroskopi *Near Infra Red* (NIR). Spektroskopi NIR merupakan suatu metode non destruktif yang cepat dan mudah digunakan, dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak memerlukan bahan kimia, dan tidak menimbulkan polusi (Ratnasari dkk., 2016). Spektra NIR yang dihasilkan dalam jumlah besar sehingga banyak mengandung *noise* sehingga menyebabkan kesulitan dalam membedakan spektra. Selain itu, spektra NIR memiliki rentang besar dan bertumpuk, sehingga tidak bisa dilakukan evaluasi dengan melihat grafik panjang gelombangnya. Kemometrik dalam NIR ini memiliki peran penting untuk menganalisis spektra yang tumpang tindih (Shafirany dkk., 2018)

Nilai kadar air pada bubuk cengkeh yang telah dianalisis menggunakan NIR kemometrik akan dibandingkan dengan metode gravimetri. NIR Kemometrik dapat mempercepat proses penentuan kadar air menggunakan model kalibrasi yang telah terbentuk. Selain itu, manfaat yang diperoleh dari metode ini adalah dapat digunakan untuk teknik analisa dalam berbagai bentuk sampel seperti cairan biologis, produk farmasetika serta sampel lingkungan. Berdasarkan latar belakang

yang tertulis perlu dilakukan tentang penentuan kadar air pada bubuk cengkeh menggunakan metode NIR Kemometrik.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah tertulis di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah model kalibrasi NIR Kemometrik (*Partial Least Square*, *Principal Component Regression*, dan *Support Vector Regression*) dapat digunakan untuk menentukan kadar air pada bubuk cengkeh?
2. Apakah hasil kadar air pada bubuk cengkeh menggunakan metode NIR Kemometrik dan metode gravimetri memberikan hasil yang tidak berbeda signifikan?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Untuk mengetahui penggunaan model kalibrasi NIR Kemometrik (*Partial Least Square*, *Principal Component Regression*, dan *Support Vector Regression*) dalam penetapan kadar air bubuk cengkeh.
2. Untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan signifikan pada penentuan kadar air bubuk cengkeh menggunakan metode NIR Kemometrik dengan metode gravimetri.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian, diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya:

1. Memberikan pengetahuan tentang metode analisis penentuan kadar air bubuk cengkeh yang lebih sederhana, mudah dan non destruktif.
2. Memberikan informasi kandungan air dalam sampel penelitian.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Cengkeh

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan tanaman asli Indonesia yang ada sejak dulu yang tergolong dalam famili *Myrtaceae*. Kuncup dari tanaman ini atau bunga cengkeh biasanya digunakan sebagai rempah-rempah. Di negara Cina dan negara-negara Western, cengkeh digunakan untuk pengobatan terhadap penyakit seperti penyakit mulut dan gigi. Selain itu, tanaman ini juga digunakan untuk mengontrol mual dan muntah, batuk, dipepsia, diare, perut kembung, panu, kejang gastrointestinal, menyebabkan kontraksi rahim, dan merangsang saraf. Cengkeh juga digunakan sebagai obat tradisional sebagai *diuretik, odontalgic, tomcardiac, stomachic*, dan kondimen dengan efek karminatif dan stimulan (Mbaveng & Kuete, 2017).



Gambar 2.1 Bunga Cengkeh Kering (Sumber: Mustapa, 2020)

#### 2.1.1 Klasifikasi Tanaman Cengkeh

Menurut Suwanto dkk., (2014) tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Bangsa	: Myrtales
Famili	: Myrtaceae
Marga	: Syzygium
Spesies	: <i>Syzygium aromaticum</i> L.

### 2.1.2 Morfologi Tanaman Cengkeh

Tanaman cengkeh dapat tumbuh hingga tinggi 8-12 meter, berdaun besar dan bunga berwarna merah pucat yang dikelompokkan dalam kelompok terminal. Tanaman ini berukuran sedang, dengan pangkal tajuk rendah dan cabang yang banyak. Awalnya kuncup bunga berwarna merah pucat dan berangsur-angsur berubah menjadi hijau. Bunga kecil yang tumbuh pada gagang, dan masing-masing gagang ditumbuhi tiga sampai empat bunga. Kuncup bunga yang berwarna merah pucat, kering dan belum terbuka disebut dengan cengkeh. Nama cengkeh berasal dari bahasa Prancis yaitu *Clou* yang artinya paku (Mbaveng & Kuete, 2017).

### 2.1.3 Kandungan Bahan Aktif dalam Cengkeh

Kandungan dari tanaman cengkeh ini bermacam-macam, salah satu sumber kandungan utamanya adalah fenolik seperti flavonoid, asam hidroksibenzoat, asam hidroksisinamat, hidroksifenil propens, dan terpenoid. Eugenol merupakan senyawa yang bertanggung jawab pada aroma cengkeh dan bagian dari 72-90% minyak atsiri (Mbaveng & Kuete, 2017).

### 2.1.4 Manfaat Tanaman Cengkeh

Awalnya tanaman cengkeh digunakan untuk kesehatan gizi, akan tetapi pada tahun 20 sebelum masehi orang-orang menggunakan tanaman cengkeh sebagai rempah-rempah. Cengkeh digunakan dalam industri tersebut karena aroma cengkeh yang enak. Aroma ini berasal dari minyak atsiri dalam cengkeh yang jumlahnya cukup besar (Nurdjannah, 2004). Minyak atsiri merupakan salah satu kandungan dari cengkeh, yang biasa digunakan untuk pewangi dan penyedap rasa, serta berkhasiat sebagai antioksidan diet yang dapat mencegah beberapa penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas (Mbaveng & Kuete, 2017).

Penggunaan bubuk cengkeh biasanya digunakan dalam sehari-hari sebagai rempah-rempah dan menambahkan aroma pada masakan, makanan dan

minuman. Produk makanan yang menggunakan olahan cengkeh diantaranya yaitu saus, makanan yang dipanggang, bumbu kare. Selain itu, cengkeh juga digunakan dalam rokok, hal ini berfungsi untuk memberikan aroma khas cengkeh dalam rokok, memberi rasa panas dan sifat mengkretek juga memberikan rasa menggigit, langu dan pahit (Nurdjannah, 2004).

Tanaman cengkeh memiliki sifat farmakologi sebagai antiseptik, antiinflamasi, antioksidan, antimutagenik, antiulserogenik, antitrombotik, antivirus, antijamur, dan antiparasit. Cengkeh dipercaya untuk mengobati sakit perut biasanya bunga cengkeh dikunyah dan meneteskan air perendaman pada mata untuk mengobati sakit mata (Nurdjannah, 2004). Sifat analgesik cengkeh biasanya diaplikasikan dalam bentuk balsam dan sudah banyak digunakan di Indonesia, balsam ini digunakan untuk mengurangi rasa sakit akibat reumatik (Nurdjannah, 2004).

#### 2.1.5 Bubuk Cengkeh

Produk utama dari tanaman cengkeh ini adalah bunganya, yang mana biasanya disajikan dalam bentuk bunga kering ataupun dalam bentuk bubuk cengkeh. Untuk mendapatkan bunga cengkeh yang kering dilakukan beberapa tahap pengolahan yaitu panen, perontokan, pemeraman, pengeringan dan sortasi. Setelah tahap ini selesai dan didapatkan bunga cengkeh kering yang bagus maka dilanjutkan dengan proses penggilingan untuk mendapatkan bubuk cengkeh, dan dilanjutkan dengan mengayaknya agar didapatkan ukuran yang seragam (Nurdjannah, 2004).

Berdasarkan SNI 01-3709-1995, syarat mutu rempah-rempah bubuk dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Syarat mutu rempah-rempah bubuk

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	Air	%b/b	Maks. 12,0
3	Abu	%b/b	Maks. 7,0
4	Abu tak larut dalam asam	%b/b	Maks. 1,0
5	Kehalusan Lolos ayakan No.40 (425 $\mu$ )	%b/b	Maks. 90,0
6	Cemaran logam		
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 10,0
6.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 30,0
7	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1
8	Cemaran Mikroba		
8.1	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. 10 <sup>6</sup>
8.2	Eschericia coli	APM/g	Maks. 10 <sup>3</sup>
8.3	Kapang	mg/kg	Maks. 10 <sup>4</sup>
9	Aflatoxin	mg/kg	Maks. 20

## 2.2 Kadar Air

Kadar air merupakan parameter uji laboratorium yang sangat penting untuk menentukan kualitas dan ketahanan suatu bahan atau produk. Semakin tinggi kadar air suatu bahan, maka semakin besar pula kemungkinan kerusakan bahan tersebut dikarenakan aktivitas masuknya mikroba perusak atau aktivitas biologisnya. Tingginya kadar air dalam bubuk cengkeh dapat menunjang kehidupan mikroorganisme dan berlangsungnya reaksi fisikokimiawi. Penyimpanan suatu bahan dengan baik akan menjaga kandungan metabolit bubuk tetap dalam keadaan stabil. Pengurangan kadar air ini dapat dilakukan dengan cara pengeringan sehingga akan mengurangi aktivitas kehidupan mikroorganisme seperti jamur atau kapang sehingga bubuk dapat disimpan dalam waktu yang lama (Daud dkk., 2019). Hilangnya air setelah pengeringan dapat mempengaruhi tekstur, warna, dan aroma bubuk tersebut (Manalu, 2016).



### 2.3 Metode Penetapan Kadar Air

Menurut Farmakope Indonesia Edisi VI (2020), metode yang dapat digunakan untuk menetapkan kadar air adalah metode Gravimetri. Prinsip metode ini yaitu menguapkan air yang terdapat dalam bahan menggunakan energi panas dari oven dengan suhu 105°C selama beberapa waktu sampai didapat bobot yang konstan, artinya tidak terdapat air lagi dalam bahan. Berat yang hilang selama pengeringan adalah jumlah air dalam bahan tersebut.

### 2.4 Spektroskopi NIR (*Near Infra Red*)

Spektroskopi inframerah merupakan teknik spektroskopi yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa. Panjang gelombang radiasi inframerah dibagi menjadi tiga bagian, yaitu daerah inframerah jauh, daerah inframerah tengah, dan daerah inframerah dekat. Analisis kadar air biasanya menggunakan radiasi pada daerah inframerah dekat (NIR) (Alauhdin dkk., 2021).



Gambar 2.2 Spektroskopi *Near Infra Red*

Spektroskopi *Near Infra Red* merupakan metode non destruktif, dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi dan tidak menimbulkan polusi, penggunaan preparat sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia. *Near Infra Red* (NIR) banyak diterapkan dalam analisis senyawa organik. NIR menggunakan panjang gelombang 700 – 3000 nm (Hidayah dkk., 2014). Radiasi gelombang inframerah

diserap oleh molekul penyusun bahan menyebabkan ikatan tunggalnya mengalami vibrasi (bergetar), sehingga pita penyerapan naik sesuai kombinasi gugus fungsi kimianya. Spektra yang dihasilkan NIR dapat menjadi kompleks karena memunculkan puncak yang tumpang tindih sehingga untuk menentukan pita tunggalnya sulit. Maka dari itu, dilakukan penyaringan data spektra (Karlinasari dkk., 2012). Dalam spektroskopi inframerah, radiasi akan dilewatkan melalui sampel lalu akan diserap oleh molekul-molekul dalam sampel ketika energi radiasinya sesuai dengan energi vibrasi molekul tersebut. Besarnya radiasi ini yang akan digunakan untuk analisis (Alauhdin dkk., 2021).

## 2.5 Analisis Kemometrik

Kemometrik telah berkembang pesat sejak awal abad ke-20. Kemometrik ini mengintegrasikan matematika, statistik dan logika formal yang menawarkan teori hingga metode yang digunakan untuk pengukuran kimia, memberi pendekatan baru untuk analisis data dari spektroskopi dan kimia (Shafirany dkk., 2018). Analisis kemometrik merupakan teknik analisis multivariat yang dapat digunakan untuk penentuan multikomponen. Teknik ini memiliki keuntungan yaitu dapat mengeliminasi spektrum pengganggu dalam kuantifikasi, dan meningkatkan selektivitas (Hidayah dkk., 2014).

### 2.5.1 *Partial Least Square* (PLS)

PLS merupakan teknik analisis multivariat digunakan untuk menyelesaikan regresi berganda ketika terjadi adanya permasalahan pada data seperti ukuran sampel yang kecil, data yang hilang (*missing values*), dan multikolinearitas. PLS dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor yang merupakan variabel X sebagai penjelas dan variabel Y sebagai variabel respon (Abdillah & Jogiyanto, 2015).

### 2.5.2 *Principal Component Regression (PCR)*

PCR adalah salah satu metode untuk mengatasi multikolinier. PCR akan menghasilkan komponen utama yang tidak berkorelasi. Semua komponen utama ini akan diikuti sertakan dalam model regresi, maka model yang dihasilkan akan sama dengan yang diperoleh dengan metode kuadrat terkecil. Jika hanya beberapa komponen utama saja yang diikuti sertakan, maka diperoleh penduga koefisien regresi yang bias namun memiliki perbedaan yang minimum (Ohyver, 2012).

### 2.5.3 *Support Vector Regression (SVR)*

SVR merupakan metode pengembangan model SVM (Support Vector Machine) dalam kasus regresi, yang mana SVM dikenalkan sebagai konsep yang unggul dalam pengenalan pola, algoritma ini mampu memilih model otomatis tidak memiliki masalah dalam *training set* dan menghasilkan rasio kesalahan sangat kecil saat dibandingkan dan menjadi populer dalam mengenali digit tulisan tangan (Khatimi dkk., 2017).

## 2.6 *Validasi Silang (Cross Validation)*

Validasi silang merupakan metode untuk memperkirakan kesalahan prediksi untuk evaluasi kinerja model. Tujuan dari validasi silang ini yaitu untuk memprediksi, dan memperkirakan seberapa akurat model prediksi bekerja. Ada dua macam validasi silang yaitu validasi internal dan validasi eksternal.

### 2.6.1 *Validasi Internal*

Dalam validasi internal biasanya menggunakan validasi silang *leave-one-out* (LOOCV) yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan prediksi PLS. Validasi ini dilakukan dengan cara menghilangkan satu data untuk validasi silang. Sampel asli disertakan sebagai sampel pengamat untuk validasi data, dan sisa sampel yang diamati dilibatkan sebagai *training set* (Viscara dkk., 2006).

### 2.6.2 Validasi Eksternal

Dalam validasi ini biasanya menggunakan validasi silang 2-fold yang mana pada metode ini data dibagi menjadi dua kelompok yaitu *training set* untuk membentuk model, dan *test set* untuk mengevaluasi/membuktikan model yang terbentuk (Viscara dkk., 2006).



## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian laboratorium eksperimen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar air pada bubuk cengkeh menggunakan metode NIR Kemometrik.

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai November 2022 sampai Juni 2023 dan bertempat di laboratorium Kimia Analisis Fakultas Farmasi Universitas Jember.

### 3.3 Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah sampel simulasi berupa bubuk tanaman cengkeh dengan rentang konsentrasi yang berbeda-beda.

#### 3.3.2 Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah intensitas spektrum yang dihasilkan dari NIR (*Near Infra Red*)

#### 3.3.3 Variabel terkendali

Variabel terkendali dari penelitian ini adalah metode penentuan kadar air menggunakan NIR (*Near Infra Red*) dan gravimetri.

### 3.4 Definisi Operasional

Sampel yang digunakan untuk pembuatan *training set* dan *test set* berasal adalah sampel yang beredar dipasaran yaitu bubuk tanaman cengkeh. Bubuk

tersebut sudah melalui tahap pengecilan menjadi bubuk dan penyetaraan ukuran menggunakan ayakan 100 mesh.

### 3.5 Alat dan Bahan

#### 3.5.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, spektroskopi NIR (*Near Infra Red*), (Luminar 3070), Oven (Mettler), Timbangan Analitik (Sartorius), *Moisture Content Analyzer*, program *Acquire Brimrose*, program *The Unscrambler X 10.2* (Camo), desikator, ayakan 100 mesh, cawan porselen, batang pengaduk, vial.

#### 3.5.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, aquadest dan bubuk cengkeh yang beredar dipasaran dengan No. BPOM 255631010047 untuk pembuatan *training set* dan *test set*.

### 3.6 Rancangan Penelitian

Langkah pertama yang dilakukan dalam pembuatan sampel simulasi yaitu menentukan kadar air awal pada bubuk cengkeh dengan metode gravimetri. Pembuatan sampel simulasi terbagi menjadi 21 *training set* dan 7 *test set*, masing-masing dibuat dalam rentang 1%-21%. Sampel *training set* ditentukan kadarnya menggunakan gravimetri. Kemudian dilakukan *scanning* menggunakan NIR untuk memperoleh spektrum. Spektrum yang diperoleh diolah menggunakan bantuan *The Unscrambler X 10.4* (Camo) untuk membentuk model kalibrasi (PLS, PCR dan SVR). Model kalibrasi yang telah terbentuk dipilih salah satu berdasarkan kemampuan prediksi paling baik dilihat dari nilai R-square mendekati 1, RMSEC dan RMSECV semakin kecil (mendekati 0). Kemudian dilakukan validasi dengan validasi internal untuk sampel *training set* dan validasi eksternal untuk sampel *test set*. Model yang telah dinyatakan valid digunakan

untuk diaplikasikan pada sampel nyata. Nilai kadar air yang diperoleh menggunakan NIR Kemometrik dibandingkan dengan hasil pengukuran kadar menggunakan gravimetri. Rata-rata kadar air dari kedua metode tersebut dianalisis dengan bantuan program IBM SPSS.

