



**OPTIMASI PENGERINGAN CHIPS PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) SKALA PILOT PLANT MENGGUNAKAN ROTARY OVEN TRAY**

**TESIS**

Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Magister



**EVA NI'MATUROHMAH**

**146100100111015**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**


# TESIS

**Optimasi Pengeringan Chips Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)  
Skala Pilot Plant Menggunakan Rotary Oven Tray**

Oleh :  
**Eva Ni'maturohmah**

Dipertahankan di depan penguji  
Pada Tanggal **10 Januari 2019**  
Dan dinyatakan memenuhi syarat

**Komisi Pembimbing,**

  
**Prof. Dr. Ir. Simon Bambang W., M. App.Sc**  
Ketua

  
**Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP., MP.**  
Anggota

\_\_\_\_\_  
Anggota

Malang,

Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Brawijaya

Dekan,

  
**Prof. Dr. Ir. Imam Santoso, MP**  
NIP. 19681005 199512 1 001

## PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah TESIS ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah TESIS ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TESIS ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70)

Malang,

Mahasiswa



Nama : EVA NI'MATUROHMAH  
 NIM : 146100100111015  
 PS : TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
 PPSFTPUB

**Eva Ni'maturohmah. 146100100111015.** Optimasi pengeringan chips porang (*amorphophallus muelleri blume*) skala pilot plant menggunakan rotary oven tray.  
Pembimbing: 1. Prof. Dr. Ir. Simon Bambang Widjanarko, M. App. Sc  
2. Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP, MP.

### RINGKASAN

Porang (*Amorphophallus muelleri Blume*) merupakan salah satu sumber umbi-umbian khas Indonesia. *Amorphophallus* adalah tumbuhan dari suku talas-talasan (*Araceae*), umbi mengandung glukomanan dan kristal oksalat. Pengolahan porang secara sederhana umum dilakukan masyarakat Indonesia dengan cara pengeringan. Pengeringan dengan sinar matahari dan dilahan terbuka mengakibatkan chip porang yang dihasilkan menjadi kotor dan berwarna gelap. Pengeringan menggunakan rotary oven tray belum pernah dilakukan sebelumnya untuk komoditas ini, namun prinsip pengeringan menggunakan udara panas merupakan salah satu pilihan yang tepat.

Pada penelitian ini menggunakan metode optimasi yang dengan rancangan *Central Composit Design* (CCD) dengan metode *Response Surface Methodology* (RSM) dengan dua variabel yaitu berat chip yang dikeringkan dan waktu pengeringan, hasil yang diamati adalah rendemen (%), kadar air (%), derajat putih, kadar glukomanan (%) dan kadar kalsium oksalat (%). Analisis data dilakukan dengan program *Design Expert* yang merupakan respon dari hasil penelitian, kemudian dilakukan tahap verifikasi terhadap produk dengan perlakuan paling optimum. Verifikasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai respon hasil penelitian yang sebenarnya dengan nilai hasil perhitungan program dengan nilai validasi dibawah 5%. Setelah tahap verifikasi optimasi, dilakukan analisa residu sulfit untuk mengetahui batas keamanannya.

Hasil optimasi yang diprediksikan oleh program menunjukkan bahwa kondisi optimum pengeringan chips porang dengan kajian lama pengeringan dan berat chips yaitu lama pengeringan selama 12.00 jam dan berat chips basah 9.00 Kg dengan respon rendemen  $19.71 \pm 0.303$  %, kadar air  $9.25 \pm 0.336$  %, derajat putih  $51.12 \pm 1.315$ , kadar glukomanan  $46.94 \pm 2.08$  %, kadar kalsium oksalat  $8.20 \pm 0.906$  %.

Hasil verifikasi respon rendemen 19.28%, respon kadar air 8.8% respon derajat putih 45.17%, respon kadar glukomanan 49.43% dan respon kadar oksalat 7.67%. Hasil verifikasi menunjukkan optimasi yang kurang akurat untuk respon rendemen, kadar air dan kadar glukomanan namun akurat untuk respon derajat putih dan kadar kalsium oksalat.

Residu sulfit pada chips porang terverifikasi yaitu 437,46 ppm. Hasil uji T (T-test) menunjukkan bahwa residu  $SO_2$  antara rerata chips teroptimasi dan terverifikasi tidak berbeda secara signifikan dengan selisih 13.9 dan *p-value* 0.595 (59.5%). Chips terverifikasi dinyatakan tidak aman dikonsumsi dengan dosis 160,18 mg/Kg Berat Badan.

**Kata kunci** : pengeringan, ROT, RSM, pilot plant



**Eva Ni'maturohmah. 146100100111015.** A pilot plant scale of drying optimization of porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) chips using rotary oven tray. Supervisor: Prof. Dr. Ir. Simon Bambang Widjanarko, M. App. Sc, and Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP, MP.

---

## SUMMARY

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) is a source of typical Indonesian tubers. *Amorphophallus* is a plant of the taro (*Araceae*) tribe. Tubers contain glucomannan and oxalate crystals. Indonesian people generally do simple processing of porang by drying. Drying with sunlight and open fields results in the resulting chip being dirty and dark. Drying using a rotary oven tray has never been done before for this commodity, but the principle of drying using hot air is one of the right choices.

This study used an optimization method designed by Central Composite Design (CCD) with Response Surface Methodology (RSM) method with two variables: drying time and weight of dried tubers. The results observed were yield (%), moisture content (%), degree of whiteness, glucomannan content (%), and calcium oxalate content (%). Data analysis was carried out with the Design-Expert program, which was a response to the research result. The verification phase was carried out on the product with the most optimum treatment. Verification was done by comparing the actual research result's response value with the program calculation value with a validation value below 5%. After the optimization verification phase, sulfite residue analysis is carried out to determine its safety limits.

The program's optimized results show that the optimum drying conditions for porang chips with a study of drying time and weight of chips are 12.00 hours of drying time and 9.00 kg of wet chips. The prediction software was yield of  $19.71 \pm 0.303\%$ , moisture content of  $9.25 \pm 0.336\%$ , degree of whiteness of  $51.12 \pm 1.315$ , glucomannan content of  $46.94 \pm 2.08\%$ , calcium oxalate content of  $8.20 \pm 0.906\%$ . The verification results showed that the porang chips had a 19.28% yield, 8.8% of water content, 45.17 of DoW, 49.43% of glucomannan content, and 7.67% of calcium oxalate content. The verification results showed inaccurate optimization for the response of yield, water content, and glucomannan content but accurate for the degree of whiteness and calcium oxalate levels.

The sulfite residue on the porang chips verified was 437.46 ppm. The T-test results (T-test) showed that the residual SO<sub>2</sub> between the mean of optimized and verified chips was not significantly different with a difference of 13.9 and a p-value of 0.595 (59.5%). Verified chips were declared unsafe for consumption at a dose of 160.18 mg / Kg Body Weight.

**Keywords:** drying, ROT, RSM, pilot plant

**KATA PENGANTAR**

Puji syukur penyusun haturkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penulisan laporan tesis dengan judul “Optimasi Pengeringan Chips Porang (*Amorphophallus Muelleri* Blume) Skala Pilot Plant menggunakan Rotary Oven Tray”. Laporan tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister.

Tersusunnya laporan tesis ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan terimakasih sebesar besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.App.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
2. Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknologi Pertanian Program Pascasarjana.
3. Prof. Ir. Simon Bambang W., M.App.Sc. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Dr. Widya Dwi R.P., STP, MP. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih adanya keterbatasan pengetahuan, referensi dan pengalaman serta jauh dari kesempurnaan, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan tesis ini. Akhirnya penyusun berharap agar laporan tesis ini bisa memberikan manfaat bagi semua pihak khususnya bagi keilmuan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dalam peningkatan kualitas kehidupan masyarakat dan sebagai acuan pembaca meskipun dalam ruang lingkup kecil.

Malang, 2019

Penyusun





**DAFTAR ISI**

**Halaman**

<b>RINGKASAN .....</b>	<b>1</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</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>2.1 Umbi Porang.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Pasca Panen.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Chip Porang.....</b>	<b>6</b>
<b>2.4. Chips dan Tepung Umbi Porang.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 Oksalat ((COOH)<sub>2</sub>).....</b>	<b>9</b>
<b>2.6. Glukomanan.....</b>	<b>10</b>
<b>2.7. Sulfitasi .....</b>	<b>11</b>
<b>2.8. Pengeringan.....</b>	<b>12</b>
<b>2.9. Oven Pengering.....</b>	<b>16</b>
<b>2.10. Response Surface Methodology (RSM).....</b>	<b>18</b>
<b>BAB 3. KERANGKA PENELITIAN</b>	
<b>3.1. Kerangka Pikir Penelitian.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2. Hipotesis.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3. Diagram Alir Kerangka Pikir.....</b>	<b>26</b>
<b>3.4. Kerangka Operasional Penelitian.....</b>	<b>27</b>
<b>BAB 4. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
<b>4.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2. Bahan dan Alat Penelitian.....</b>	<b>26</b>

4.2.1	Bahan.....	26
4.2.2	Alat.....	26
<b>4.3.</b>	<b>Rancangan Penelitian.....</b>	<b>29</b>
4.3.1	Pengeringan chips porang.....	29
4.3.2	Pengamatan.....	30
<b>4.4.</b>	<b>Tahapan Penelitian.....</b>	<b>30</b>
4.4.1	Tahapan pengeringan.....	30
4.4.2	Prosedur Analisis.....	32
<b>4.5.</b>	<b>Analisa Data.....</b>	<b>36</b>
<b>4.6.</b>	<b>Diagram Alir Penelitian.....</b>	<b>37</b>
4.6.1	Diagram Alir Pencucian Umbi Porang.....	38
4.6.2	Diagram Alir Pengeringan Chip Porang.....	39
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
<b>5.1.</b>	<b>Karakteristik Bahan Baku.....</b>	<b>35</b>
<b>5.2.</b>	<b>Penelitian Skala Pilot Plant.....</b>	<b>39</b>
<b>5.3</b>	<b>Tahap Optimasi Pengeringan Chip Porang.....</b>	<b>41</b>
<b>5.4</b>	<b>Pemilihan Model.....</b>	<b>42</b>
<b>5.5</b>	<b>Analisa Permukaan Respon.....</b>	<b>58</b>
<b>5.6</b>	<b>Tahap Verifikasi Optimasi Pengeringan Chip Porang.....</b>	<b>63</b>
<b>5.7</b>	<b>Analisa Rendemen Sulfur.....</b>	<b>65</b>
<b>BAB VI PENUTUP</b>		
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>69</b>



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penanganan pasca panen umbi porang sangat menentukan kualitas chip porang. Hal ini dikarenakan musim panen hanya terjadi pada bulan Mei sampai Agustus, pada saat panen raya biasanya porang sangat banyak dan terjadi penimbunan. Penundaan penanganan pasca panen menyebabkan terjadinya kerusakan umbi, kerusakan itu berupa pembusukan basah atau kering. Pembusukan basah disebabkan oleh bakteri *Erwinia carotovora subsp. carotovora* dan pembusukan kering (Anonymous, 2016) disebabkan jamur *Fusarium solani*. Untuk mengurangi resiko kebusukan pada umbi maka perlu dilakukan pengolahan, teknologi sederhana yang dapat dilakukan adalah pembuatan chip porang.

Produksi chip porang telah banyak dilakukan oleh masyarakat pengelola sumber daya hutan (MPSDH) di wilayah Madiun, Nganjuk, Pare. Produksi dilakukan secara manual dengan cara tradisional. Umbi porang dicuci selanjutnya dipasrah manual dan dijemur di halaman rumah bahkan ada yang dijemur di areal persawahan yang tidak ditanami. Sehingga menghasilkan chip porang yang berwarna gelap dan bermutu rendah. Kriteria mutu dalam Koswara (2013) chip porang memiliki kadar air maksimum 12%, kadar mannan atas kering mutlak 35%, benda asing maksimum 2% dan tidak ada cacat fisik.

Untuk memperoleh chip yang baik diperlukan beberapa persyaratan, antara lain umbi segar yang bermutu baik, perlakuan pendahuluan yang baik, tebal irisan yang tepat dan seragam, teknik pengeringan yang intensif. Penggunaan porang sebagai bahan makanan, perlakuan pendahuluan dimaksudkan untuk mengurangi kadar oksalat penyebab rasa gatal (kristal kalsium oksalat berbentuk jarum). Sebagai bahan baku industri, perlakuan pendahuluan dimaksudkan untuk mempertahankan mannan, baik kuantitas maupun kualitasnya sebelum mannan tersebut diekstrak dari umbi porang.

Perlakuan pendahuluan yang umum dilakukan adalah perendaman irisan umbi di dalam air. Perlakuan ini tidak dapat menahan terjadinya pencoklatan pada chip yang dihasilkan dan sering menyebabkan penampakan chip kurang menarik karena warna tidak seragam (bercak-bercak). Tebal irisan dan pengeringan yang

intensif juga mempengaruhi mutu chip porang, bila tebal irisan umbi 0.2 cm memerlukan waktu 16 jam dengan mempergunakan alat pengering oven pada suhu 70 °C, sedangkan bila digunakan cara penjemuran untuk ketebalan irisan umbi 0,5 – 1,0 cm memerlukan waktu 30 jam efektif (Koswara, 2013). Pengeringan chip secara tradisional dengan sinar matahari sering berubah warna dan memiliki viskositas renda. Besar chip yang dihasilkan dari proses tradisional hanya dapat digunakan menjadi tepung kelas tiga. Produk semacam itu seringkali tidak dapat memenuhi Standar Profesional Cina untuk Tepung Konjak NY / T494-2002 (Departemen Pertanian P. R. China 2002), terutama yang berkaitan dengan warna produk.

Untuk memperbaiki warna derajat putih suatu produk juga bisa dilakukan secara kimiawi, salah satunya adalah sulfitasi. Sulfitasi adalah proses pengolahan dengan penambahan sulfit untuk memperbaiki warna, sulfitasi bisa dilakukan dengan perendaman atau pengasapan. Sulfit digunakan dalam bentuk gas SO<sub>2</sub>, garam Na-, K-Sulfit, bisulfit dan metabisulfit. Dengan diasapkan, natrium metabisulfit akan mengalirkan gas SO<sub>2</sub> ke dalam bahan melalui proses pengeringan, proses pengasapan dapat dilakukan beberapa menit (Rahayu, 2012). Menurut Duan, *et al.* (2016) residu sulfit pada fumigasi 1 jam yaitu 1,993 mg/g dan meningkat 3,103 mg/g dengan fumigasi 2 jam pada perbandingan 1:20 (sulfit:bahan). Penelitian ini menggunakan sulfitasi dalam satu presentase untuk semua perlakuan guna mengetahui derajat keamanan residu sulfit dari chip porang yang dikeringkan.

Proses produksi chip porang menggunakan oven pengering sudah dilakukan sebelumnya menggunakan cabinet dryer (Kurniati dkk, 2015), optimasi proses pengeringan pada ketebalan irisan 3 mm dengan suhu pengeringan 60°C selama 8,5 jam. Perbaikan proses pengeringan menggunakan oven pengering tipe baru diharapkan menjadi alternatif, mesin pengering tipe rak berputar naik turun otomatis belum pernah dilakukan. Alat pengering tipe rak berputar model efek rumah kaca dan *hybrid* telah di aplikasikan pada rosela (Larasati, 2009), jamur tiram putih (Rustam, 2010), dan cengkeh (Putri, 2010). Oven tipe rak berputar (*rotary oven tray*) selama ini hanya digunakan dalam pengovenan roti pada pabrik skala besar. Mesin pengering ini dirancang berputar naik turun secara perlahan dengan kecepatan 8 rpm, dan berputar mengikuti gerak putaran roda gila (*fly wheel*). Inovasi mesin pengeringan tipe rak berputar untuk pengeringan umbi basah ini bertujuan untuk mendistribusikan panas dari *heater* secara merata ke seluruh loyang pengering pada

suhu  $80 \pm 2$  °C, sehingga diharapkan dapat memperbaiki derajat putih dan mempersingkat waktu pengeringan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penulisan naskah ini dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut,

- Berapakah titik optimum pengeringan *chips* porang basah menggunakan *rotary oven tray*?
- Bagaimanakah pengaruh pengasapan gas SO<sub>2</sub> (*sulfur dioxide*) pada derajat putih chip porang?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah,

- Mengetahui titik optimum pengeringan *chips* porang basah menggunakan *rotary oven tray*.
- Mengetahui pengaruh pengasapan gas SO<sub>2</sub> (*sulfur dioxide*) pada proses pengeringan berdasarkan derajat putih chip porang.