### 3.7 Prosedur Penelitian

#### 3.7.1 Pengumpulan sampel dan preparasi sampel

Sampel yang digunakan adalah bubuk cengkeh yang beredar di pasaran dengan jumlah 200 gram. Bubuk dibagi menjadi dua kelompok yaitu *training set* dan *test set*. Pada penelitian ini menggunakan 21 *training set* dan 7 *test set*. Komposisi yang digunakan yaitu bubuk cengkeh dan aquadest.

##### a. *Training Set*

*Training set* terdiri atas sampel yang akan digunakan membuat model kalibrasi kemometrik. 21 *training set* dibuat menggunakan 1 jenis bubuk cengkeh dengan rentang 1% - 21% dengan kelipatan 1.

##### b. *Test Set*

*Test set* digunakan untuk mengevaluasi reabilitas yang telah dibentuk oleh *training set*. 7 *test set* dibuat menggunakan bubuk cengkeh dengan rentang 1% - 21% berkelipatan 3.

#### 3.7.2 Penentuan kadar air awal

Penentuan kadar air awal bubuk cengkeh dilakukan dengan metode gravimetri. Jumlah sampel yang digunakan untuk pengecekan kadar air sebanyak 1 gram (replikasi 3x) bubuk diletakkan dalam cawan kemudian di oven menggunakan suhu 105°C selama 40 menit, hingga diperoleh bobot yang konstan. Kemudian didinginkan dalam desikator dengan cawan tertutup selama 10 menit, lalu ditimbang dan dihitung kadar air awal dan dihitung rata-rata kadarnya.

### 3.7.3 Penentuan kadar air menggunakan gravimetri

#### a. Pembuatan Konsentrasi di Bawah Kadar Air Awal

Sampel ditimbang 5 gram dalam cawan lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C. Lama pemanasan sesuai kadar air yang diinginkan, setiap pemanasan 5 menit kadar air berkurang 1% sehingga lama pemanasan pada setiap seri konsentrasi yang diinginkan berbeda. Waktu pemanasan yang dibutuhkan dalam pembuatan *training set* dan *test set* dapat dilihat pada tabel 3.1. Kemudian dari 5 gram bubuk yang sudah dioven diambil 1 gram (replikasi 3x) dimasukkan dalam cawan tertutup untuk di gravimetri. Sampel dalam cawan di oven dengan suhu 105°C selama 10 menit dan didinginkan dalam desikator. Prosedur dilakukan hingga didapat bobot konstan.

Penentuan kadar air menggunakan rumus sebagai berikut (Syafrida dkk., 2018)

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{massa awal} - \text{massa konstan}}{\text{massa penimbangan}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Sisa sampel 2 gram yang tidak digunakan dilakukan *scanning* menggunakan NIR.

Tabel 3.1 Waktu pemanasan yang dibutuhkan dalam sampel *training set* dan *test set*

Sampel Simulasi	Kadar (%)	Waktu pemanasan (menit)	Kadar akhir sampel (%)
<i>Training Set</i>	1	40	1,1632
	2	35	2,5632
	3	30	3,1628
	4	25	4,3357
	5	20	5,1256
	6	15	5,3795
	7	13	6,6782
	8	10	7,7261
	9	5	9,8467
<i>Test Set</i>	2,5	37	2,566
	5,5	28	5,532
	8,5	15	8,585



## b. Pembuatan Konsentrasi di atas Kadar Air

Sampel (kadar air awal = 10,1855) ditimbang 5 gram lalu diambil sekitar 1 gram diletakkan dalam cawan porselen dan ditambahkan aquadest menggunakan mikropipet. Volume air yang dibutuhkan dalam pembuatan sampel *training set* dan *test set* dapat dilihat pada tabel 3.2 dan 3.3.

Penambahan volume air dihitung berdasarkan rumus berikut (Mohan Naik dkk., 2019) :

$$Q = \frac{W1 (Mf - Mi)}{(100 - Mf)} \quad (3.2)$$

Keterangan :

Q = Massa aquadest yang ditambahkan (g)

Wi = Massa bahan yang digunakan (%)

Mf = Kadar air akhir bahan (%)

Mi = Kadar air awal bahan (%)

Tambahkan 1 gram bubuk lagi dalam cawan porselen, aduk hingga tercampur semua 5 gram bubuk. Kemudian dari 5 gram bubuk yang telah dicampur diambil 1 gram (replikasi 3x) dan dimasukkan dalam vial untuk di gravimetri. Sampel dalam vial di oven dengan suhu 105°C selama 10 menit dan didinginkan dalam desikator. Prosedur dilakukan hingga mendapatkan bobot konstan. Penentuan kadar air dihitung menggunakan rumus pada persamaan 3.1. Sisa sampel 2 gram tidak digravimetri tetapi digunakan untuk *scanning* menggunakan NIR.

Tabel 3.2 Volume air yang dibutuhkan dalam pembuatan sampel *training set*

Kadar (%)	Volume Air (µl)	Kadar (%)	Volume Air (µl)
11	45,8	17	410,5
12	103,1	18	476,5
13	161,8	19	544,1
14	221,8	20	613,4
15	283,2	21	684,5
16	346,1		

Tabel 3.3 Volume air yang dibutuhkan dalam pembuatan sampel *test set*

Kadar (%)	Volume Air (µl)
11,5	74,3
14,5	252,3
17,5	443,3
20,5	648,7

#### 3.7.4 Scanning Sampel Menggunakan NIR (*Near Infra Red*)

*Scanning* merupakan proses untuk mendapatkan data spektrum sampel menggunakan instrumen NIR "Luminar 3070" dengan program Brimrose. Pastikan dahulu tanggal dan waktu yang tercantum dalam spektrum sudah sesuai sebelum digunakan. Kemudian sampel diletakkan dalam plat hingga penuh dan tebal supaya didapatkan ketinggian dan ketebalan Spektra yang bagus pada tiap replikasi. Preparasi sampel dikategorikan baik jika nilai transmittan berada diantara 40.000-50.000 serta tidak boleh <30.000 atau <60.000. *Scanning* Sampel dilakukan tiga kali replikasi dengan lima kali tembakan tiap replikasi. Data spektrum yang diperoleh akan diolah menggunakan program *The Unscramble X 10.4*.

#### 3.7.5 Pembentukan Model Kalibrasi

Pembentukan Model Kalibrasi (PLS, PCR dan SVR) menggunakan data absorbansi yang didapatkan dari spektrum NIR. Nilai absorbansi ditandai dengan spektrum x sedangkan konsentrasi ditandai dengan spektrum y. Import data yang telah didapat dari Brimrose pada program *The Unscramble X 10.4* hingga muncul panjang program. Sebelum dibentuk model, data dikelompokkan dengan mengeklik *define range* dan *column range*. Masukkan nilai konsentrasi pada kolom 1 dan absorbansi pada kolom 2 dan seterusnya. Model dibentuk dengan mengeklik task, analyze, kemudian *Partial Least Square (PLS)*, *Principal Component Regression (PCR)*, dan *Support Vector Machine Regression (SVMR)*. Pemilihan model didasarkan pada kemampuan prediksi yang paling baik dengan melihat korelasi semakin mendekati 1 pada *R-square*, nilai RMSEC (*Root*

*Mean Standart Error of Calibration*) dan RMSECV (*Root Mean Square Error Cross Validation*) semakin kecil (mendekati 0).

### 3.8 Validasi Model Kemometrik

#### a. Validasi Internal

Validasi ini dilakukan untuk mengevaluasi data dengan mengambil satu set data dari *training set* sedangkan data yang tersisa digunakan untuk membentuk model baru. Demikian seterusnya sehingga semua data digunakan sebagai set validasi.

#### b. Validasi Eksternal

Validasi ini dibuat dengan preparasi sampel *test set*. Penetapan model yang terbentuk dilakukan validasi dengan *scanning* sampel *test set*. Spektrum yang dihasilkan kemudian diolah menggunakan software *The Unscrambler X 10.4*.

### 3.9 Aplikasi Sampel Nyata

Pada penelitian ini menggunakan 6 jenis sampel yang beredar di pasaran dengan merek bubuk cengkeh yang berbeda tercantum pada tabel 3.4 dan identitas sampel dapat dilihat pada lampiran.

#### a. Penentuan Kadar Air Menggunakan NIR Kemometrik

Sampel diletakkan pada plat hingga penuh lalu ditekan supaya padat sehingga menghasilkan ketinggian dan ketebalan spektra yang bagus pada tiap replikasi. *Scanning* sampel dilakukan tiga kali replikasi dengan lima kali penembakan tiap replikasi.

#### b. Penentuan Kadar Air Menggunakan Gravimetri

Sampel diuji dengan menggunakan gravimetri sebagai metode pembandingan. Bubuk cengkeh ditimbang 1 gram dalam cawan (replikasi tiga kali), kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 10 menit dan

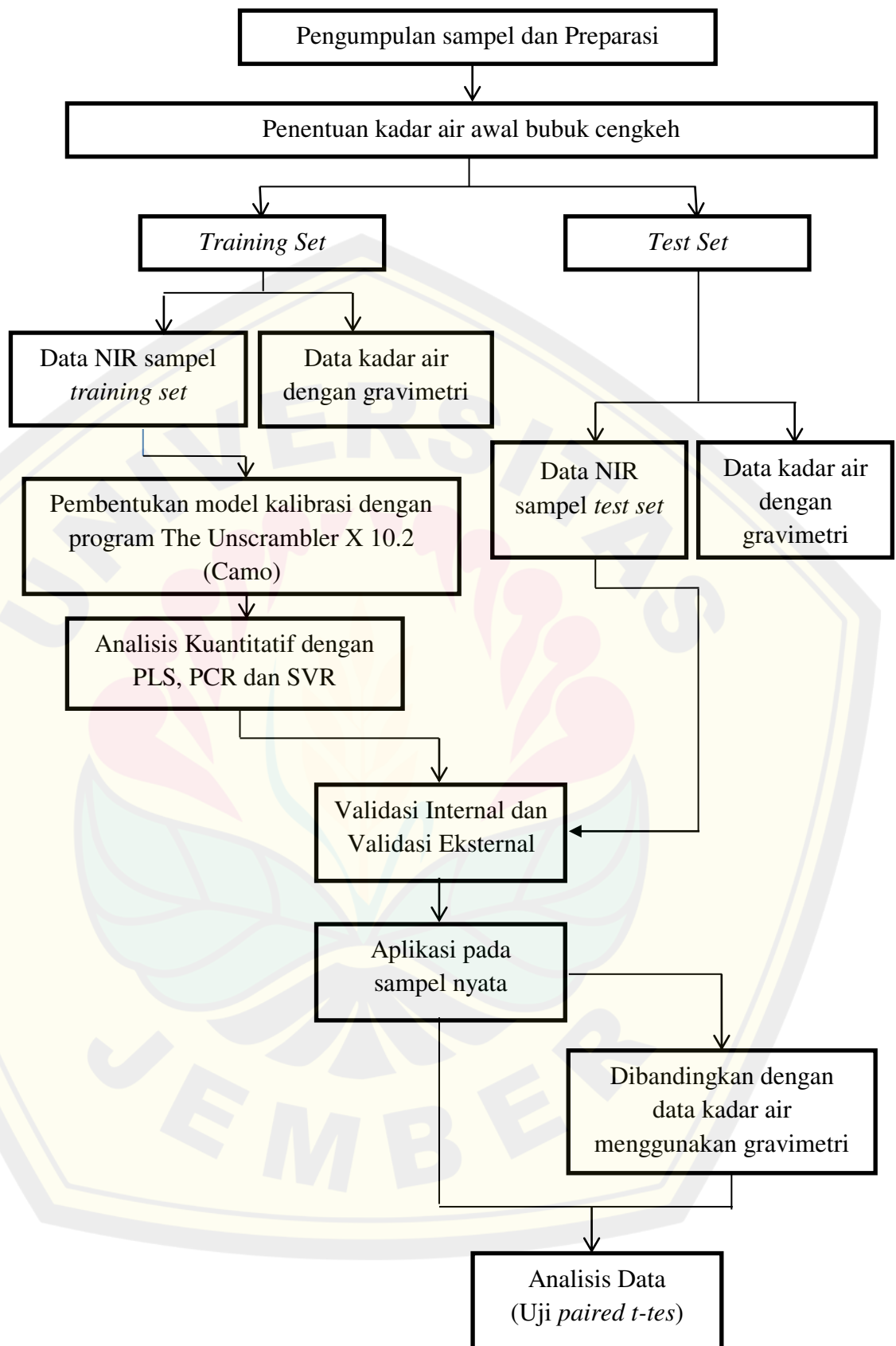
dinginkan dalam desikator. Prosedur ini dilakukan hingga didapatkan bobot konstan dan penentuan kadar air dihitung menggunakan persamaan 3.1.

Tabel 3. 4 Daftar Sampel Nyata

No.	Merek Produk	Bentuk Produk
1.	Pasar Bumbu	Bubuk
2.	Essenli Cengkeh	Bubuk
3.	Spice Voyages	Bubuk
4.	Gerbang Nusantara	Bubuk
5.	Jejak Rempah	Bubuk
6.	Jay's Kitchen	Bubuk
7.	La Fancy Cloves	Bubuk

### 3.10 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan pengujian normalitas terlebih dahulu sebelum data diolah untuk mengetahui distribusi data dalam variabel yang akan digunakan dalam penelitian. Pengambilan keputusan ditentukan jika nilai Sig > 0,05 maka data terdistribusi normal. Data yang dinyatakan terdistribusi normal diuji dengan *paired t-test* atau biasa disebut uji t dua sampel berpasangan. Nilai rata-rata kadar air pada sampel nyata yang ditentukan menggunakan NIR Kemometrik dibandingkan dengan nilai rata-rata kadar air menggunakan gravimetri. Hasil perbandingan dari kedua metode dianggap tidak ada perbedaan signifikan apabila nilai sig. (*2 tailed*) > 0,05 dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% (Sujarweni, 2015).



Gambar 3.1 Skema alur penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAAN

### 4.1 Pengumpulan dan Preparasi Sampel Simulasi

Sampel diperoleh dari produk yang beredar di pasaran. Sampel bubuk cengkeh ini telah melalui tahap penyetaraan ukuran menggunakan ayakan 100 mesh. Pengayakan dilakukan untuk menyeragamkan ukuran partikel, bentuk, rongga dan susunan partikel karena dapat mempengaruhi panjang transmisi cahaya yang melewati sampel. Tahap selanjutnya yaitu pembuatan sampel simulasi yang terdiri dari 21 *training set* dan 7 *test set* dengan rentang 1-21%. *Training set* merupakan sampel yang telah diketahui konsentrasi dan digunakan untuk membentuk model kalibrasi kemometrik, sedangkan *test set* adalah sampel yang diketahui konsentrasi dan digunakan untuk memvalidasi atau mengevaluasi model yang terbentuk (Hidayah dkk., 2014). Sampel *training set* dan *test set* yang digunakan berasal dari satu sampel yang sama, namun yang berbeda adalah konsentrasi % kadar air yang digunakan. Prosedur ini sesuai dengan analisis kuantitatif kalibrasi multivariat bahwa jumlah sampel *training set* sebanyak 75% dan *test set* sebanyak 25% untuk validasi diluar sampel *training set* (Rohman dan Winarsih, 2007).

### 4.2 Penentuan Kadar Air Awal Bubuk Cengkeh

Penentuan kadar air awal pada bubuk cengkeh menggunakan gravimetri. Metode gravimetri merupakan metode yang memiliki prinsip menguapkan air yang ada dalam sampel dengan pemanasan, lalu menimbang sampel sampai didapat berat konstan yang artinya semua air sudah diuapkan (Lestari & Rohamtulaili, 2022). Menurut Farmakope Indonesia Edisi VI, prosedur pemanasan dengan gravimetri yaitu dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C sampai diperoleh bobot yang konstan (Kemenkes RI, 2020).

Sampel ditimbang 1 gram dalam cawan lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 40 menit, kemudian didinginkan dalam desikator

selama 10 menit dan ditimbang sampai diperoleh bobot konstan. Prinsip gravimetri yaitu menguapkan air dalam sampel. Hasil penguapan air diukur sebagai presentase kadar air bubuk. Data yang diperoleh berupa presentase kadar air bubuk lalu dihitung rata-rata dan standar deviasi (SD) serta koefisien variasi (RSD).

Perhitungan persen koefisien variasi untuk menunjukkan presisi suatu pengukuran. Persyaratan nilai persen koefisien variasi yang baik adalah  $\leq 2,8$  (Huber, 2007). Hasil pengukuran kadar air awal menggunakan gravimetri tertera pada lampiran D. Rata-rata kadar air awal bubuk cengkeh diperoleh sebesar 10,1855% dengan RSD 1,2803  $\leq 2,8$  yang artinya nilai RSD memenuhi syarat. Data ini akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan sampel simulasi.