### 1.4 Manfaat

Harapan dari penelitian ini memberikan manfaat sebagai berikut,

- Mendapatkan titik optimum pengeringan *chips* porang basah menggunakan *rotary oven tray* sehingga bisa dijadikan acuan proses produksi
- Pengasapan gas SO<sub>2</sub> dapat memperbaiki derajat putih chip porang.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umbi Porang

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) adalah salah satu jenis tanaman terna dalam famili Araceae dan kelas Monokotiledoneae. Menurut asalnya porang atau porang berasal dari daerah tropis Afrika Barat, kemudian menyebar ke arah timur melalui Kepulauan Andaman India, ke Myanmar, Thailand, Cina, Jepang dan Indonesia (Sumatera, Jawa, Madura, Bali, dan NTB). Porang mempunyai nama daerah yang berbeda-beda seperti porang, ponang (Jawa), kruwu, lorkong, labing, subeg leres, subeg bali (Madura), acung, cocoan oray (Sunda), badur (Nusa Tenggara Barat) (Dwiyono,2009).

Umbi porang mengandung glukomanan yang merupakan salah satu sumber serat larut air, rendah kalori, dan mempunyai sifat hidrokoloid. Penelitian Sumarwoto (2005) menerangkan bahwa panen sebaiknya dilakukan pada keadaan kadar glukomanan umbi sudah maksimum, yaitu setelah tanaman memasuki tiga periode tumbuh dan batang semu terkulai dengan helaian daun berwarna kuning. Kandungan glukomanan umbi lebih besar 41,8% setelah tanaman memasuki periode vegetatif minimal dua kali. Gambar tanaman dewasa, umbi dan chip porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) hasil panen disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tanaman Dewasa dan Umbi Porang Hasil Panen  
(dokumentasi pribadi)

Koswara (2013) menjelaskan bahwa secara taksonomi, tanaman porang mempunyai klasifikasi botani sebagai berikut:

- Divisi* : *Anthophyta*
- Phylum* : *Angiospermae*
- Klas* : *Monocotyledoneae*
- Famili* : *Araceae*
- Genus* : *Amorphophallus*
- Species* : *Amorphophallus muelleri* Blume

### 2.2 Pasca panen

Setelah dicabut, umbi porang yang diperoleh dibersihkan dari kotoran dan disimpan dalam ruangan yang berventilasi baik. Pada bulan pertama jika umbi porang disimpan pada suhu ruang (sekitar 27 °C) akan kehilangan berat sekitar 25 persen, bila disimpan pada suhu 10 °C bisa bertahan berbulan-bulan. Sedangkan bila disimpan pada suhu -5 °C akan mengalami germinasi.

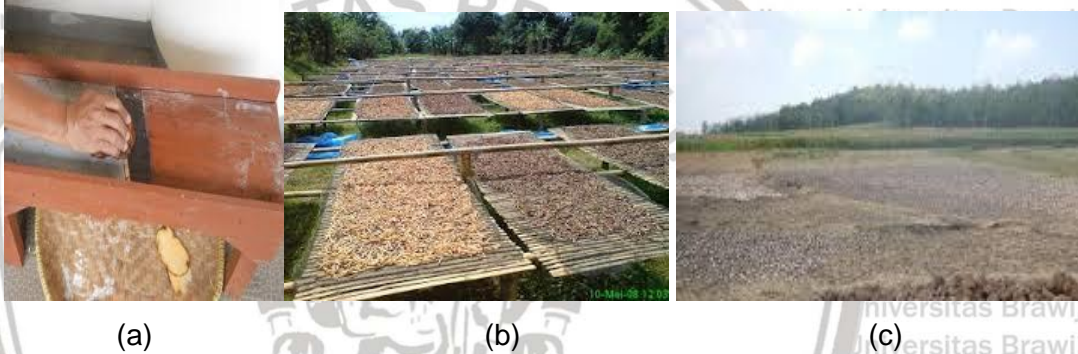
Kadar air umbi porang relatif tinggi, yaitu antara 70 – 80 persen. Keadaan ini menyebabkan selama penyimpanan mannan akan rusak oleh aktifitas enzim. Penyimpanan umbi segar selama dua hari akan mengakibatkan penurunan viskositas larutan mannan sampai seperlima bagian. Oleh karena itu penyimpanan umbi porang sebaiknya tidak dalam bentuk umbi segar, tetapi dalam bentuk produk kering (*chips* ataupun tepung). Demikian juga pengolahan umbi segar menjadi produk kering harus dilakukan secepat mungkin setelah umbi tersebut dipanen.



**Gambar 2.** (a) sortasi umbi porang, (b) umbi porang dibiarkan dilahan terbuka (dokumentasi pribadi)

### 2.3 Chip porang

Penggunaan umbi porang untuk konsumsi langsung sangat jarang dilakukan karena umbi ini sangat gatal, sehingga umbi porang banyak dibuat dalam bentuk *chips* kemudian diekspor. Sejak perang dunia kedua ekspor *chips* porang sudah dilakukan dengan negara tujuan Jepang, Taiwan, Singapura dan Korea Selatan. Yang dimaksud dengan *chips* porang adalah irisan-irisan umbi porang yang telah dikeringkan sampai kadar air maksimum 12 %. Untuk membuat *chips* porang terlebih dahulu umbi dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat lalu dicuci sampai bersih. Mata tunas yang terdapat pada umbi dihilangkan. Akibat perlakuan ini susut bahan sekitar 17 % (Koswara, 2013).



**Gambar 3.** (a) pengirisan umbi manual, (b) pengeringan dengan alas anyaman bambu dan (c) pengeringan dengan alas tanah (dokumentasi pribadi)

Selanjutnya umbi diiris tipis kurang lebih dua milimeter lalu dikeringkan dengan sinar matahari atau dengan alat pengering. Pengeringan dengan sinar matahari lebih mudah dan murah akan tetapi mudah pula dikotori oleh debu dan pasir. Bila cuaca baik dan tidak mendung maka pengeringan cukup selama dua sampai tiga hari atau 16 jam pengeringan efektif. Pengeringan secara buatan lebih mahal akan tetapi menghasilkan irisan-irisan yang bersih dan kecepatan pengeringan dapat dipertahankan karena tidak dipengaruhi oleh cuaca. Hasil penelitian dari BPK, Semarang (1977), pengeringan menggunakan oven pada suhu 70 °C selama 16 jam dapat memberikan hasil dengan kadar mannan yang optimum. Akan tetapi *chips* yang diperoleh dari pengeringan tersebut mempunyai kandungan mannan yang lebih rendah (18.15 %) dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari (22.97 %) dalam waktu yang sama.

Kualitas *chips* porang diukur dari besar dan tidak adanya cacat pada *chips*. Yang dimaksud dengan cacat adalah bila *chips* berjamur, busuk, bernoda hitam dan berlubang serta terdapat serangga. *Chips* porang dikatakan berkualitas bagus jika bersih dari benda-benda asing seperti batu, kerikil, tanah, kotoran hewan dan bagian tanaman lain yang ikut melekat. *Chips* porang dapat dijadikan tepung yang disebut tepung ilees mannan atau tepung mannan.

#### 2.4 *Chips* dan Tepung Umbi Porang

Pengolahan umbi porang menjadi produk kering merupakan salah satu upaya untuk menekan aktifitas enzim yang merusak mannan. Mannan di dalam umbi porang harus dipertahankan kuantitas dan kualitasnya karena mannan ini merupakan komponen paling berharga yang terkandung dalam umbi porang. Produk kering umbi porang (antara lain *chips* dan tepung) juga merupakan bentuk olahan yang lebih tahan disimpan, sehingga memudahkan transportasi, penanganan dan pendayagunaan selanjutnya.

Untuk mengubah umbi segar menjadi produk kering (khusus *chips*), umbi harus diiris tipis-tipis (0.5 – 1.0 cm) dengan arah pengirisan tetap. Bila tebal irisan lebih kecil daripada 0.5 cm, menyebabkan umbi akan lengket pada alas tempat pengering, sehingga menyulitkan pengambilan *chips* yang dihasilkan. Sedangkan bila tebal irisan melebihi 1.0 cm, menyebabkan proses pengeringan berjalan lambat dan *chips* yang dihasilkan kurang baik. *Chips* porang ini sesungguhnya merupakan suatu produk yang nantinya digunakan lebih lanjut untuk bahan makanan atau bahan industri dan pihak pengimpor sebagian besar juga menghendaki porang dalam bentuk *chips*. Untuk memperoleh *chips* yang baik diperlukan beberapa persyaratan, antara lain umbi segar yang bermutu baik, perlakuan pendahuluan yang baik, tebal irisan yang tepat dan seragam, teknik pengeringan yang intensif.

Pendahuluan disini adalah dilakukan sebelum umbi dikeringkan. Untuk tujuan bahan makanan, perlakuan pendahuluan dimaksudkan untuk mengurangi jumlah rafida penyebab rasa gatal (kristal kalsium oksalat berbentuk jarum) dan alkaloid penyebab rasa pahit, yaitu konisin (conicine). Sedangkan untuk tujuan bahan baku industri, perlakuan pendahuluan dimaksudkan untuk mempertahankan mannan, baik kuantitas maupun kualitasnya sebelum mannan tersebut diekstrak dari umbi porang.

Perlakuan pendahuluan yang umum dilakukan adalah perendaman irisan umbi di dalam air. Perlakuan ini tidak dapat menahan terjadinya pencoklatan pada *chips* yang dihasilkan dan bahan sering menyebabkan penampakan *chips* kurang menarik karena warna tidak seragam (bercak-bercak). Keadaan ini menyebabkan *chips* porang Indonesia sering ditolak oleh negara pengimpor. Untuk mengatasi masalah tersebut di atas, sebaiknya digunakan larutan garam dapur 5 persen sebagai larutan perendamnya. Fungsi garam dapur disini selain mencegah terjadinya pencoklatan dan penyeragam warna, juga sebagai penetral alkaloid, mempercepat pelarutan kalsium oksalat dan memperpanjang masa simpan *chips* maupun tepung porang yang dihasilkan.

Pengeringan irisan umbi yang telah diberi perlakuan pendahuluan dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu cara penjemuran dan cara pengeringan buatan. Kedua cara pengeringan tersebut membawa keuntungan dan kerugian masing-masing. Cara dan sistem pengeringan berpengaruh terhadap mannan. Cara penjemuran sifatnya lebih murah, mudah dan sering digunakan, tetapi memerlukan waktu yang lebih lama dan bergantung pada cuaca. Sedangkan cara pengeringan buatan sifatnya lebih mahal, tetapi jalannya proses dapat dikendalikan, sehingga *chips* yang dihasilkan bermutu relatif baik.

Bila tebal irisan umbi 0.2 cm memerlukan waktu 16 jam dengan mempergunakan alat pengering oven pada suhu 70 °C. Sedangkan bila digunakan cara penjemuran untuk ketebalan irisan umbi 0,5 – 1,0 cm memerlukan waktu 30 jam efektif (Koswara, 2013). Sebagai tanda bahwa *chips* porang telah kering dan siap digiling (ditumbuk) adalah bila *chips* tersebut dipatahkan akan berbunyi “krek” atau bila kadar air *chips* sekitar 12 persen berat basah. Pada kondisi tersebut diperkirakan semua mikroba tidak dapat tumbuh dan enzim-enzim sudah tidak efektif. Standar mutu chip porang dalam Koswara (2013) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria mutu chip porang

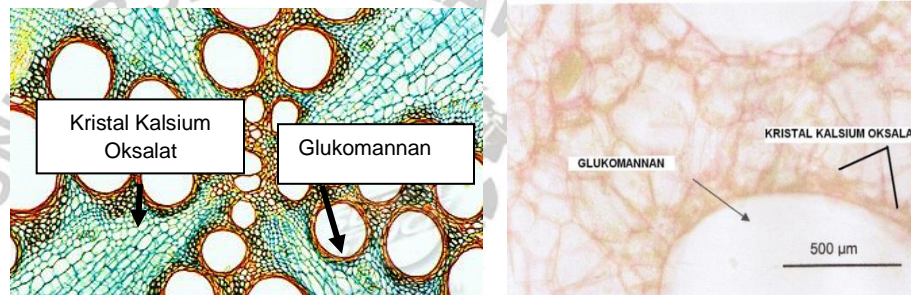
Kriteria Mutu	Mutu I	Mutu II
Kadar air Maksimum (%)	12	12
Kadar Mannan atas kering mutlak	35	15
Benda asing maksimum (%)	2	2
Porang Cacat	-	-

( Koswara, 2013)



## 2.5 Oksalat ((COOH)<sub>2</sub>)

Kristal kalsium oksalat (CaOx) dapat ditemukan disemua organisme yang berfotosintesis termasuk alga. Kristal kalsium oksalat dapat terbentuk karena kalsium (Ca) yang berasal dari lingkungan dan asam oksalat (2-karbon di-asam karboksilat). Asam oksalat bebas banyak dijumpai pada sejumlah tanaman, bukan produk dari siklus krebs. Asam oksalat banyak dijumpai dalam bentuk garam (Chairiyah *et al.*,2013). Bentuk oksalat sebagian besar terkandung dalam tanaman adalah bentuk oksalat terlarut (natrium dan terutama kalsium oksalat) dan hanya 10-20% merupakan kalsium oksalat yang tidak larut, terutama dalam sel. Kenaikan proporsi kalsium oksalat ini diikuti oleh tanaman yang lewat masak (Bradbury and Holloway 1988 dalam Suwasito 2013).



**Gambar 4.** Sel Glukomannan (Konjac Project Consortium, 2002)

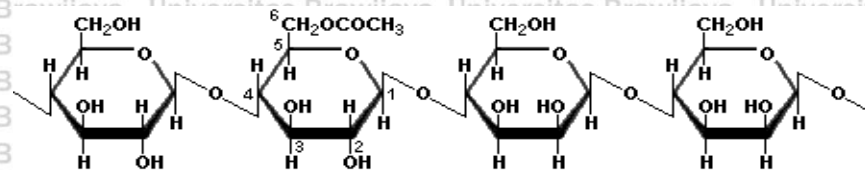
Jenis oksalat pada tanaman tersebut dapat digolongkan dalam dua jenis yaitu oksalat larut air dan oksalat tidak larut air. Apabila mengonsumsi oksalat larut air akan menurunkan bioavailabilitas kalsium dalam tubuh dan menyebabkan batu ginjal. Sedangkan kalsium oksalat yang tidak larut air menyebabkan rasa gatal dan iritasi jika dikonsumsi. Konsentrasi oksalat terlarut dari kulit ke bagian tengah atau pusat umbi semakin menurun. Konsentrasi kalsium oksalat yang tinggi dan berbentuk tajam pada kulit umbi sangat bermanfaat sebagai pertahanan melawan serangan binatang (Purnomo *et al.*,2011).

Kalsium oksalat memiliki densitas sebesar 2,12 g/cm<sup>3</sup> dan berat molekul 128,09 g/mol (anhidrat) atau 146,11 g/mol (monohidrat) (Walton *et al.*, 2003). Artikel Sengbusch (2008) memperlihatkan bentuk kristal kalsium oksalat yang bervariasi. Bentuk kristal kalsium oksalat dapat berbentuk jarum, bunga karang, dan melintang seperti huruf H serta beberapa diantaranya seperti berambut.