#### **4.3 Penentuan Kadar Air Sampel *Training Set* dan *Test Set* Menggunakan Gravimetri**

Setelah melakukan penentuan kadar air awal, tahap selanjutnya yaitu pembuatan sampel *training set* dan *test set* dan penentuan kadar air dengan gravimetri. Sampel dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu sampel dengan konsentrasi di bawah kadar air dan di atas kadar air awal. Pembuatan sampel di bawah kadar air awal yaitu dengan dengan menimbang bubuk cengkeh sebanyak 5 gram dalam cawan porselen, lalu dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 10-40 menit, disesuaikan dengan konsentrasi kadar air yang hendak dibuat. Sampel di atas kadar air awal dibuat dengan meninmbang bubuk cengkeh sebanyak 5 gram di dalam cawan porselen lalu ditambahkan aquadest sesuai perhitungan (Mohan, dkk., 2019). Aquadest yang ditambahkan dalam bubuk cengkeh sangat sedikit sehingga digunakan mikropipet. Penambahan air dilakukan dengan sedikit demi sediki ke dalam bubuk cengkeh agar air tercampur secara merata. Apabila pembuatan sampel di bawah dan di atas kadar air awal telah siap maka tiap konsentrasi diambil 1 gram (replikasi 3x) dan dilanjutkan dengan metode gravimetri, yaitu dipanaskan sampai diperoleh bobot konstan. Masing-

masing sampel ditentukan persen kadar air nya dengan gravimetri dan dihitung nilai SD dan RSD.

Tabel 4. 1 Hasil penentuan kadar air sampel *training set* menggunakan metode gravimetri

Konsentrasi (%)	Rata-rata (%) $\pm$ SD	RSD (%)
1	1,1632 $\pm$ 0,0153	1,3153
2	2,5632 $\pm$ 0,0755	2,9455
3	3,1628 $\pm$ 0,0547	1,7295
4	4,3357 $\pm$ 0,0380	0,8764
5	5,1256 $\pm$ 0,0569	1,1101
6	5,3795 $\pm$ 0,0950	1,7660
7	6,6782 $\pm$ 0,0788	1,1799
8	7,7261 $\pm$ 0,0323	0,4181
9	9,8467 $\pm$ 0,1222	1,2410
10	10,1589 $\pm$ 0,1257	1,2373
11	11,3555 $\pm$ 0,0119	0,1048
12	12,0535 $\pm$ 0,0206	0,1709
13	13,2158 $\pm$ 0,0812	0,6144
14	14,3162 $\pm$ 0,0400	0,2794
15	15,1861 $\pm$ 0,0199	0,1310
16	16,0100 $\pm$ 0,0216	0,1349
17	17,1783 $\pm$ 0,1001	0,5827
18	18,1755 $\pm$ 0,0747	0,4110
19	19,0435 $\pm$ 0,0026	0,0137
20	20,3112 $\pm$ 0,0387	0,1905
21	21,2427 $\pm$ 0,0162	0,0762

Tabel 4. 2 Hasil penentuan kadar air sampel *test set* menggunakan metode gravimetri

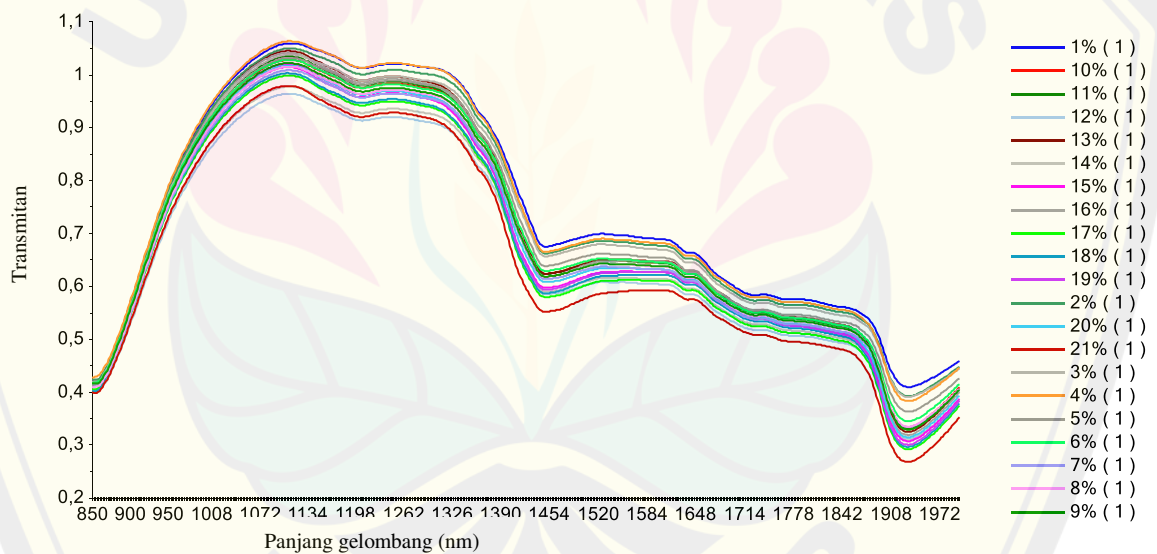
Konsentrasi (%)	Rata-rata (%) $\pm$ SD	RSD (%)
2,5	2,5664 $\pm$ 0,0331	1,2897
5,5	5,5324 $\pm$ 0,0336	0,6073
8,5	8,5853 $\pm$ 0,1187	1,3826
11,5	11,6855 $\pm$ 0,1116	0,9550
14,5	14,6024 $\pm$ 0,0997	0,6828
17,5	17,6015 $\pm$ 0,0375	0,2131
20,5	20,5472 $\pm$ 0,0998	0,4857



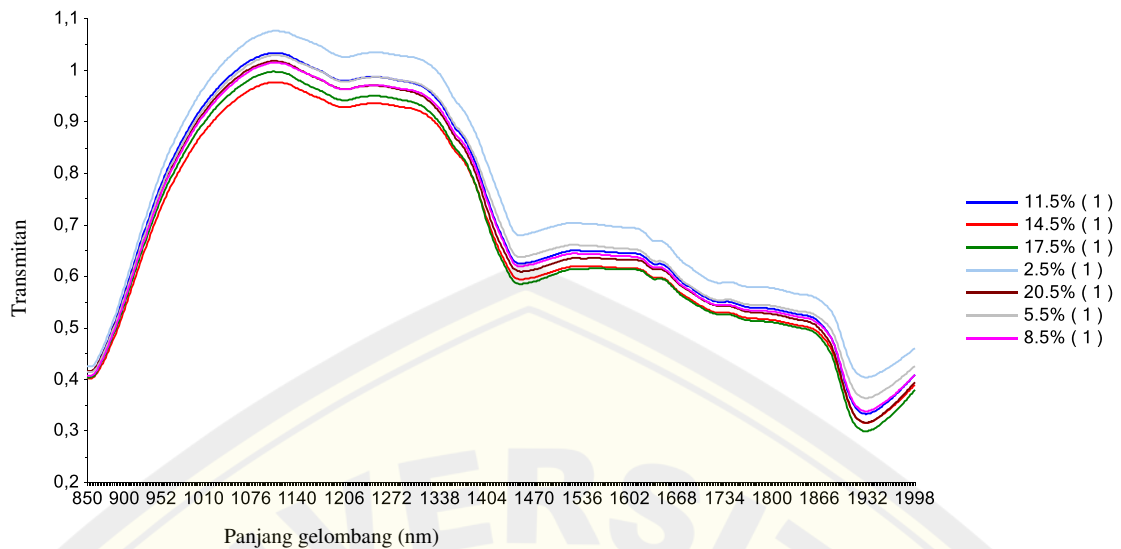
Hasil penentuan kadar air *training set* dan *test set* menggunakan metode gravimetri dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2 dan lampiran F. Pada tabel diatas menunjukkan nilai RSD  $\leq 2,8$  yang artinya nilai RSD telah memenuhi syarat. Persyaratan nilai koefisien variasi atau RSD yang baik yaitu  $\leq 2,8$  (Huber, 2007).

#### 4.4 Scanning Sampel Training Set dan Test Set Menggunakan Spektroskopi NIR

Scanning sampel dilakukan menggunakan instrumen NIR “Luminar 3070” dengan program Brimrose. Bahan ini di *scanning* dengan panjang gelombang 850-2000 nm. *Scanning* sampel dilakukan tiga kali replikasi dengan lima kali tembakan. Data spektrum yang diperoleh diolah menggunakan program The Unscramble X 10.2.



(a)



(b)

Gambar 4. 1 Hasil Pembentukan Spektra (a) Training Set (b) Test Set

Pada gambar 4.1 menunjukkan hasil spektra dari *training set* dan *test set*. Pada gambar spektra *training set* menunjukkan garis paling atas merupakan konsentrasi 4% dan garis paling bawah adalah konsentrasi 21%, begitu pula dengan gambar spektra *test set* menunjukkan garis paling atas merupakan konsentrasi 2,5% dan paling bawah adalah konsentrasi 20,5%. Hal ini sesuai dengan teori yaitu semakin tinggi konsentrasinya maka semakin rendah transmitannya atau semakin tinggi absorbansinya.

#### 4.5 Pembentukan Model Kalibrasi

Model kalibrasi dibentuk dari sampel simulasi *training set*. Model kalibrasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu PLS (*Partial Least Square*), PCR (*Principal Component Regression*), dan SVR (*Support Vector Regression*) kemudian dipilih salah satu model yang paling baik diantara ketiga model tersebut. PLS digunakan untuk memperkirakan serangkaian peubah tidak bebas (respon) dari peubah bebas (prediktor) yang jumlahnya sangat banyak, memiliki struktur sistemik linear atau nonlinear tanpa mengurangi data yang digunakan dan memiliki kolinearitas yang tinggi. Model PCR memiliki prinsip seperti kerja

seperti PLS, tetapi bedanya PCR memiliki kemampuan mengeliminasi beberapa prediktor dengan menggunakan beberapa komponen utama atau variabel baru. Sedangkan SVR digunakan untuk memprediksi layaknya metode regresi pada pendekatan statistik. SVR memiliki prinsip berdasarkan fungsi regresi linear dalam ruang dimensi tinggi dimana input data dipetakan melalui fungsi nonlinear.

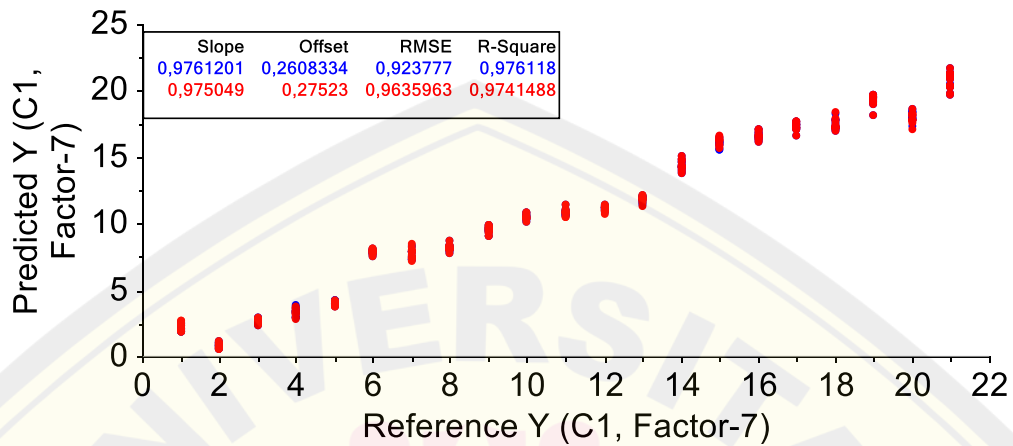
Parameter yang digunakan untuk memilih model kalibrasi yang baik dilihat dari nilai *R-square*, RMSEC (*Root Mean Square Error of Calibration*) dan RMSECV (*Root Mean Square Error Cross of Validation*). Nilai *R-square* menunjukkan hubungan antara nilai real dengan nilai prediksi dari instrumen NIR, semakin mendekati 1 maka semakin baik. Nilai RMSE merupakan nilai kesalahan dalam model, semakin kecil nilai RMSE maka semakin baik model tersebut (Hidayah dkk., 2014). Berdasarkan hasil pembentukan model kalibrasi PLS, PCR, dan SVR model yang terpilih yaitu PLS dengan *R-square* sebesar 0,9761 dan RMSE sebesar 0,9238. Hasil pembentukan model kalibrasi dapat dilihat pada tabel 4.3, dan lampiran G.

Tabel 4. 3 Hasil pembentukan model kalibrasi

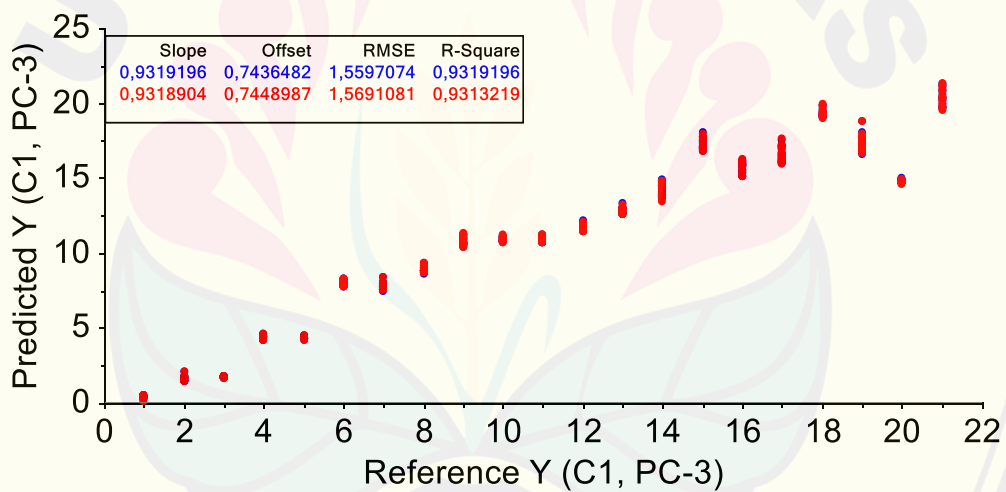
No.	Model		RMSE	<i>R-square</i>
1.	PLS	Kalibrasi	0,9238	0,9761
		Validasi	0,9696	0,9737
2.	PCR	Kalibrasi	1,5597	0,9319
		Validasi	1,5668	0,9318
3.	SVR	Kalibrasi	1,5836	0,9337
		Validasi	1,6026	0,9322

Pemilihan model yang pertama kali ditentukan yaitu *R-square*, kemudian diikuti RMSE. Pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai *R-square* pada PLS lebih besar jika dibandingkan *R-square* PCR dan SVR. Nilai *R-square* yang baik yaitu antara 0,80-1,00 (Zhang, dkk., 2012). Artinya terdapat hubungan dalam penentuan kadar air menggunakan metode NIR Kemometrik dan gravimetri. Nilai RMSEC dan RMSECV yang diperoleh PLS yaitu 0,9238 dan 0,9696, yang menunjukkan angka kesalahan paling kecil diantara model lainnya. Nilai RMSE yang baik adalah  $\leq 1,5$  (Zhang, dkk., 2012). Artinya nilai kesalahan dalam memprediksi hasil dari model kalibrasi PLS kecil, sehingga dapat dikatakan akurat. Apabila nilai

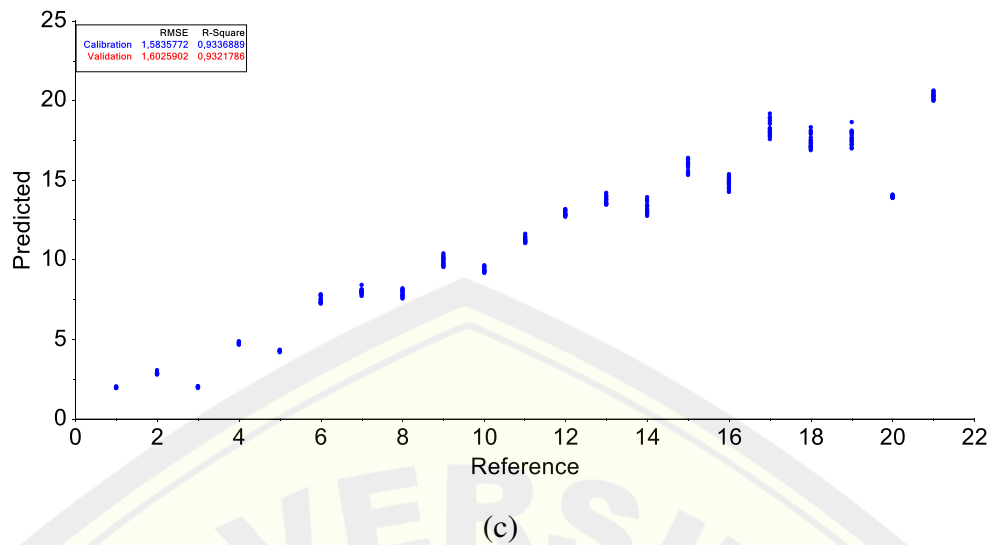
RMSE  $\geq 1,5$  maka dikatakan tidak akurat karena nilai kesalahannya besar. Berdasarkan hasil tersebut, model PLS yang dipilih dan telah memenuhi kriteria sehingga dapat dilakukan validasi.