Kalsium oksalat mempunyai efek kronis jika dikonsumsi oleh manusia, yaitu menyebabkan terjadinya endapan kristal kalsium oksalat dalam ginjal dan membentuk batu ginjal. Apabila kalsium oksalat dikonsumsi dalam dosis yang tinggi dapat pula menyebabkan gastroenteritis, shock, kejang, rendahnya kalsium plasma, tingginya oksalat plasma dan kerusakan jantung. Dosis yang mampu menyebabkan pengaruh fatal adalah 10-15 gram. Batas aman konsumsi oksalat per hari yang diizinkan di Inggris sebesar 70-150 mg (Noon and Savage, 1999 dalam Purnomo, 2012). Sedangkan untuk pasien yang memiliki penyakit ginjal, *American Dietetic Association's Nutrition Care Manual* merekomendasikan agar mengkonsumsi oksalat kurang dari 40-50 mg per hari (Nephrology Department, 2005). Pemasakan sangat berpengaruh pada kandungan total kalsium oksalat pada makanan. Penelitian Catherwood, *et al.* (2007) menjelaskan bahwa perebusan dapat mengurangi total oksalat hingga 70%, 68%, 64%, dan 77% untuk produk Akame, Ishikawa-wase, Yamato-wase, dan Unnamed. Jenis talas Jepang Akame mentah memiliki kadar kalsium oksalat sebesar  $171,4 \pm 11,4$  mg/100 g setelah dilakukan perebusan, kadar kalsium oksalat pada Akame turun drastis menjadi  $50,6 \pm 6,6$  mg/100g.

## 2.6 Glukomannan

Porang seperti halnya *konjac*, yang merupakan keluarga *Amorphopallus* yang mempunyai polisakarida berupa glukomannan. Glukomannan konjac merupakan polisakarida cadangan yang terdiri dari kerangka D-glukosil dan D-manosil yang bercabang. Rasio antara manosa:glukosa adalah 1,6:1. Satu molekul glukomannan terdapat D-mannosa sejumlah 67% dan D-glukosa sejumlah 33% dari hasil analisa dengan cara hidrolisa asetolisis pada mannan. Berat molekular pada cabang polisakarida berkisar 200 kilodalton hingga 2000 kilodalton (Canga *et al.*, 2004). Struktur glukomannan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur glukomannan (Canga *et al.*, 2004)

Glukomanan mempunyai karakteristik antara selulosa dan galaktomannan, yaitu dapat mengkristal dan dapat membentuk struktur serat-serat ringan. Glukomanan berbeda dengan pati dan selulosa, dimana glukomanan dapat larut dalam air dingin dengan membentuk massa yang kental, tetapi bila massa tersebut dipanaskan sampai menjadi gel maka glukomanan tidak dapat larut kembali di dalam air. Karakteristik glukomanan juga mempunyai sifat mencair menyerupai agar, sehingga dapat digunakan dalam medium pertumbuhan mikroba pengganti agar. Karakteristik glukomanan inilah yang menjadikan peneliti untuk mengembangkan secara luas aplikasinya terhadap industri pangan (Ashadi, 2005).

Glukomanan sendiri dapat diregenerasi menjadi mannanosa dan glukosa dengan cara metilasi, dari sifat ini yang digunakan untuk menghitung komposisi glukomanan. Sifat glukomanan yang istimewa lainnya adalah daya kembang dalam air yang dapat mencapai 138-200% dan terjadi secara cepat, jika dibandingkan dengan pati yang mempunyai daya kembang 25%. Larutan glukomanan dalam air mempunyai sifat merekat, tetapi bila ditambahkan asam asetat atau asam pada umumnya, maka sifat merekat tersebut akan hilang sama sekali (Yao-ling *et al.*, 2013).

Kadar glukomanan pada umbi porang (*Amorphophallus muelleri* blume) dapat mencapai sekitar 24,4-58,3% (basis kering) sedangkan dalam bentuk tepung porang kasar kadar glukomanan dapat mencapai 64,77% (Dhananjaya, 2010). Kadar glukomanan dapat dipengaruhi beberapa faktor, yaitu: perlakuan pendahuluan (bentuk pengirisan), umur panen, bagian-bagian yang digiling, alat yang digunakan, kecepatan putaran alat penggiling dan ulangan waktu penggilingan. Mutu glukomanan sangat dipengaruhi oleh warna tepung yang dihasilkan. Derajat putih tepung glukomanan dipengaruhi oleh pati, kalsium oksalat, dan suhu. Warna tepung glukomanan yang dihasilkan adalah kuning kecokelatan yang disebabkan oleh reaksi antara gugus karboksil pada gula pereduksi dengan gugus amina primer pada asam amino (Winarno, 1993 dalam Kurniawati, 2010).

## 2.7 Sulfitasi

Pengawet berbasis sulfur telah umum digunakan di seluruh dunia selama berabad-abad di industri makanan (Hayes, *et al.*, 2005). Dalam beberapa dekade terakhir karena alasan keuntungan, efisiensi tinggi dan rendah biaya, sulfur-fumigasi

telah banyak atau bahkan secara ilegal dilakukan dalam penanganan pasca-panen produk herbal yang dapat dimakan untuk mempertahankan kelembaban, warna dan kesegaran, dan untuk mencegah gangguan dengan serangga dan jamur ( Liu, *et al.*, 2010 ).

SO<sub>2</sub> bisa dengan mudah bereaksi dengan uap air yang ada untuk menghasilkan asam sulfat bebas ( Jiang, *et al.*, 2013 ). Namun, sisa SO<sub>2</sub> dalam herbal diperlakukan eksperimental telah terbukti menyebabkan sensasi dalam mulut yang berbeda ( Branen, 1985 ), bahkan lebih buruknya dapat menginduksi gejala pernapasan, seperti batuk, sesak napas dan iritasi tenggorokan apabila dikonsumsi jangka panjang ( Zhan, *et al.*, 2014 ). Contoh proses sulfur-fumigasi dalam ( Duan, *et al.*, 2016) Irisan ASR dibasahi dengan air (1: 1, w / v) dimasukkan ke lapisan atas dari alat. Setelah itu, sulfur dimasukkan ke dalam alat baja dan menyala, dan kemudian pindah ke lapisan bawah alat. Rasio berat bahan herbal untuk sulfur adalah 20: 1.

Sebagian besar produk yang dihasilkan dari pengolahan kering secara tradisional hanya dapat digunakan sebagai tepung porang kelas tiga. Produk seperti itu sering tidak dapat memenuhi *Chinese Professional Standard* untuk tepung konjak NY / T494-2002 (Ministry of Agriculture P.R.China, 2002), terutama pada warna produk. Dalam rangka untuk mendapatkan fisik yang baik dan kimia sifat KF, prosesor harus mencegah dari browning, kasus pengerasan dan gelatinisation (Huang, 1994). Selama pengolahan, kecoklatan dan kasus pengerasan akan mempengaruhi warna *chips* konjac, sementara gelatinisation akan mengakibatkan pengurangan viskositas. Saat ini, pengeringan secara tradisional sering memiliki cacat seperti pada pengeringan matahari sering berubah warna dan memiliki viskositas rendah. Pengeringan mekanis mungkin memiliki warna diterima tetapi memiliki kandungan sulfur yang berlebihan.

## 2.9 Pengeringan

Pengeringan merupakan metode pengawetan dengan cara pengurangan kadar air dari bahan pangan sehingga daya simpan menjadi lebih panjang. Perpanjangan masa simpan terjadi karena aktivitas mikroorganisme dan enzim menurun sebagai akibat dari air yang dibutuhkan untuk aktivitasnya tidak cukup (Estiasih, dkk., 2009). Pengeringan juga dapat didefinisikan sebagai suatu operasi

di mana terjadi penghantaran panas dan pemindahan massa. Panas dipindahkan ke air dalam produk dan air diuapkan. Kemudian uap air dikeluarkan (Desrosier, 1998).

Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air pada level tertentu untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan serangga serta mengurangi volume bahan pangan sehingga mengefisienkan proses penyimpanan dan distribusi. Kombinasi suhu dan lama pemanasan selama proses pengeringan pada komoditi biji-bijian dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan biji. Suhu udara, kelembaban relatif udara, aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar akhir bahan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu atau lama pengeringan (Brooker dan Donald, 1974).

Secara umum, pengering dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu (Desrosier, 1998) :

a. Pengering adiabatik

Pengering adiabatik adalah pengering di mana panas dibawa ke dalam pengering oleh suatu gas yang panas. Gas memberikan panas kepada air dalam bahan pangan dan membawa keluar uap air yang dihasilkan. Gas panas dapat merupakan hasil pembakaran atau pemanasan udara.

b. Pengeringan Isothermik

Pemindahan panas dapat berlangsung melalui suatu permukaan yang padat, dimana panas dipindahkan kepada produk melalui suatu plat logam yang juga membawa produk tersebut. Produk biasanya diletakkan dalam suatu ruangan hampa dan uap air dikeluarkan dengan suatu pompa hampa. Dalam beberapa hal produk dikenai udara yang dipakai dan uap air dikeluarkan dengan mengadakan sirkulasi udara tersebut.

### **Faktor-Faktor yang Memengaruhi Pengeringan**

Proses pengeringan diperoleh dengan cara penguapan air yaitu dengan menurunkan kelembaban (RH) udara dengan mengalirkan udara panas disekeliling bahan, sehingga tekanan uap air bahan akan lebih besar daripada tekanan uap air di udara. Perbedaan tekanan inilah yang menyebabkan terjadinya aliran uap air dari bahan ke udara

Kecepatan pengeringan maksimum dipengaruhi oleh percepatan pindah panas dan pindah massa selama proses pengeringan. Faktor-faktor yang

mempengaruhi kecepatan pindah panas dan massa tersebut adalah sebagai berikut (Estiasih, dkk., 2009) :

#### 1. Luas permukaan

Pada pengeringan umumnya, bahan pangan yang akan dikeringkan mengalami pengecilan ukuran, baik dengan cara diiris, dipotong, atau digiling.

Proses pengecilan ukuran akan mempercepat proses pengeringan. Hal ini disebabkan pengecilan ukuran akan memperluas permukaan bahan, air lebih mudah berdifusi, dan menyebabkan penurunan jarak yang harus ditempuh oleh panas.

#### 2. Suhu

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan. Apabila udara merupakan medium pemanas, maka faktor kecepatan pergerakan udara harus diperhatikan. Pada proses pengeringan, air dikeluarkan dari bahan pangan dapat berupa uap air. Uap air tersebut harus segera dikeluarkan dari atmosfer di sekitar bahan pangan yang dikeringkan. Jika tidak segera keluar, udara di sekitar bahan pangan akan menjadi jenuh oleh uap air sehingga memperlambat penguapan air dari bahan pangan yang memperlambat proses pengeringan.

#### 3. Kecepatan pergerakan udara

Semakin cepat pergerakan atau sirkulasi udara maka proses pengeringan akan semakin cepat. Prinsip ini menyebabkan beberapa proses pengeringan menggunakan sirkulasi udara atau udara yang bergerak seperti pengering kabinet, *tunnel dryer*, pengering semprot, dan lain-lain.

#### 4. Kelembaban udara (RH)

Semakin kering udara (kelembaban semakin rendah) maka kecepatan pengeringan semakin tinggi. Kelembaban udara akan menentukan kadar air akhir bahan pangan setelah dikeringkan. Proses penyerapan akan terhenti sampai kesetimbangan kelembaban nisbi bahan pangan tercapai. Kesetimbangan nisbi bahan pangan adalah kelembaban pada suhu tertentu di mana tidak terjadi penguapan air dari bahan pangan ke udara dan tidak terjadi penyerapan uap air dari udara oleh bahan pangan.

5. Tekanan atmosfer

Pengeringan pada kondisi vakum menyebabkan pengeringan lebih cepat atau suhu yang digunakan untuk suhu pengeringan dapat lebih rendah. Suhu rendah dan kecepatan pengeringan yang tinggi diperlukan untuk mengeringkan bahan pangan yang peka terhadap panas.

6. Penguapan air

Penguapan atau evaporasi merupakan penghilangan air dari bahan pangan yang dikeringkan sampai diperoleh produk kering yang stabil. Penguapan yang terjadi selama proses pengeringan tidak menghilangkan semua air yang terdapat dalam bahan pangan.

7. Lama pengeringan

Pengeringan dengan suhu tinggi dalam waktu yang pendek dapat lebih menekan kerusakan bahan pangan dibandingkan waktu pengeringan yang lebih lama dan suhu lebih pendek.

Pengeringan merupakan salah satu tujuan dari dehidrasi, dehidrasi sendiri berfungsi untuk pengawetan makanan. Teknik dehidrasi yang dapat menghasilkan produk bermutu baik dapat menghasilkan komersial yang berkualitas. Untuk mendapatkan proses pengeringan yang baik pada produk yang belum pernah dilakukan sebelumnya dapat dilakukan dengan menghitung prediksi waktu pengeringan. Prediksi waktu pengeringan berdasarkan rata-rata data yang diperoleh dalam Toledo (1991), dapat diawali dengan menghitung waktu dan laju penguapan (difusi) air pada bahan dalam satu satuan waktu. Pada persamaan (68)

$$t = \frac{X_o - X_c}{R_c} + \frac{X_c}{R_c} \ln \frac{X_c}{X}$$

- Keterangan :
- t = lama pengeringan (menit)
  - X<sub>o</sub> = perbandingan antara presentase berat basis basah dibagi basis kering bahan awal (kg air/ kg DM)
  - X = perbandingan antara presentase berat basis basah dibagi basis kering bahan akhir (kg air/ kg DM)
  - X<sub>c</sub> = kadar air pada kondisi Aw=1 (Kg air/ kg DM)
  - R<sub>c</sub> = laju penguapan dari bahan (kg air/ menit kg DM)

dan laju penguapan dapat dihitung berdasarkan persamaan (74),

$$R_c = \frac{h(T_a - T_s)}{hfg \cdot L \cdot \rho_s}$$

Keterangan :  $R_c$  = laju penguapan air dalam satu satuan waktu (kg air/ jam kg DM)

$h$  = konduktivitas panas ( W/m<sup>2</sup> K)

$T_a - T_s$  = selisih suhu pada permukaan bahan (K)

$hfg$  = kalor (MJ/kg)

$L$  = nilai tengah dari luas area bahan (m<sup>2</sup>)

$\rho_s$  = densitas umbi (kg DM/m<sup>3</sup>)

### Alat Pengering

Alat pengering yang umum digunakan pada proses pengeringan adalah oven. Oven pengering merupakan salah satu jenis alat pengering yang menggunakan prinsip pengeringan dengan udara panas.

Beberapa jenis oven pengering dengan udara panas yang digunakan pada industri pengeringan (Bellis, 2003) diantaranya,

a. *Cabinet driers (tray driers)*

*Pengering tray* biasanya beroperasi dalam mode batch menggunakan rak untuk menahan produk dan udara mengalir di atas produk.

b. *Tunnel driers*

*Pengering terowongan* mengalirkan udara panas dan serangkaian nampan yang berisi bahan basah melalui terowongan. Sisi terowongan juga dapat dipanaskan untuk meningkatkan pengeringan.

c. *Conveyor driers (belt driers)*

*Pengering Band* menggunakan conveyor logam berlubang untuk mengangkut bahan makanan basah. Udara panas ini kemudian dialirkan melalui conveyor dan bahan lembab untuk menghilangkan air. Pengering Band berjalan terus menerus dan sangat cocok untuk produk yang membutuhkan penanganan lembut agar tidak berubah bentuk.

d. *Fluidized driers*

*Pengering fluidized bed* menggabungkan baki berlubang dengan laju aliran udara diatur sedemikian rupa sehingga partikel padat ditahan pada baki. Pengering ini dapat dioperasikan di batch atau modus aliran kontinu.



e. *Pneumatic driers*

*Pengering pneumatik* menggunakan aliran yang bergerak cepat dari udara untuk menaikkan material melalui ruang. Sebuah pusan udara di atas memungkinkan bahan kering yang akan dikumpulkan (seperti pusan angin yang menghisap debu).

f. *Rotary driers*

*Pengering rotary* yang cenderung beberapa derajat dan memutar perlahan, biasanya 5-20 rpm. Produk bergerak melalui pengering terus menerus, dan udara panas beredar kadang sama arah dan kadang-kadang dalam arah yang berlawanan dari aliran produk. Pengering rotary bervariasi panjang dari beberapa kaki ke lebih 300 kaki.

g. *Spray driers*

*Pengering semprot* memiliki silinder atau ruang vertikal berbentuk kerucut dimana cairan atau bubuk adalah disemprot. Seperti tetesan makanan cair dihembuskan, udara panas bergerak melalui ruangan menguapkan air; siklon digunakan untuk memisahkan padatan, biasanya dengan kelembaban yang isinya kurang dari 5% dari udara.