(a)



(b)



Gambar 4. 2 Hasil Pembentukan Model Kalibrasi (a) PLS, (b) PCR, dan (c) SVR

#### 4.6 Validasi Model Kalibrasi

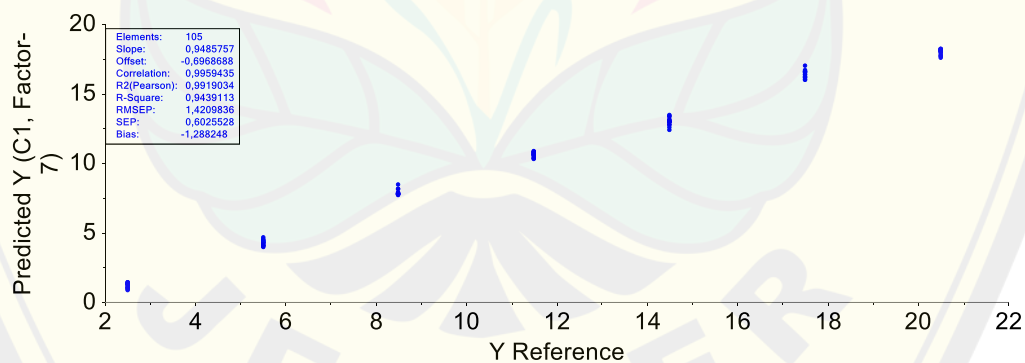
Validasi silang atau *cross validation* merupakan metode untuk memperkirakan kesalahan prediksi untuk evaluasi kinerja model. Tujuan dari validasi silang ini yaitu untuk memprediksi, dan memperkirakan seberapa akurat model prediksi bekerja. Model kalibrasi terpilih yaitu PLS divalidasi menggunakan 2 metode yaitu validasi internal dan eksternal. Validasi internal dilakukan dengan mengambil satu set data training set lalu data yang tersisa dibentuk model kalibrasi yang baru. Hasil validasi internal dapat dilihat pada tabel 4.4 dan Lampiran G.4.

Tabel 4. 4 Hasil validasi internal pada model kalibrasi PLS

Sampel yang dikeluarkan	RMSE	R-Square
1%	0,8766	0,9763
6%	0,9939	0,9727
10%	1,2669	0,9571
17%	0,9361	0,9754
20%	1,0086	0,9694

Pada tabel 4.4 menunjukkan masing-masing sampel yang dikeluarkan diperoleh  $R\text{-square} \geq 0,91$  sehingga model dikatakan akurat. Jika dibandingkan dengan nilai  $R\text{-square}$  sebelum divalidasi (0,9761) hasilnya tidak jauh berbeda. Nilai RMSE yang dihasilkan berbeda-beda, hal ini dikarenakan nilai RMSE menunjukkan nilai besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi dan referensi dari metode yang digunakan. Semakin kecil nilai RMSE maka model kalibrasi PLS mempunyai kemampuan prediksi yang baik. Pada tabel 4.4 menunjukkan sampel yang dikeluarkan pada konsentrasi 17% RMSE nya lebih kecil daripada konsentrasi 20%, hal ini dikarenakan data pada konsentrasi 17% terdapat perbedaan yang besar antara nilai prediksi dan nilai referensi sehingga sehingga saat konsentrasi 17% dikeluarkan nilai RMSE nya menjadi kecil. Berbeda dengan konsentrasi 20% yang mana model regresinya antara data prediksi dan referensi linear sehingga saat dikeluarkan nilai RMSE dari validasi tersebut menjadi besar.

Model kalibrasi PLS juga divalidasi menggunakan sampel dari luar model yang telah diketahui kadarnya (*test set*). Metode validasi yang digunakan adalah validasi eksternal. Hasil validasi eksternal diperoleh nilai  $R\text{-square}$  sebesar 0,9439 dan RMSE 1,4209 Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.2 dan lampiran G.5.



Gambar 4. 3 Hasil Validasi Eksternal Sampel *Test Set*

Berdasarkan kedua validasi menunjukkan nilai  $R\text{-square} \geq 0,91$  artinya hasil ada korelasi atau hubungan antara penentuan kadar air menggunakan NIR Kemometrik. Hasil nilai RMSE pada validasi internal 0,8–1,5 dan validasi

eksternal  $1,4209 \leq 1,5$  yang artinya model kalibrasi PLS memiliki nilai kesalahan kecil sehingga dapat diimplementasikan pada sampel nyata.

#### 4.7 Penerapan Model Terpilih Terhadap Sampel Nyata

Model PLS yang telah divalidasi diterapkan pada sampel nyata untuk memprediksi kadar air. Sampel nyata yang digunakan sebanyak 7 jenis produk yang berbeda dari sampel *training set* dan *test set*. Daftar bubuk cengkeh yang digunakan tercantum dalam tabel 3.4. Masing-masing sampel *discanning* menggunakan spektroskopi NIR untuk menentukan kadar airnya. Sebagai pembandingan dilakukan penentuan kadar air sampel nyata dengan gravimetri. Setelah mendapatkan kadar air dari kedua metode tersebut, dilakukan analisa secara statistik dengan bantuan program IBM SPSS. Beberapa data hasil penentuan kadar air pada sampel nyata dapat dilihat pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa metode NIR dan gravimetri tidak jauh berbeda.

Tabel 4. 5 Hasil penentuan kadar air pada sampel nyata

No.	Kode	Kadar Air	
		NIR	Gravimetri
		Rata-rata (%) $\pm$ RSD	Rata-rata (%) $\pm$ RSD
1.	LF	3,8305 $\pm$ 2,4148	3,7123 $\pm$ 0,9401
2.	JAYS	3,3989 $\pm$ 2,3066	3,3466 $\pm$ 0,0152
3.	ES	5,5326 $\pm$ 1,1514	5,3699 $\pm$ 0,7728
4.	JR	3,6216 $\pm$ 2,4105	3,6494 $\pm$ 0,4656
5.	PB	4,3430 $\pm$ 2,5420	4,5432 $\pm$ 0,1211
6.	GN	3,9930 $\pm$ 1,7931	4,0589 $\pm$ 1,0766
7.	SP	3,4891 $\pm$ 2,2926	3,5799 $\pm$ 1,9609

Pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa kadar air sampel nyata menggunakan NIR Kemometrik dan Gravimetri tidak jauh berbeda. Penentuan kadar air dengan gravimetri dilakukan dengan tiga kali replikasi. Scanning sampel dengan NIR juga dilakukan tiga kali replikasi dengan lima kali tembakan.

#### 4.8 Analisis Data

Analisis data menggunakan uji *paired t test* atau uji t dua sampel berpasangan. Uji t dua berpasangan digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya perbedaan rata-rata dua sampel bebas. Dua sampel ini yaitu sampel yang sama namun memiliki dua data. Pada penelitian ini kadar air bubuk cengkeh ditentukan menggunakan dua metode yaitu metode gravimetri dan metode NIR Kemometrik. sebelum dilakukan uji t dua sampel berpasangan, data yang dianalisis harus terdistribusi normal sehingga untuk mengetahui distribusi data dalam variabel yang digunakan dilakukan uji normalitas. Data yang baik dan layak digunakan dalam penelitian adalah data yang terdistribusi normal. Syarat uji normalitas adalah nilai probabilitas yang dihasilkan  $>0,05$ .

Hasil uji normalitas yang diperoleh nilai sig NIR dan nilai sig gravimetri yaitu 0,075 dan 0,193 dapat dilihat pada lampiran H.1, keduanya memenuhi syarat  $>0,05$  artinya data dari kedua metode terdistribusi normal. Setelah data dinyatakan terdistribusi normal maka dilakukan uji t dua sampel berpasangan atau uji *paired t-test*. Hasil uji t berpasangan ini diperoleh nilai sig. (2 tailed) sebesar 0,883  $> 0,05$  dengan tingkat kepercayaan 95%, dapat dilihat pada lampiran H.2. Hal ini menunjukkan bahwa  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak (Sujarweni, 2015). Berdasarkan hasil analisis statistik dapat disimpulkan bahwa penentuan kadar air pada sampel nyata menggunakan metode NIR Kemometrik dan gravimetri tidak ada perbedaan dengan nilai signifikansi 0,883  $> 0,05$ .



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kadar air pada bubuk cengkeh dapat ditentukan dengan metode NIR (*Near Infra Red*) Kemometrik menggunakan model kalibrasi terpilih yaitu PLS (*Partial Least Square*) dengan *R-square* sebesar 0,9761 dan RMSE sebesar 0,9238, dan validasi silang internal dengan *R-square*  $\geq 0,91$  serta validasi eksternal menghasilkan *R-square* 0,9439.
2. Penentuan kadar air yang ditentukan dengan metode NIR Kemometrik dan gravimetri setelah diuji menggunakan *uji paired t-test* menunjukkan tidak ada perbedaan dengan nilai signifikansi sebesar  $0,883 > 0,05$ .

### 5.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah :

1. Perlu dibentuk model kalibrasi menggunakan berbagai jenis sampel dan rentang konsentrasi yang luas sehingga didapatkan nilai *R-square*, RMSE yang lebih baik dibandingkan penelitian ini.
2. Perlakukan pada setiap pembuatan sampel harus teliti dan sama agar mendapatkan hasil yang sesuai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Mbaveng, A.T., dan Kuete, V. 2017. Chapter 29 - *Syzygium aromaticum*. Dalam *Medicinal Spices and Vegetables from Africa* (hal. 611-625). Academic Press.
- Abdillah, W., dan Jogiyanto, H.M., J. 2015. *Partial Least Square (PLS) - Alternatif Structural Equation Modeling (SEM) dalam Penelitian Bisnis*. C.V Andi Offset.
- Alauhdin, M., W. T Eden., dan D. Alighiri., 2021. Aplikasi Spektroskopi Inframerah untuk Analisis Tanaman dan Obat Herbal. *Inovasi Sains dan Kesehatan*. Semarang
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. *Standar Mutu Bubuk Rempah-Rempah (SNI 01-3709-1995)*. BSN, Jakarta.
- Daud, A., Suriati, dan Nuzulyanti. 2019. Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Lutjanus*, 24(2).
- Hidayah, I.U., B. Kuswandi., dan L. Wulandari. 2014. Deteksi Kemurnian Air Zamzam Menggunakan Metode Spektrofotometri *Near Infra Red* (NIR) dan Kemometrik. *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 2(3).
- Huber, Ludwig. 2007. *Validation and Qualification in Analytical Laboratories*. Second Edition. *Informa Healthcare USA*. 125-154.
- Johanes, S., dan F. Winarto., 2016. Studi Efisiensi Termal Proses Pengeringan Cengkeh Pada Alat Pengering Yang Memiliki Lima Tingkat Tray . *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan SV UGM*, 954-958.

- Karlinasari, L., M. Sabed., N.J. Wistara, Y.A Purwanto., dan H. Wijayanto. 2012. Karakteristik Spektra Absorbansi Nir (Near Infra Red) Spektroskopi Kayu *Acacia Mangium Willd.* Pada 3 Umur Berbeda. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 6.
- Kemenkes RI. 2020. *Farmakope Indonesia Edisi VI*. Kemenkes RI. Jakarta: Kemenkes RI.
- Khatimi, H., M. Alkaff., & D. Najipah. 2017. Penerapan Support Vector Regression (Svr) Untuk Peramalan Inflasi Bulanan Nasional. *JTIULM*, 2, 29-34.
- Lestari, C. V., dan Rohmatulaili. 2022. Analisis Kadar Air dan Sari Kopi Bubuk Menggunakan Metode Gravimetri dan Ekstraksi. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 5:337-342.
- Manalu, L.P. dan H. Adinegoro. 2016. Kondisi proses pengeringan untuk menghasilkan simplisia temuputih standar. *Jurnal Standarisasi*. 18(1):63-70.
- Mustapa, M.A. 2020. Penelusur Senyawa Tumbuhan Cengkeh. Media Madani. Banten.
- Mohan Naik, G., M. H. Manjunatha, dan G. Kadalli. 2019. Effect of different moisture levels on physical properties and milling quality of paddy varieties. *Environment & Ecology*. 33(3A):1361-1365.
- Nurdjannah, N. 2004. Diversifikasi Penggunaan Cengkeh. *Perspektif*, 3, 61-70.
- Ohyver, M. 2012. Pemodelan Principal Component Regression Dengan Software R. *ComTech*, 3(1), 177-185
- Ratnasari, F. A., Wulandari, L., dan N. Kristiningrum. 2016. Penentuan Kadar Fenol Total pada Ekstrak Daun Tanaman Menggunakan Metode Spektroskopi NIR dan Kemometrik (*Determination of Total Phenolic in*

*Leave Extracts Using Spectroscopy NIR and Chemometric). Jurnal Pustaka Kesehatan, 4.*

Reintje, Tulungen, dan Franky. 2019. Cengkeh Dan Manfaatnya Bagi Kesehatan Manusia. *Biofarmasetikal Tropis, 2(2)*, 158-159.

Rohman, A., dan A. Winarsih. 2020. The Application of Molecular Spectroscopy in Combination with Chemometrics for Halal Authentntication Analysis: A Review. *Int. J. Mol. Sci. 21(14)*. 5155.

Saraswati, D. 2014. Aktivitas Bubuk Bunga Cengkeh (*Eugenia aromatica*) Terhadap Kepekaan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Entropi*.

Shafirany, M. Z., Y. Susilawati., dan I. Musfiro. 2018. Aplikasi Kemometrik dalam Penentuan Mutu Tumbuhan Obat. *Pharmauho, 4*, 6-13.

Sujarweni, V. W. 2015. *SPSS Untuk Penelitian*. Yogyakarta

Syafrida, M., S. Darmanti, dan M. Izzati. 2018. Pengaruh suhu pengeringan terhadap kadar air, kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan daun dan umbi rumput teki (*cyperus rotundus l.*). *Jurnal Bioma. 20(1)*:44-50.

Viscara Rossel, R. A., R.N. McGlynn, dan A. B. McBratney. 2006. Determining the composition of mineral-organic mixes using uv-vis-nir diffuse reflectance spectroscopy. *Geoderma. 137(1)*:70-82.

Zhang, Q., Q. Li, dan G. Zhang. 2012. Rapid determination of leaf water content using vis/nir spectroscopy analys is with wavelength selection. *Journal International. 27(2)*:93-105.