Prinsip bekerjanya oven pengeringan adalah menguapkan air dari umbi dengan udara panas sampai chip kering konstan dengan kadar air sekitar 12% (Widjanarko, 2013). Pengeringan chip dapat dilakukan dengan sistem mesin hybrid yakni pengeringan dengan menggunakan sumber panas sinar matahari dan energi biomassa. Bambang Susilo dan Okaryanti (2012) melaporkan sebaran suhu dan kelembaban terbaik pada mesin pengering hybrid menggunakan kipas dengan perlakuan panas matahari, yaitu sebaran suhu antara 33.2 °C sampai dengan 34.2°C dan sebaran kelembaban antara 33.8% sampai dengan 53.5%. Mesin pengering hybrid dengan sistem konveksi energi matahari memiliki hasil terendah dengan sebaran suhu antara 28 °C sampai dengan 31.9 °C dan sebaran kelembaban antara 37.85% sampai dengan 54.6%.

Optimasi proses pengeringan chip porang dengan mesin pengeringan rak menghasilkan ketebalan irisan 3 mm dengan suhu pengeringan 60 ° Celcius selama 8,5 jam, karakteristik tepung porang hasil pengeringan suhu 60 ° Celcius mengandung Ca 1,65 % (db) dan rendemen glukomanan 59,68 persen (Kurniawati,

2015). Selanjutnya Anonimous (2012) menyatakan chip yang dengan tebal irisan umbi 0.2 cm dikeringkan dengan pengering oven pada suhu 70 °C memerlukan waktu 16 jam. Bila tebal irisan umbi  $0,5 \pm 1,0$  cm memerlukan waktu 30 jam efektif.

Impaprasert *et al.* (2014) melaporkan umbi porang diiris dengan tebal 0.2 cm, direndam dalam larutan natrium bisulfit selama 10 menit dan dikeringkan dengan udara kering suhu 50 °C selama 6-8 jam menghasilkan chip dengan kadar air konstan 5-8% db dan menyatakan bahwa hasil pengeringan dengan udara panas lebih baik dari metode pengeringan vakum.

Pada umumnya jenis pengering chip porang menggunakan system pengering rak. Pengering baki (tray dryer) disebut juga pengering rak atau pengering kabinet, dapat digunakan untuk mengeringkan padatan bergumpal atau pasta, atau chip yang ditebarkan pada baki logam dengan ketebalan 10-100 mm. Pengeringan jenis baki atau wadah adalah dengan meletakkan material yang akan dikeringkan pada baki yang langsung berhubungan dengan media pengering. Cara perpindahan panas yang umum digunakan adalah konveksi dan perpindahan panas secara konduksi juga dimungkinkan dengan memanaskan baki tersebut. Baki biasanya berlubang agar sumber panas dapat melalui chip dan menguapkan air pada chip (Mujumdar, 2011).

Pemilihan jenis mesin pengering untuk pengeringan hasil pertanian yang dioperasikan masyarakat, harus mempertimbangkan beberapa faktor. Faktor utama adalah biaya proses mengeringkan bahan hasil pertanian (chip, pasta, granula atau bentuk bahan lainnya). Pemilihan jenis pengeringan tidak didasarkan pada harga mesin pengering, namun lebih mempertimbangkan biaya proses pengeringan bahan (Mujumdar, 2011).

Jenis oven pengering yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan gabungan dari sistem pengering rak, rotary drum dan turbo dyer. Dimana rak terbuat dari plat galvanum dengan ukuran tertentu (mampu menampung bahan 10 kg) berputar karena terikat erat pada rantai yang berputar akibat motor atau dinamo 1 HP yang dihubungkan oleh transmisi dan pulley sehingga kecepatan rak berputar menjadi rendah (8 rpm).

## 2.10 Response surface Methodology (RSM)

*Response surface Methodology* (RSM) merupakan kumpulan teknik statistik dan matematik yang berguna dalam pengembangan, perbaikan dan optimasi berbagai proses. RSM (*Response surface Methodology*) memiliki beberapa aplikasi penting dalam desain, pengembangan, dan formulasi produk baru serta perbaikan produk yang sudah ada (Myers and Douglas, 2002). RSM (*Response surface Methodology*) merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh level-level faktor yang membuat percobaan optimal serta memiliki beberapa kelebihan, yaitu meminimalkan pengamatan dengan menggunakan rancangan percobaan dan optimasi menggunakan pendugaan persamaan respon yang dihasilkan (Isnaini dkk., 2012).

RSM (*Response surface Methodology*) banyak digunakan oleh industri karena penyajian data yang sangat cepat, merencanakan setiap penelitian untuk mendukung sebuah model regresi yang tepat. Pada tahap awal, RSM (*Response surface Methodology*) menggunakan *running* percobaan lebih sedikit untuk menghemat sumber daya yang digunakan pada saat optimasi proses. Di saat kondisi optimum suatu proses diketahui maka penelitian lebih jauh akan dilakukan. Metode *response surface* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan proses optimasi respon pada percobaan dengan faktor perlakuan bersifat kuantitatif. Tujuan utama dari metode *response surface* adalah mendapatkan komposisi taraf perlakuan yang menghasilkan respon optimum. Secara umum, metode *response surface* dapat digambarkan secara visual melalui *response surface* plot dan kontur plot. Melalui plot tersebut dapat diketahui bentuk hubungan antara respon dengan variabel bebasnya (Vining and Kowalski, 2006).

Proses optimasi RSM terdapat respon yang dilihat sebagai tolak ukur tercapainya kondisi optimum dari proses sesuai dengan yang diinginkan. Berdasarkan respon yang diamati maka metode optimasi terbagi menjadi dua jenis yakni optimasi dengan satu respon utama (*Single Response Optimization*) dan optimasi dengan beberapa respon (*Multiple Responses Optimization*). Metode *Multiple Response Optimization* merupakan metode pengambilan keputusan akhir yang didasarkan pada lebih dari satu kriteria untuk dicari titik optimumnya sekaligus.

Untuk mencari titik optimumnya, maka dapat dilakukan dengan menggunakan teknik analisis *desirability* ataupun JOP (*Joint Optimization Plot*). JOP merupakan

pengembangan dari teknik *desirability* yang memiliki keunggulan dari segi jumlah variannya, yang mana JOP memiliki varians yang lebih banyak dengan nilai yang saling mendekati.

JOP (*Joint Optimization Plot*) merupakan salah satu metode optimasi yang digunakan untuk optimasi dengan *multiple* respon. Respon yang diamati memiliki nilai target sesuai dengan yang diinginkan oleh peneliti. Nilai target tersebut dapat berupa nilai minimal atau maksimal dari data penelitian yang telah diperoleh dan dapat pula berupa nilai tertentu sesuai dengan standar yang digunakan. Pada JOP, dari tiap respon yang dipilih akan dibentuk model masing-masing menggunakan *Double General Linear Model* (DGLM) sehingga diperoleh persamaan model tiap respon. Dari persamaan model tersebut selanjutnya akan digunakan dalam membentuk grafik JOP yang memuat hasil kolerasi respon dan interaksinya dengan variabel yang digunakan. Salah satu kelebihan dari metode JOP adalah adanya *risk minimal function* yang berguna dalam memberikan solusi pada penentuan titik optimum dari proses yang diamati. Hal ini karena pada metode JOP, program akan melakukan perhitungan untuk mendapatkan 10 titik optimum yang mana terdapat 1 titik dengan resiko kesalahan paling rendah dan merupakan titik paling mendekati dalam memberikan hasil respon yang diinginkan (Kuhnt and Rudak, 2013).

## BAB 3 KERANGKA PENELITIAN

### 3.1 Kerangka Pikir Penelitian

Penanganan pasca panen umbi porang sangat menentukan produk turunan porang. Musim panen hanya terjadi pada bulan Mei sampai Agustus, pada saat panen raya biasanya porang sangat banyak dan terjadi penimbunan. Penundaan penanganan pasca panen menyebabkan terjadinya kerusakan umbi, secara fisik kerusakan dapat dilihat berupa pembusukan basah atau kering. Sedangkan secara kimia dapat terjadi penurunan kualitas glukomannan pada umbi. Pembusukan basah disebabkan oleh bakteri *Erwinia carotovora subsp. carotovora* dan pembusukan kering (Anonymous, 2016) disebabkan jamur *Fusarium solani*. Untuk mengurangi resiko kebusukan pada umbi maka perlu dilakukan pengolahan untuk memperpanjang masa simpan, salah satu teknologi sederhana yang dapat dilakukan adalah pembuatan chip porang.