## LAMPIRAN

### Lampiran A. Alat dan Bahan yang digunakan

#### A.1 Sampel *Training Set* dan *Test Set*

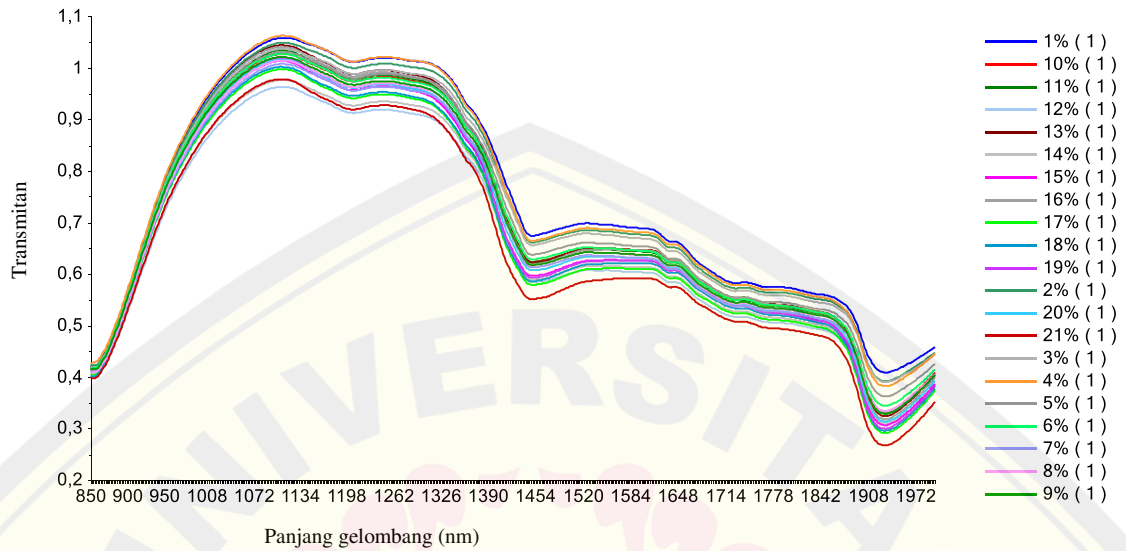


#### A.2 Sampel Nyata

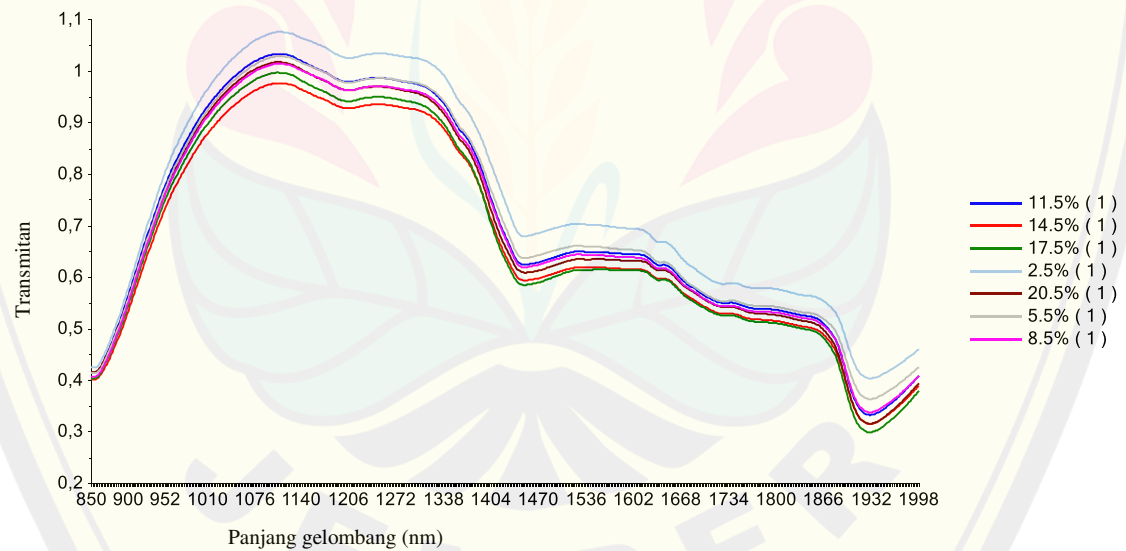


**Lampiran B. Spektrum Hasil Scanning dengan NIR**

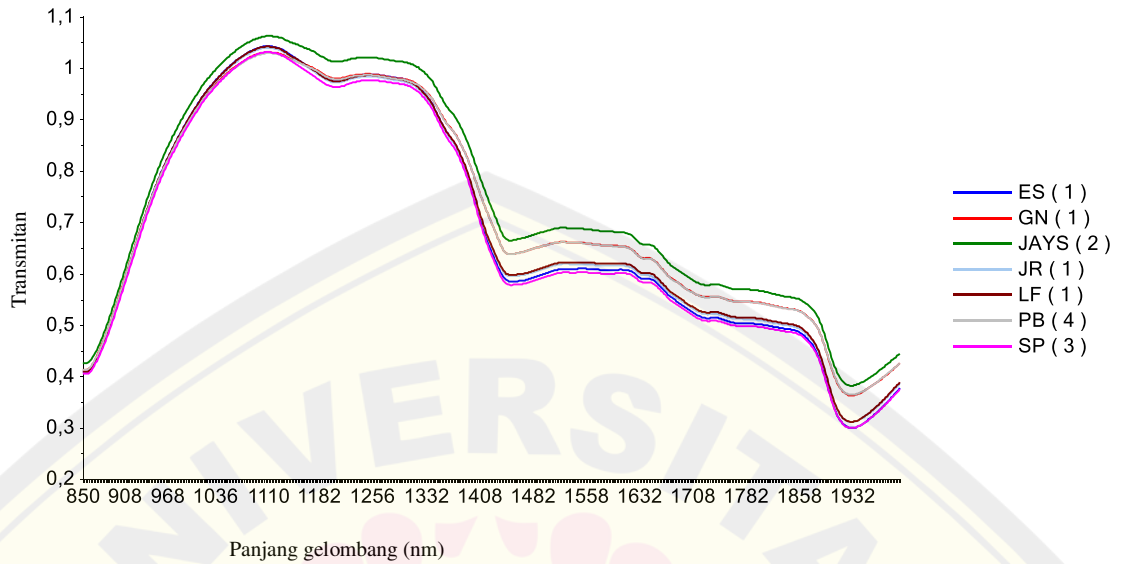
**B.1 Spektrum Gabungan 21 Sampel *Training Set***



**B.2 Spektrum Gabungan 7 Sampel *Test Set***



B.3 Spektrum Gabungan 7 Sampel Nyata



**Lampiran C. Identitas Sampel Bubuk Cengkeh****C.1 Sampel *Training Set* dan *Test Set***

No.	Bubuk Cengkeh	Izin Edar
1.	Koepoe-Koepoe	BPOM 255631010047

**C.2 Sampel Nyata**

No.	Kode	Bubuk Cengkeh	Izin Edar
1.	PB	Pasar Bumbu	ISO 2200 & FSSC 2200
2.	ES	Essenli Cengkeh	P-IRT 2093374080587-27
3.	SP	Spice Voyages	BPOM 255611008119
4.	GN	Gerbang Nusantara	PSAT-PDUK 357.8070.1000.30.422
5.	JR	Jejak Rempah	PSAT 351505010291021
6.	JAYS	Jay's Kitchen	Kemtan RI PD 35.15-C.016-03- 00127-03/2020
7.	LF	La Fancy Cloves	BPOM 255613011673

**C.3 Konsentrasi Teoritis Sampel *Training Set***

1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%
8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%
15%	16%	17%	18%	19%	20%	21%

**C.4 Konsentrasi Teoritis Sampel *Test Set***

2,5%	5,5%	8,5%	11,5	14,5%	17,5%	20,5%
------	------	------	------	-------	-------	-------



**Lampiran D. Hasil Penentuan Kadar Air Awal Menggunakan Metode Gravimetri**

No.	Replikasi			Rata-rata (%) $\pm$ SD	RSD (%)
	1	2	3		
1.	10,2189	10,2989	10,0389	10,1855 $\pm$ 0,1304	1,2803



**Lampiran E. Perhitungan Pembuatan Sampel Simulasi di Atas Kadar Air Awal**

## E.1 Contoh Perhitungan 11%

$$Q = \frac{W1 (Mf - Mi)}{(100 - Mf)}$$

$$Q = \frac{5 \text{ gram} (11 - 10,1855)\%}{(100 - 11)\%}$$

$$Q = \frac{5 \text{ gram} (0,8145)}{(89)}$$

$$Q = 0,0458 \text{ gram}$$

BJ air = 1 gram/ml

$$\frac{1 \text{ gram}}{\text{ml}} = \frac{0,0458 \text{ gram}}{x \text{ ml}}$$

$$x = 0,0458 \text{ ml}$$

Jadi, volume air yang dibutuhkan menggunakan mikropipet adalah

$$0,0458 \text{ ml} \times 1000 \mu\text{l/ml} = 45,8 \mu\text{l}$$

## E.2 Training Set

Konsentrasi (%)	Kadar Awal (%)	Kadar Akhir (%)	Perhitungan
11		11,3555	$\frac{5 \text{ g } (11 - 10,1855)\%}{(100 - 11)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 45,8 \text{ } \mu\text{l}$
12		12,0535	$\frac{5 \text{ g } (12 - 10,1855)\%}{(100 - 12)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 103,1 \text{ } \mu\text{l}$
13		13,2158	$\frac{5 \text{ g } (13 - 10,1855)\%}{(100 - 13)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 161,8 \text{ } \mu\text{l}$
14		14,3162	$\frac{5 \text{ g } (14 - 10,1855)\%}{(100 - 14)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 221,8 \text{ } \mu\text{l}$
15	10,1855	15,1861	$\frac{5 \text{ g } (15 - 10,1855)\%}{(100 - 15)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 283,2 \text{ } \mu\text{l}$
16		16,0100	$\frac{5 \text{ g } (16 - 10,1855)\%}{(100 - 16)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 346,1 \text{ } \mu\text{l}$
17		17,1783	$\frac{5 \text{ g } (17 - 10,1855)\%}{(100 - 17)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 410,5 \text{ } \mu\text{l}$
18		18,1755	$\frac{5 \text{ g } (18 - 10,1855)\%}{(100 - 18)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 476,5 \text{ } \mu\text{l}$
19		19,0435	$\frac{5 \text{ g } (19 - 10,1855)\%}{(100 - 19)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 544,1 \text{ } \mu\text{l}$
20		20,3112	$\frac{5 \text{ g } (20 - 10,1855)\%}{(100 - 20)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 613,4 \text{ } \mu\text{l}$
21		21,2427	$\frac{5 \text{ g } (21 - 10,1855)\%}{(100 - 21)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \text{ } \mu\text{l/ml} = 684,5 \text{ } \mu\text{l}$

## E.3 Test Set

Konsentrasi (%)	Kadar Awal (%)	Kadar Akhir (%)	Perhitungan
11,5		11,6855	$\frac{5,0002 \text{ g } (11,5 - 10,1855)\%}{(100 - 11,5)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \mu\text{l/ml}$ = 74,3 $\mu\text{l}$
14,5		14,6024	$\frac{5,0003 \text{ g } (14,5 - 10,1855)\%}{(100 - 14,5)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \mu\frac{\text{l}}{\text{ml}}$ = 252,3 $\mu\text{l}$
	10,1855		
17,5		17,6015	$\frac{5,0003 \text{ g } (17,5 - 10,1855)\%}{(100 - 17,5)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \mu\text{l/ml}$ = 443,3 $\mu\text{l}$
20,5		20,5472	$\frac{5,0001 \text{ g } (20,5 - 10,1855)\%}{(100 - 20,5)\% \times 1 \text{ g/ml}} \times 1000 \mu\text{l/ml}$ = 648,7 $\mu\text{l}$

**Lampiran F. Hasil Penentuan Kadar Air Menggunakan Metode Gravimetri**

## F.1 Contoh Perhitungan (1%)

$$\begin{array}{l} \text{Replikasi 1} \\ \frac{51,8328-51,8213}{1,0002} \times 100 = 1,1498\% \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Replikasi 2} \\ \frac{53,1067-53,0951}{1,0000} \times 100 = 1,1600\% \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Replikasi 3} \\ \frac{53,3000-53,2882}{1,0001} \times 100 = 1,1799\% \end{array}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{1,1498\% + 1,1600\% + 1,1799\%}{3} = 1,1632\%$$

$$\begin{aligned} \text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x-x_i)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(1,1632-1,1498)^2 + (1,1632-1,1600)^2 + (1,1632-1,1799)^2}{3-1}} = 0,0153 \end{aligned}$$

$$\text{RSD} = \frac{\text{SD}}{x} \times 100 = \frac{0,0153}{1,1632} \times 100 = 1,3153$$

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

F.2 Hasil Perhitungan % Sampel *Training Set*

Konsentrasi (%)	Replikasi	Massa Awal (g)	Massa Penimbangan (g)	Massa Konstan (g)	Kadar air (%)	Rata-rata (%) ± SD	RSD (%)
1%	1	50,8326	1,0002	51,8213	1,1498	1,1632 ± 0,0153	1,3153
	2	52,1067	1,0000	53,0951	1,1600		
	3	52,2999	1,0001	53,2882	1,1799		
2%	1	28,2121	1,0000	29,1856	2,6500	2,5632 ± 0,0755	2,9455
	2	29,4009	1,0000	30,3758	2,5100		
	3	28,9227	1,0001	29,8975	2,5297		
3%	1	50,8295	1,0003	29,1811	3,1097	3,1628 ± 0,0547	1,7295
	2	52,1057	1,0000	30,3690	3,2190		
	3	52,2991	1,0002	29,8912	3,1597		
4%	1	50,8324	1,0003	51,7896	4,3087	4,3357 ± 0,0380	0,8764
	2	52,1075	1,0002	53,0639	4,3791		
	3	52,3065	1,0002	53,2635	4,3191		
5%	1	28,2112	1,0001	29,1605	5,0789	5,1256 ± 0,0569	1,1101
	2	29,4021	1,0002	30,2512	5,1089		
	3	28,9243	1,0002	29,9245	5,1889		

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

6%	1	28,2109	1,0000	29,1582	5,2700	$5,3795 \pm 0,0950$	1,7659
	2	29,4008	1,0003	30,3468	5,4284		
	3	28,9228	1,0000	29,8681	5,4400		
7%	1	28,2123	1,0001	29,1451	6,7293	$6,6782 \pm 0,0788$	1,1799
	2	29,4008	1,0004	30,3353	6,5874		
	3	28,9244	1,0003	29,8575	6,7179		
8%	1	28,2131	1,0000	29,1357	7,7400	$7,7261 \pm 0,0323$	0,4181
	2	29,4018	1,0001	30,3250	7,6892		
	3	28,9241	1,0001	29,8467	7,7492		
9%	1	50,8322	1,0000	51,7348	9,7400	$9,8467 \pm 0,1222$	1,2410
	2	52,1074	1,0000	53,0076	9,9800		
	3	52,3003	1,0000	53,2021	9,8200		
10%	1	50,8320	1,0001	51,7312	10,0889	$10,1589 \pm 0,1257$	1,2373
	2	52,1072	1,0001	53,0047	10,2589		
	3	52,3001	1,0001	53,1989	10,1289		
11%	1	11,5204	1,0001	12,4068	11,3689	$11,3555 \pm 0,0119$	0,1048
	2	11,1917	1,0002	12,0783	11,3577		
	3	12,4893	1,0000	13,3759	11,3400		
12%	1	11,1858	1,0002	12,0652	12,0576	$12,0535 \pm 0,0206$	0,1709

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	2	11,1317	1,0003	12,0112	12,0764		
	3	11,4341	1,0003	12,3141	12,0264		
	1	28,2118	1,0001	29,0802	13,1687		
13%	2	29,4011	1,0000	30,2678	13,3300	13,2158 ± 0,0812	0,6144
	3	28,9237	1,0001	29,7923	13,1487		
	1	52,1063	1,0000	52,9628	14,3500		
14%	2	52,3006	1,0000	53,1580	14,2600	14,3162 ± 0,0400	0,2794
	3	54,7862	1,0001	55,6429	14,3386		
	1	52,1068	1,0000	52,9549	15,1900		
15%	2	52,2998	1,0001	53,1478	15,2084	15,1861 ± 0,0199	0,1310
	3	54,7862	1,0000	55,6346	15,1600		
	1	28,2115	1,0000	29,0517	15,9800		
16%	2	29,4014	1,0000	30,2411	16,0300	16,0100 ± 0,0216	0,1349
	3	28,9234	1,0001	29,7633	16,0200		
	1	28,2121	1,0000	29,1948	17,3000		
17%	2	29,4014	1,0003	30,2311	17,0549	17,1783 ± 0,1001	0,5827
	3	28,9241	1,0000	29,7523	17,1800		
	1	54,7997	1,0000	55,6169	18,2800		
18%	2	48,8012	1,0000	49,6201	18,1100	18,1755 ± 0,0747	0,4110



## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	3	51,2154	1,0002	52,0342	18,1364		
19%	1	28,2118	1,0000	29,0214	19,0400		
	2	29,4008	1,0002	30,2105	19,0462	19,0435 ± 0,0026	0,0137
	3	28,9226	1,0003	29,7324	19,0443		
20%	1	29,1399	1,0002	29,9364	20,3659		
	2	29,1649	1,0003	29,9623	20,2839	20,3112 ± 0,0387	0,1905
	3	50,8315	1,0003	51,6289	20,2839		
21%	1	54,7991	1,0000	55,5867	21,2400		
	2	48,8004	1,0001	49,5882	21,2279	21,2427 ± 0,0162	0,0762
	3	51,2161	1,0000	52,0035	21,2600		

F.3 Hasil Perhitungan % Sampel *Test Set*

Konsentrasi (%)	Replikasi	Massa Awal (g)	Massa Penimbangan (g)	Massa Konstan (g)	Kadar air (%)	Rata-rata (%) ± SD	RSD (%)
2,5%	1	50,8326	1,0002	51,8075	2,5295		
	2	52,1067	1,0000	53,0811	2,5600	2,5664 ± 0,0331	1,2897
	3	52,2999	1,0001	53,2739	2,6097		
5,5%	1	28,2121	1,0000	29,1564	5,5700	5,5324 ± 0,0336	0,6073

## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	2	29,4009	1,0003	30,3463	5,4884		
	3	28,9227	1,0002	29,8675	5,5389		
	1	50,8295	1,0002	51,7443	8,5383		
8,5%	2	52,1057	1,0001	53,0211	8,4692	8,5853 ± 0,1187	1,3826
	3	52,2991	1,0002	53,2118	8,7483		
	1	50,8326	1,0000	51,7173	11,5300		
11,5%	2	52,1067	1,0000	53,9893	11,7400	11,6855 ± 0,1116	0,9550
	3	52,2998	1,0003	53,1822	11,7865		
	1	28,2121	1,0002	29,0672	14,5071		
14,5%	2	29,4009	1,0000	30,2553	14,5600	14,6024 ± 0,0997	0,6828
	3	28,9227	1,0000	29,7753	14,7400		
	1	50,8295	1,0001	51,6532	17,6382		
17,5%	2	52,1057	1,0000	53,9302	17,5500	17,6015 ± 0,0375	0,2131
	3	52,2991	1,0002	53,1232	17,6165		
	1	50,8324	1,0003	51,6258	20,6838		
20,5%	2	52,1066	1,0000	52,9015	20,5100	20,5472 ± 0,0998	0,4857
	3	52,2997	1,0001	53,0953	20,4479		

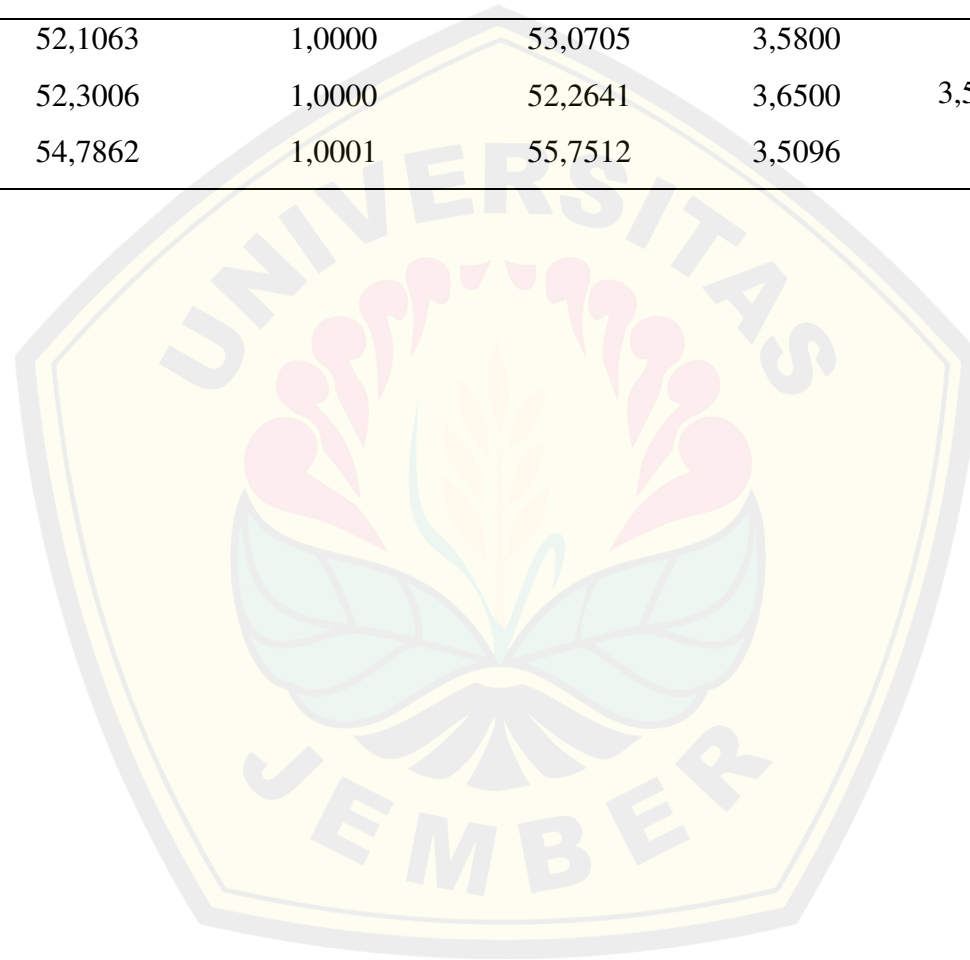
## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

## F.4 Hasil Perhitungan % Sampel Nyata

Kode	Replikasi	Massa Awal (g)	Massa Penimbangan (g)	Massa Konstan (g)	Kadar air (%)	Rata-rata (%) $\pm$ SD	RSD (%)
JR	1	52,3310	1,0002	53,2945	3,6693	3,6494 $\pm$ 0,0172	0,4656
	2	52,1057	1,0002	53,0661	3,6393		
	3	52,2998	1,0001	53,2635	3,6396		
PB	1	49,4860	1,0000	50,4406	4,5400	4,5432 $\pm$ 0,0055	0,1211
	2	50,8295	1,0001	51,7841	4,5495		
	3	50,8326	1,0000	51,7872	4,5400		
JAYS	1	50,8638	1,0000	51,8305	3,3300	3,3466 $\pm$ 0,0152	0,9401
	2	52,1057	1,0001	53,0723	3,3497		
	3	52,2991	1,0000	53,2605	3,3600		
LF	1	54,5586	1,0003	55,5214	3,7488	3,7123 $\pm$ 0,0349	0,9401
	2	52,1057	1,0002	53,0691	3,6793		
	3	52,2998	1,0003	53,2630	3,7089		
GN	1	51,4043	1,0003	52,3645	4,0088	4,0589 $\pm$ 0,0437	1,0766
	2	50,8324	1,0003	51,7918	4,0888		
	3	52,1075	1,0002	53,0669	4,0792		
ES	1	52,1532	1,0004	53,1014	5,3439	5,3699 $\pm$ 0,0415	0,7728

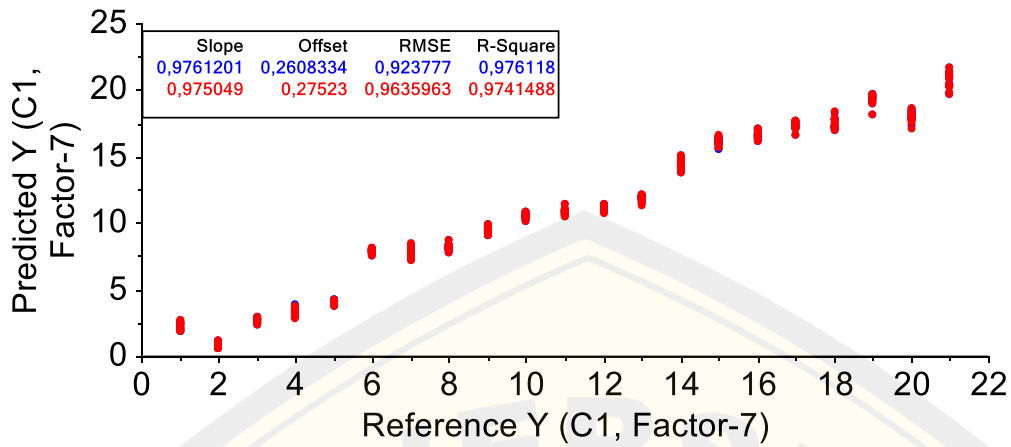
## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	2	52,1066	1,0003	53,0526	5,4284		
	3	52,2997	1,0005	53,2468	5,3373		
	1	52,1063	1,0000	53,0705	3,5800		
SP	2	52,3006	1,0000	52,2641	3,6500	3,5799 ± 0,0702	1,9609
	3	54,7862	1,0001	55,7512	3,5096		

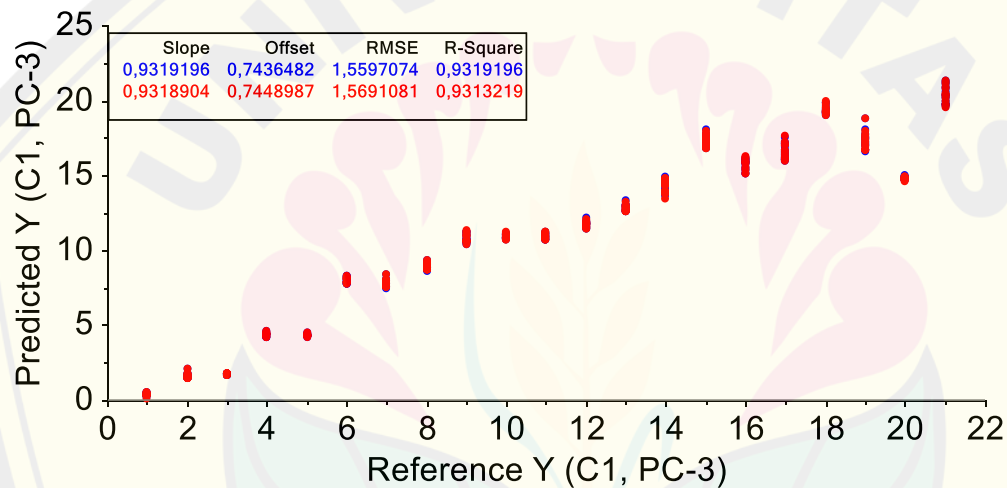


**Lampiran G. Hasil Analisis Menggunakan Metode NIR Kemometrik**

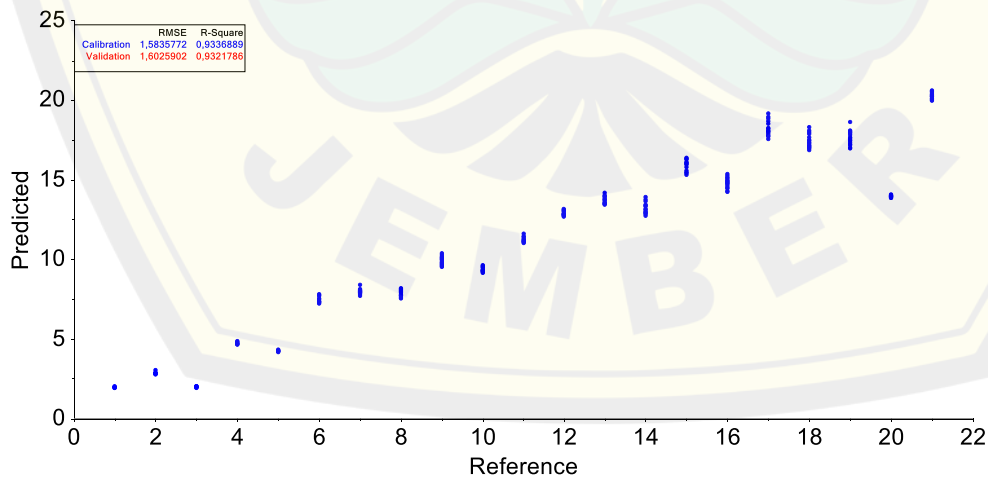
G.1 Model Kalibrasi PLS (*Partial Least Square*)



G.2 Model Kalibrasi PCR (*Principal Component Regression*)

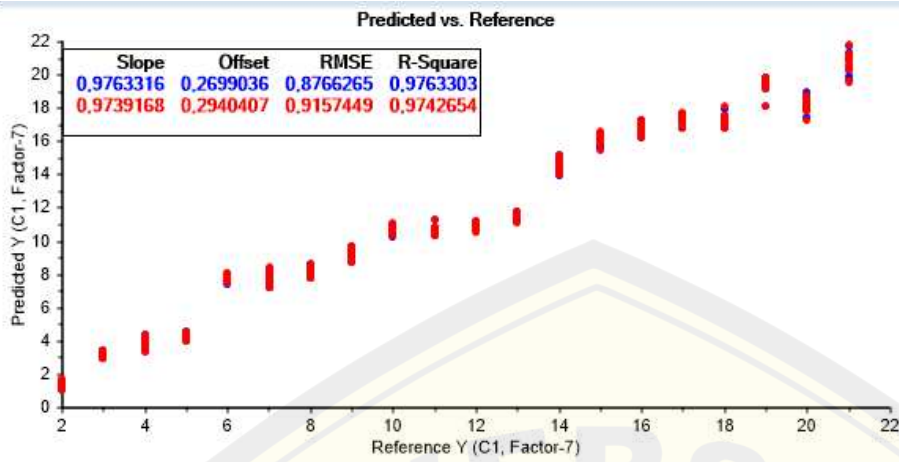


G.3 Model Kalibrasi SVR (*Support Vector Regression*)

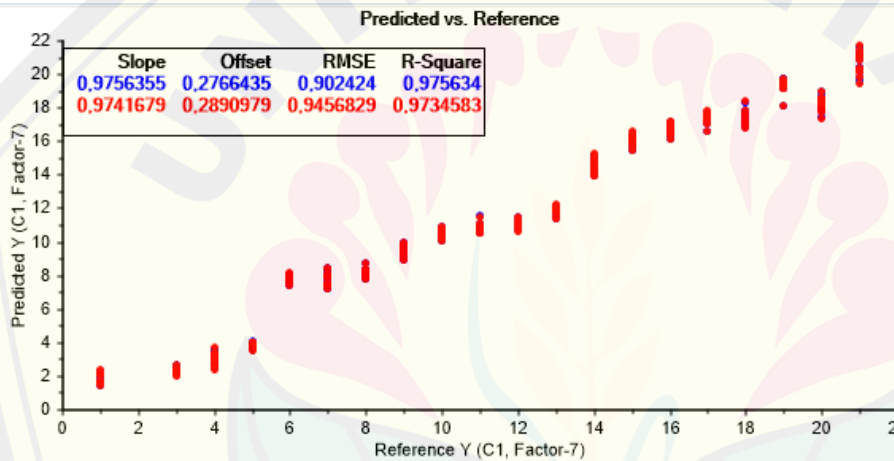


G.4 Hasil Validasi Internal

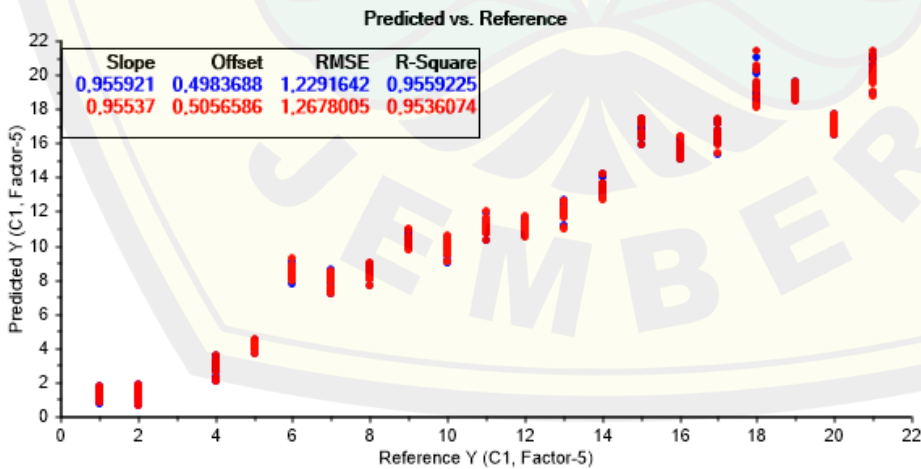
1. Sampel 1% dikeluarkan



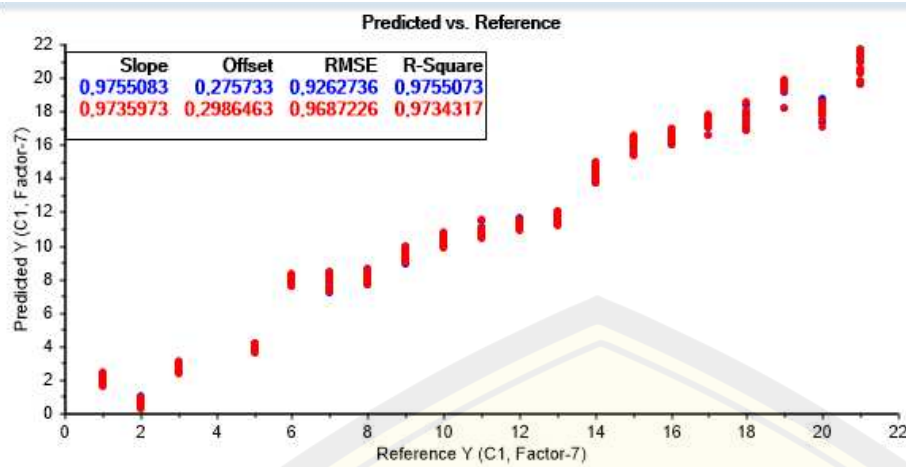
2. Sampel 2% dikeluarkan



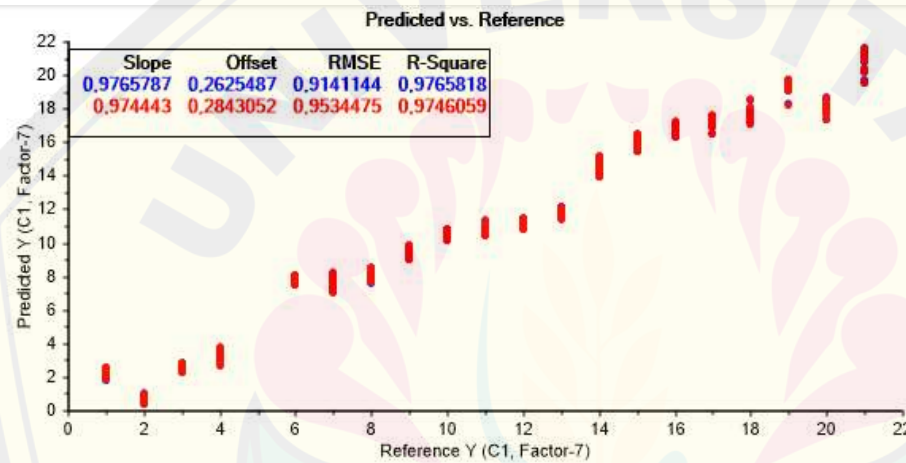
3. Sampel 3% dikeluarkan



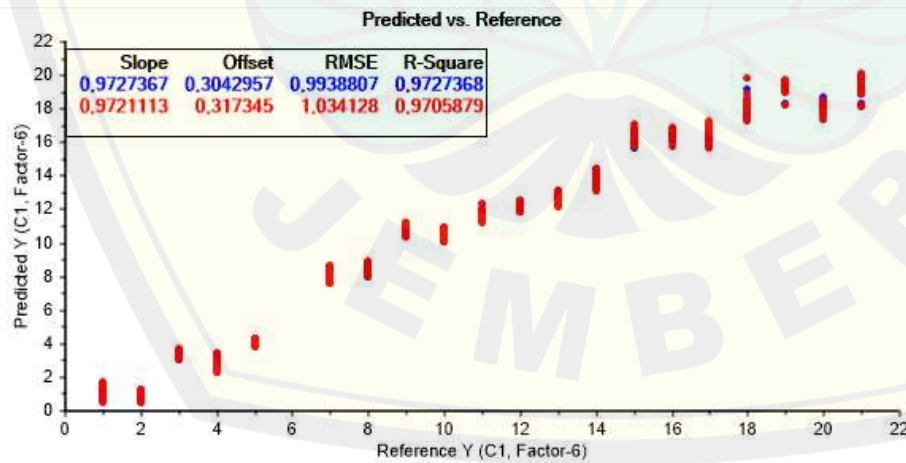
4. Sampel 4% dikeluarkan



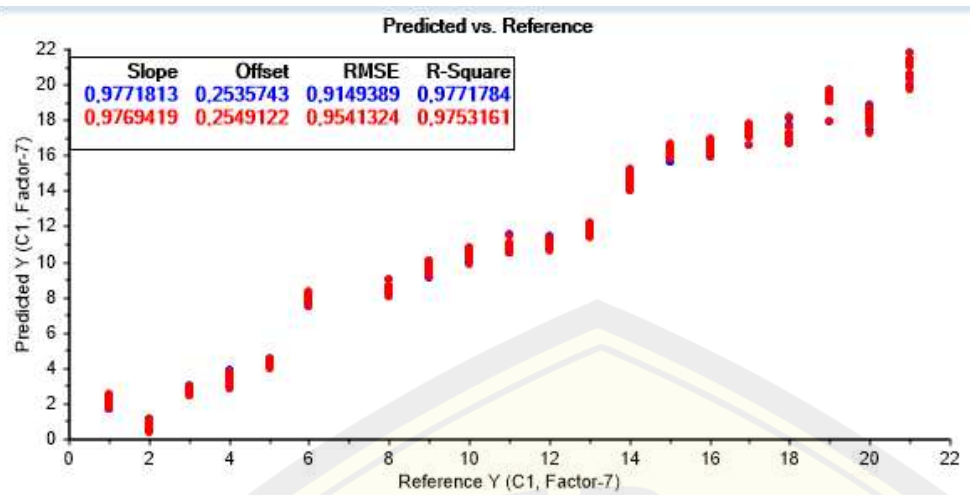
5. Sampel 5% dikeluarkan



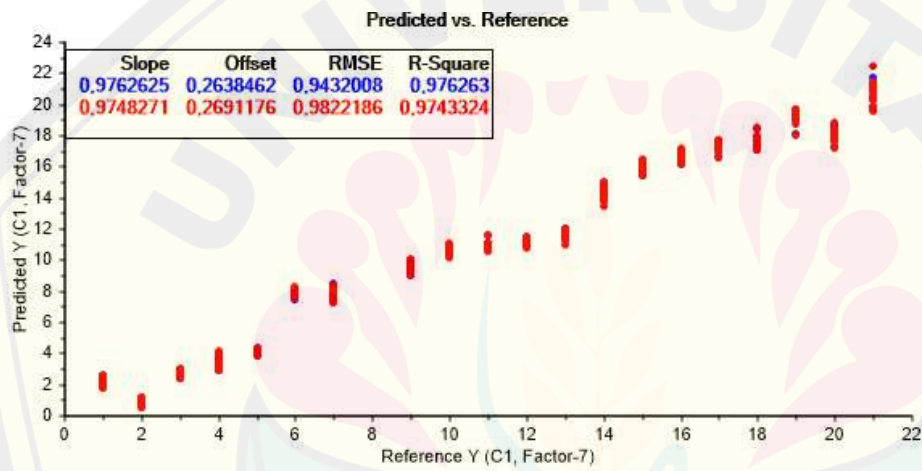
6. Sampel 6% dikeluarkan



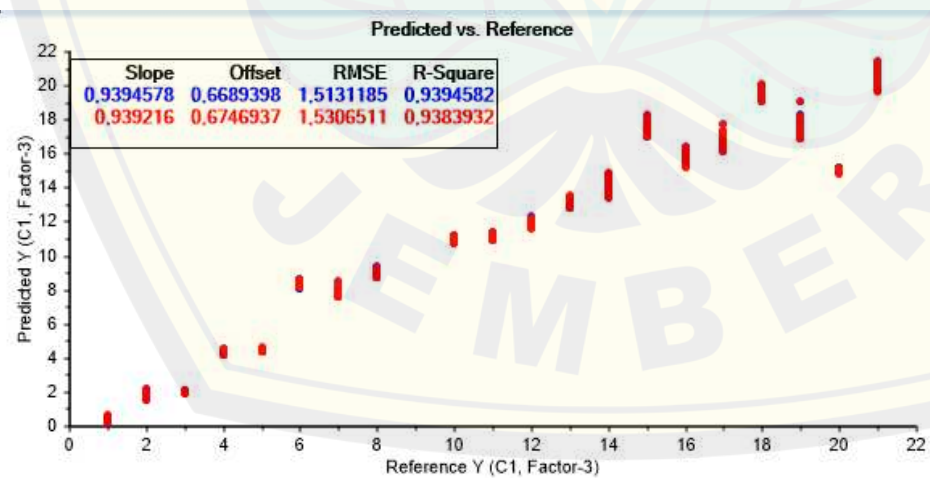
7. Sampel 7% dikeluarkan



8. Sampel 8% dikeluarkan

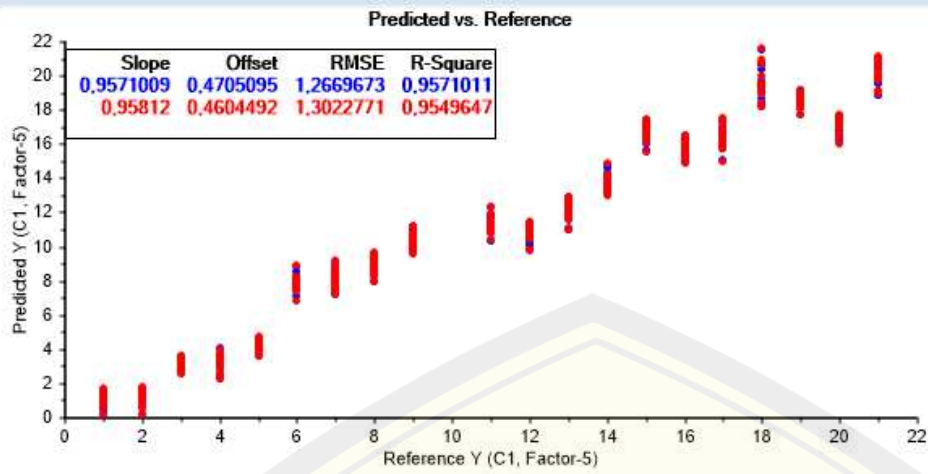


9. Sampel 9% dikeluarkan

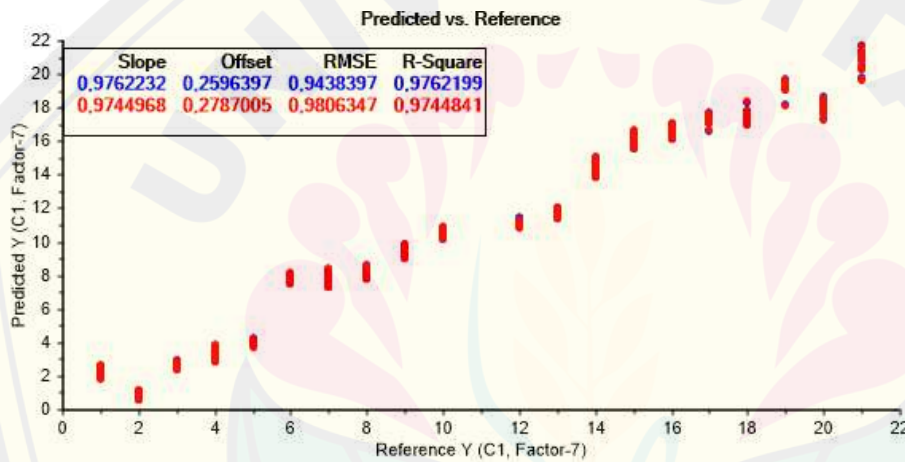




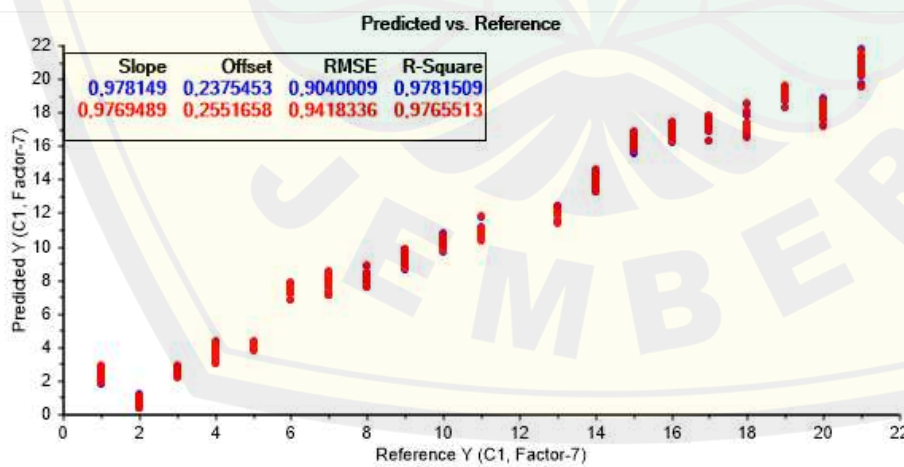
10. Sampel 10% dikeluarkan



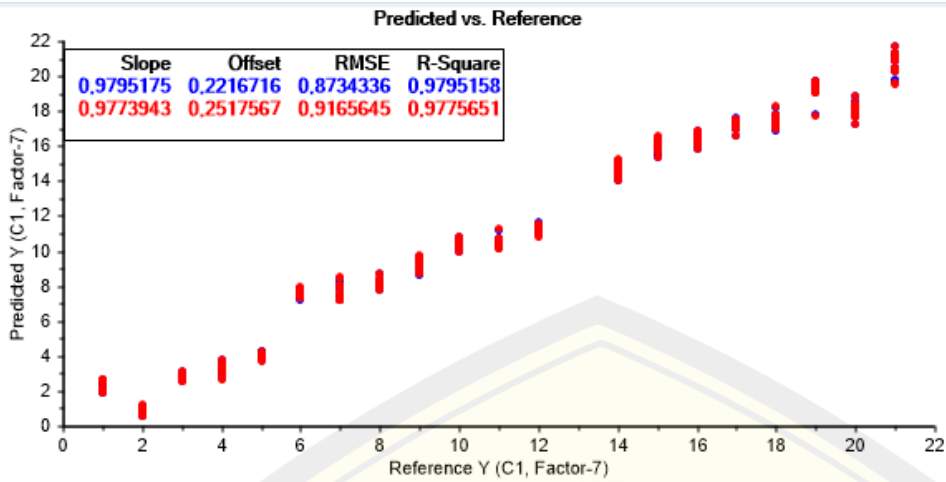
11. Sampel 11% dikeluarkan



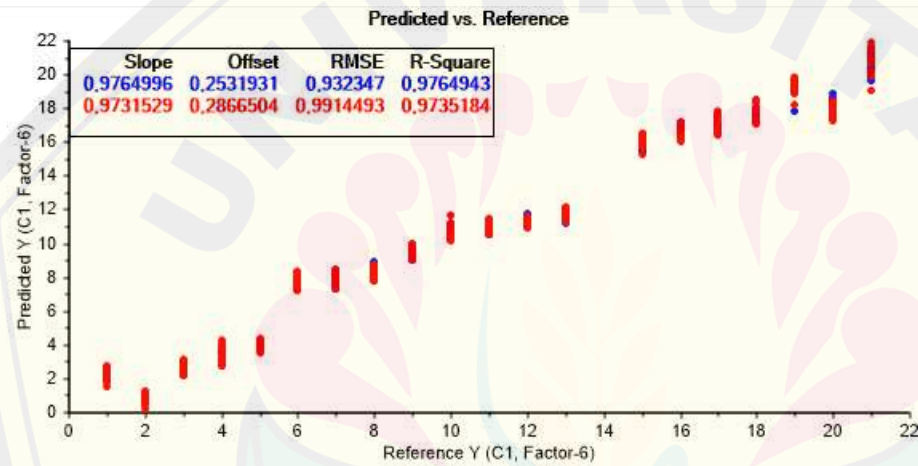
12. Sampel 12% dikeluarkan



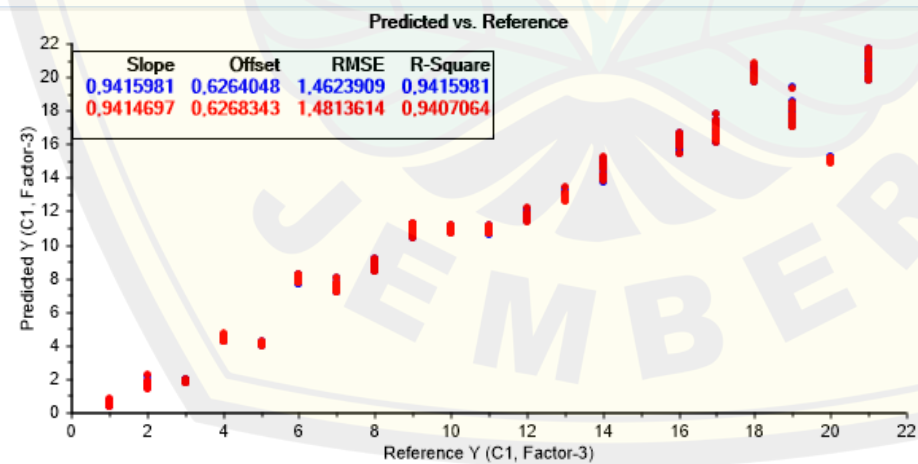
13. Sampel 13% dikeluarkan



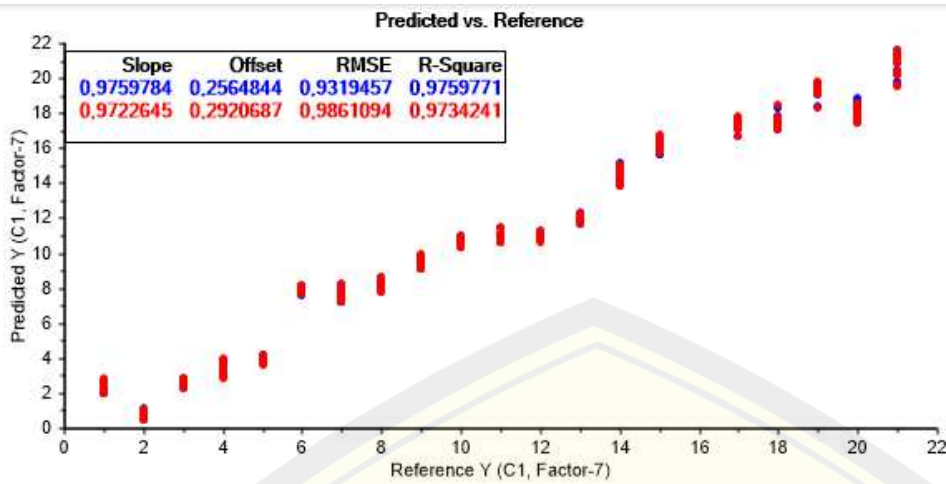
14. Sampel 14% dikeluarkan



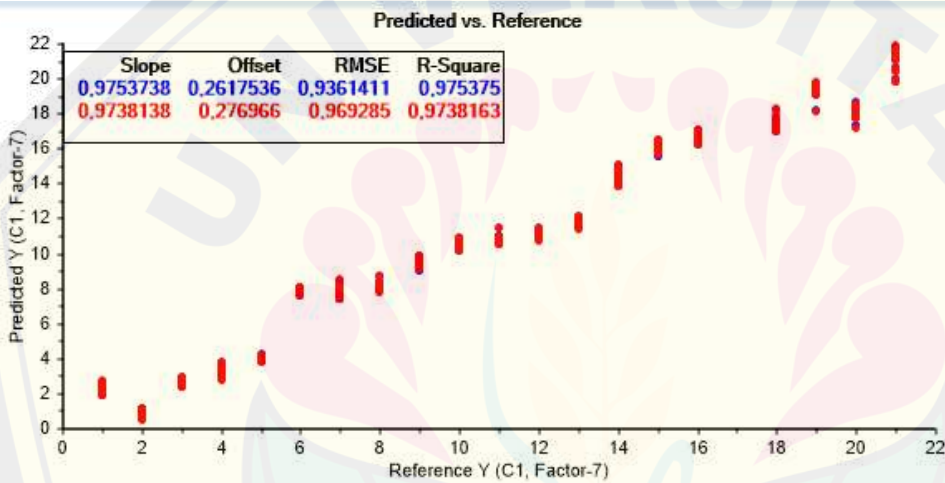
15. Sampel 15% dikeluarkan



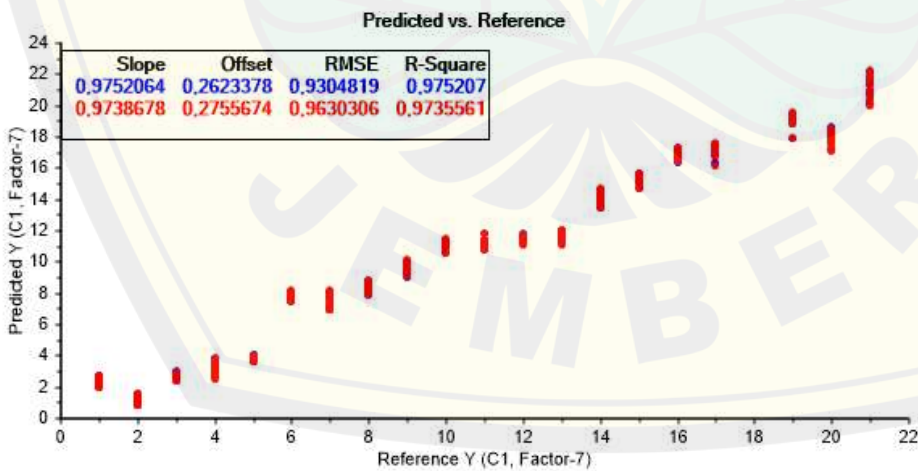
16. Sampel 16% dikeluarkan



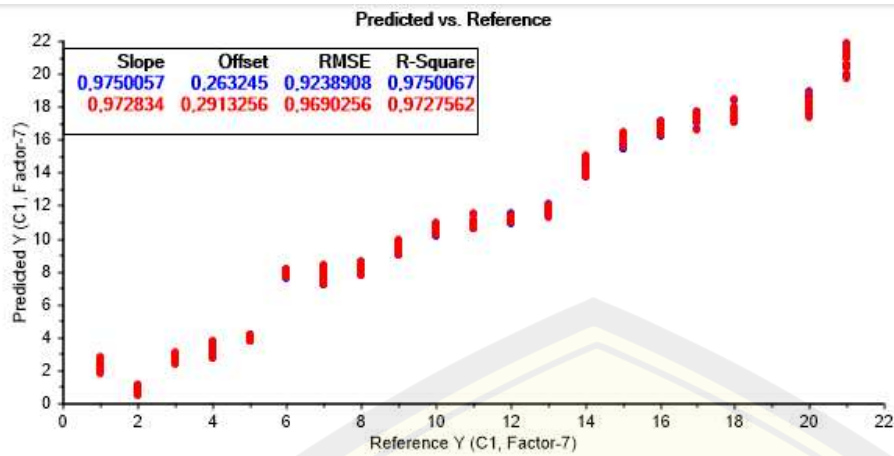
17. Sampel 17% dikeluarkan



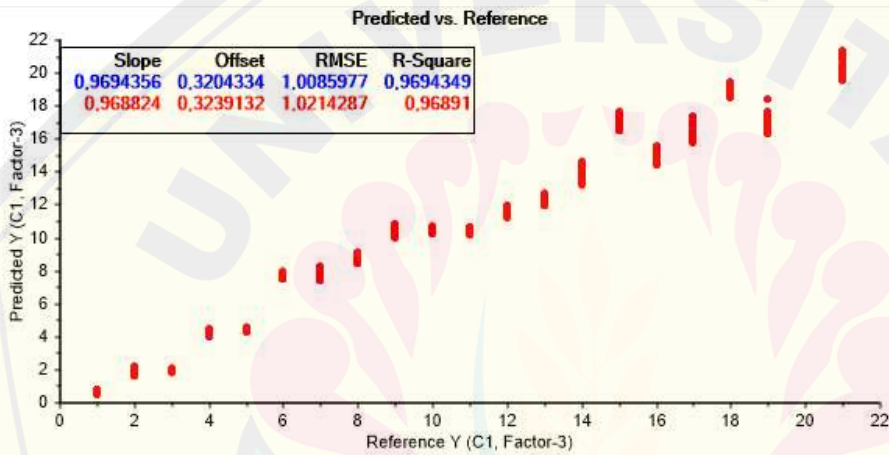
18. Sampel 18% dikeluarkan



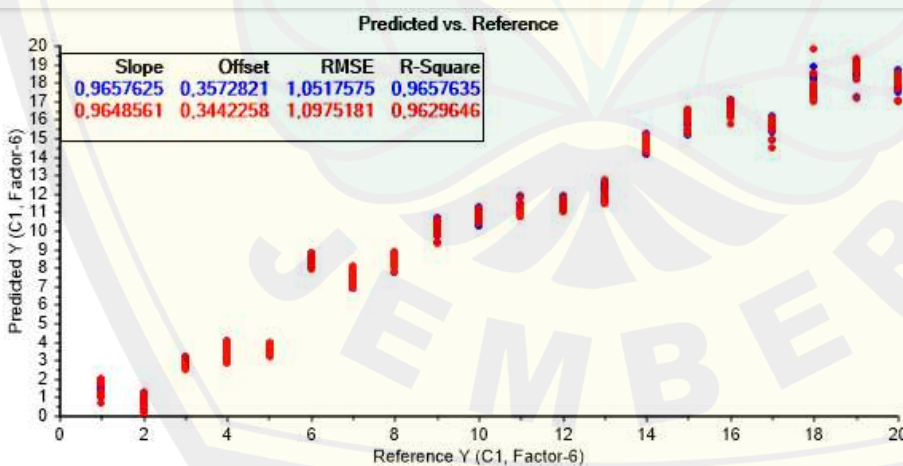
19. Sampel 19% dikeluarkan



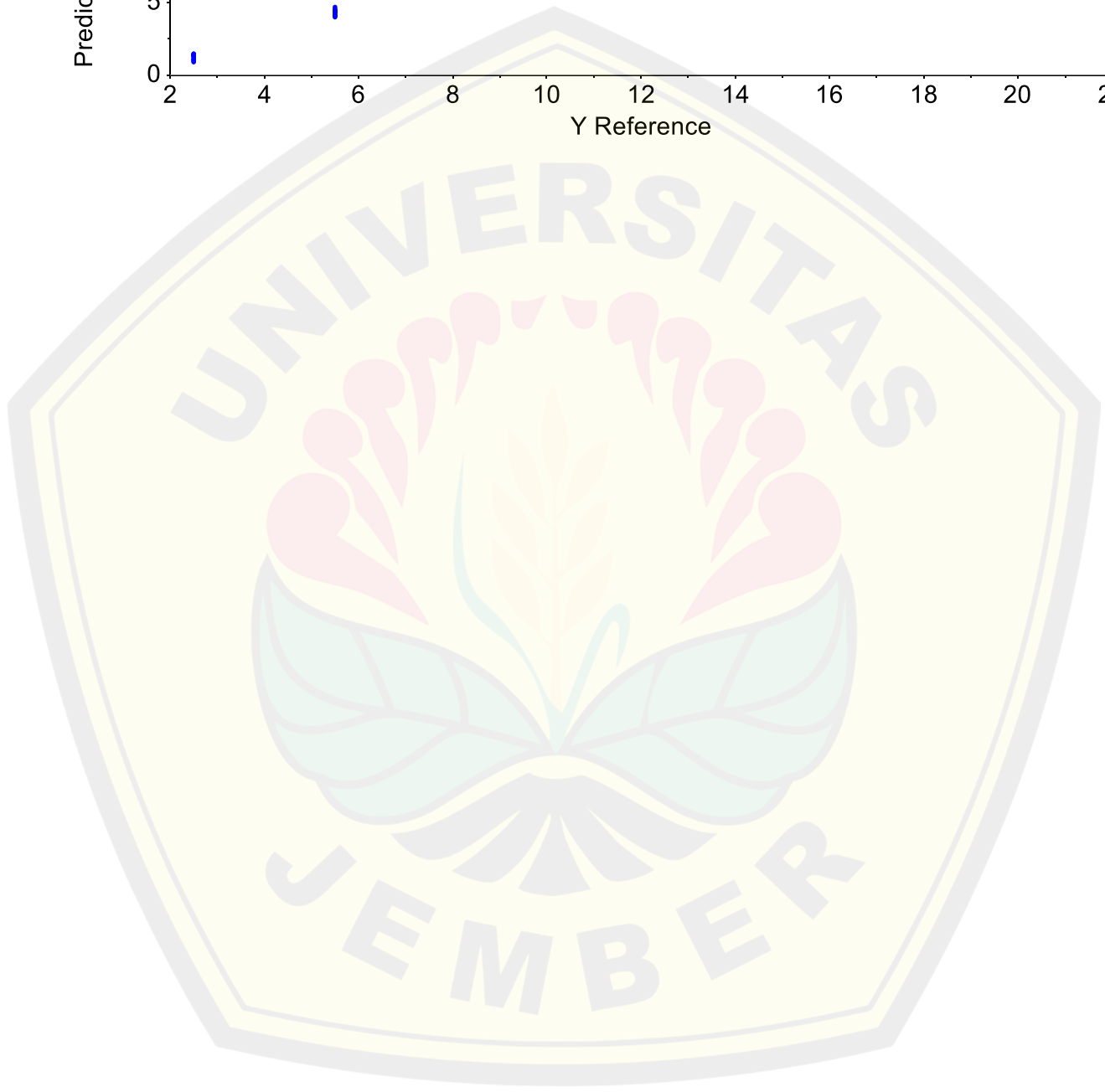
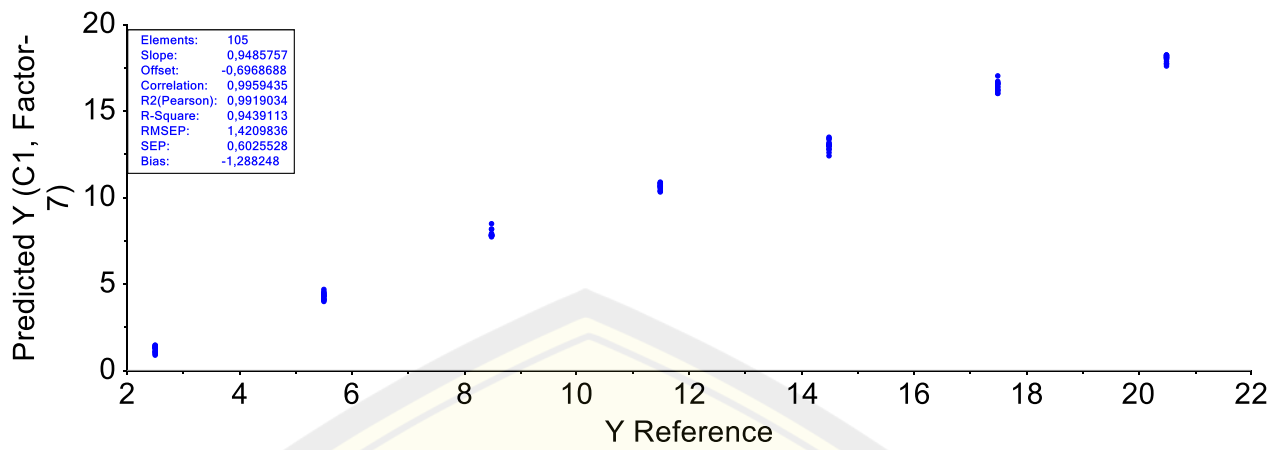
20. Sampel 20% dikeluarkan



21. Sampel 21% dikeluarkan



G.5 Hasil Validasi Eksternal



G.6 Hasil Prediksi Sampel Nyata

Predicted Y (C1, Factor-7)	Predicted	Deviation	Predicted Y (C1, Factor-7)	Predicted	Deviation	Predicted Y (C1, Factor-7)	Predicted	Deviation
LF ( 1 )	3,7660	8,4963	ES ( 1 )	5,5967	9,5704	GN ( 1 )	3,9972	0,9786
LF ( 2 )	3,7598	8,4658	ES ( 4 )	5,5488	9,4872	GN ( 2 )	3,9198	0,8762
LF ( 5 )	3,7660	8,4963	ES ( 6 )	5,4208	9,5307	GN ( 3 )	4,0614	0,8483
LF ( 6 )	3,7598	8,4658	ES ( 8 )	5,5877	9,4761	GN ( 5 )	3,8806	1,1208
LF ( 7 )	3,8246	8,3899	ES ( 9 )	5,4430	9,5167	GN ( 6 )	3,9514	0,8212
LF ( 11 )	3,7567	8,5283	ES ( 10 )	5,5148	9,4577	GN ( 7 )	4,0076	0,8997
LF ( 12 )	3,8490	8,4380	ES ( 12 )	5,5263	9,4662	GN ( 8 )	4,0672	0,7805
LF ( 13 )	3,9443	8,4712	ES ( 13 )	5,5100	9,4105	GN ( 10 )	3,9238	0,9109
LF ( 14 )	4,0294	8,4558	ES ( 14 )	5,5636	9,4403	GN ( 11 )	4,0934	0,9019
LF ( 15 )	3,8490	8,4380	ES ( 15 )	5,6147	9,3772	GN ( 15 )	4,0277	1,0576

Predicted Y (C1, Factor-7)	Predicted	Deviation	Predicted Y (C1, Factor-7)	Predicted	Deviation	Predicted Y (C1, Factor-7)	Predicted	Deviation
JR ( 1 )	3,6184	8,8410	SP ( 3 )	3,4675	10,5248	PB ( 4 )	4,4443	0,8549
JR ( 3 )	3,5027	8,8312	SP ( 4 )	3,5414	10,5398	PB ( 5 )	4,4443	0,8530
JR ( 4 )	3,7042	8,8978	SP ( 5 )	3,5356	10,5447	PB ( 6 )	4,4314	1,0093
JR ( 5 )	3,6984	8,9280	SP ( 6 )	3,4117	10,5470	PB ( 7 )	4,2243	1,0815
JR ( 6 )	3,6943	9,0475	SP ( 7 )	3,4188	10,4898	PB ( 8 )	4,1371	0,9088
JR ( 9 )	3,6227	8,9599	SP ( 8 )	3,5733	10,4694	PB ( 9 )	4,4818	1,0088
JR ( 12 )	3,5042	8,9297	SP ( 9 )	3,4052	10,4981	PB ( 10 )	4,2821	0,9875
JR ( 13 )	3,6789	8,8078	SP ( 10 )	3,3823	10,4845	PB ( 11 )	4,3072	1,1021
JR ( 14 )	3,5014	8,9075	SP ( 14 )	3,5778	10,4231	PB ( 14 )	4,3204	0,9867
JR ( 15 )	3,6914	8,8540	SP ( 15 )	3,5777	10,4230	PB ( 15 )	4,3567	0,8962

Predicted Y (C1, Factor-7)	Predicted	Deviation
JAYS ( 2 )	3,3192	0,9450
JAYS ( 4 )	3,3797	0,9436
JAYS ( 5 )	3,3082	1,1372
JAYS ( 6 )	3,4448	0,8659
JAYS ( 7 )	3,4098	1,1179
JAYS ( 8 )	3,3192	0,9450
JAYS ( 10 )	3,3334	0,9837
JAYS ( 11 )	3,4747	0,8839
JAYS ( 12 )	3,5255	0,9110
JAYS ( 15 )	3,4747	0,8839

No.	Kode	Hasil prediksi sampel nyata	
		Rata-rata (%) $\pm$ SD	RSD (%)
1.	LF	3,8305 $\pm$ 0,0925	2,4148
2.	JAYS	3,3989 $\pm$ 0,0784	2,3066
3.	ES	5,5326 $\pm$ 0,0637	1,1514
4.	JR	3,6216 $\pm$ 0,0873	2,4105
5.	PB	4,3430 $\pm$ 0,1104	2,5420
6.	GN	3,9930 $\pm$ 0,0716	1,7931
7.	SP	3,4891 $\pm$ 0,0800	2,2926

**Lampiran H. Hasil Analisis Statistik Sampel Nyata**

H.1 Hasil Uji Normalitas

**Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
GRAVIMETRI	,249	7	,200 <sup>*</sup>	,872	7	,193
NIR	,234	7	,200 <sup>*</sup>	,827	7	,075

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

H.2 Hasil Uji T Dua Sampel Berpasangan

**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	GRAVIMETRI	4,037171	7	,7041066	,2661273
	NIR	4,029814	7	,7365002	,2783709

**Paired Samples Correlations**

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	GRAVIMETRI & NIR	7	,986	,000

**Paired Samples Test**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	GRAVIMETRI - NIR	,0073571	,1266486	,0478687	-,1097733	,1244876	,154	6	,883