Produksi chip porang telah banyak dilakukan oleh masyarakat pengelola sumber daya hutan (MPSDH) di wilayah Madiun, Nganjuk, Pare. Produksi dilakukan secara manual dengan cara tradisional. Umbi porang dicuci selanjutnya dipasrah manual dan dijemur di halaman rumah bahkan ada yang dijemur di areal persawahan yang tidak ditanami, sehingga menghasilkan chip porang yang berwarna gelap. Kualitas chip porang yang diinginkan pasar adalah nilai derajat putih tinggi, bersih dari kotoran, kadar air dibawah 12% dan bebas jamur. Maka dapat dipastikan hasil produksi MSDPH belum bisa memenuhi permintaan pasar dan terjual dengan harga rendah.

Proses pembuatan chip porang sangat dipengaruhi oleh tiga tahapan utama yaitu, pencucian, pengirisan/perajangan serta pengeringan. Dari ketiga proses inilah akan ditentukan nilai mutu chip porang. Keterbatasan pengetahuan pada proses pembuatan menghasilkan chip porang bermutu rendah karena adanya pengotor, salah satunya adalah tanah dan pasir. Material pengotor dapat menempel pada porang karena dua alasan yaitu tidak ada *pre-treatment* pencucian umbi dan pengeringan umbi yang dilakukan di tanah terbuka tanpa alas. Proses pencucian juga dilakukan hanya saat umbi utuh karena jika dilakukan setelah proses perajangan

maka yang terjadi getah umbi membentuk gel menyebabkan pasir atau tanah menempel sehingga sulit untuk dihilangkan. Hal ini dihindari karena dapat menurunkan derajat putih dan kadar glukomanan.

Untuk memperbaiki derajat putih suatu produk juga bisa dilakukan secara kimiawi, salah satunya adalah sulfitasi. Sulfitasi adalah proses pengolahan dengan penambahan sulfat untuk memperbaiki warna, sulfitasi bisa dilakukan dengan perendaman atau pengasapan. Sulfat digunakan dalam bentuk gas  $\text{SO}_2$ , garam Na-, K-Sulfat, bisulfat dan metabisulfat. Perendaman dengan natrium metabisulfat dilakukan dengan dosis 0,05% (b/v) selama 10 menit (Impaprasert *et al.*, 2014) dan 1% (b/v) selama 1 menit (Chua *et al.*, 2012). Proses pengasapan dilakukan dengan mengalirkan gas  $\text{SO}_2$  ke dalam bahan melalui proses pengeringan, proses pengasapan dapat dilakukan beberapa menit (Rahayu, 2012) akan tetapi dosis belum ditemukan. Pengasapan Rendemen sulfat ini nantinya dapat larut dalam etanol saat pencucian tepung porang.

Mekanisasi proses produksi chip porang menggunakan oven pengering sudah dilakukan sebelumnya menggunakan cabinet dryer (Kurniati dkk, 2015), akan tetapi derajat putih chip porang yang dihasilkan belum memuaskan. Hal ini dikarenakan terdapat kelemahan, distribusi panas tidak merata sehingga mengharuskan pemindahan dan penukaran urutan loyang secara manual untuk menghindari pencoklatan pada chip porang yang dekat dengan sumber panas, kegiatan pemindahan manual ini dirasa kurang efisien saat musim panen raya datang. Perbaikan proses pengeringan menggunakan oven pengering tipe baru diharapkan menjadi alternatif, mengingat mesin pengering tipe rak berputar naik turun otomatis belum pernah dilakukan. Alat pengering tipe rak berputar model efek rumah kaca dan *hybrid* telah di aplikasikan pada rosela (Larasati, 2009), jamur tiram putih (Rustam, 2010), dan cengkeh (Putri, 2010).

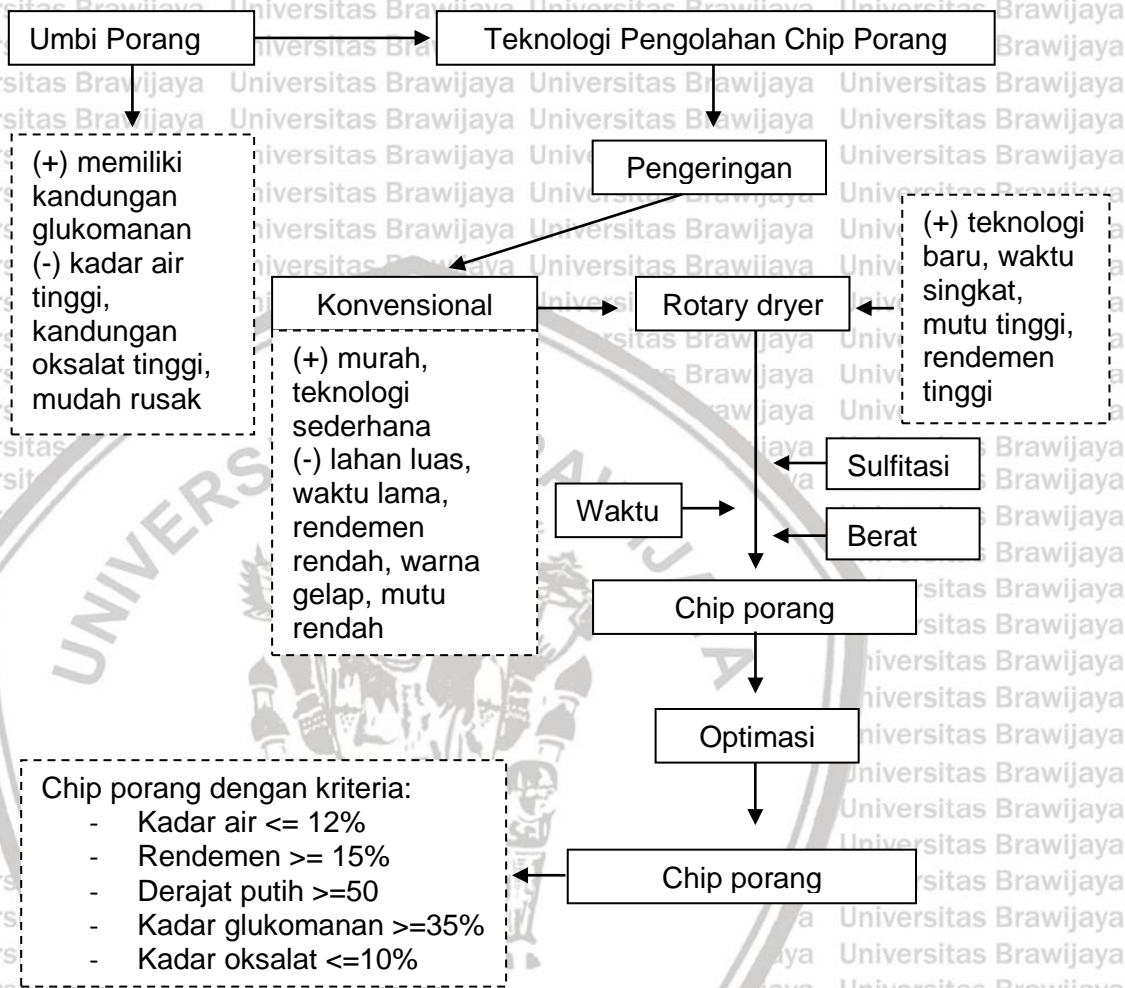
Oven tipe rak berputar (*rotary oven tray*) selama ini hanya digunakan dalam pengovenan roti pada pabrik skala besar. Mesin pengering ini dirancang berputar naik turun secara perlahan dengan kecepatan 8 rpm, dan berputar mengikuti gerak putaran roda gila. Inovasi mesin pengeringan tipe rak berputar untuk pengeringan umbi basah ini bertujuan untuk mendistribusikan panas dari *heater* secara merata ke seluruh loyang pengering, sehingga diharapkan dapat memperbaiki derajat putih.

**3.2 Hipotesis**

1. Diduga proses sulfitasi dapat membantu mencegah penurunan derajat putih
2. Diduga pengeringan menggunakan oven tipe rak berputar dapat mengurangi lama pengeringan, menambah rendemen chips, memperbaiki derajat putih, mempertahankan kadar glukomanan dan meminimalkan kadar kalsium oksalat.



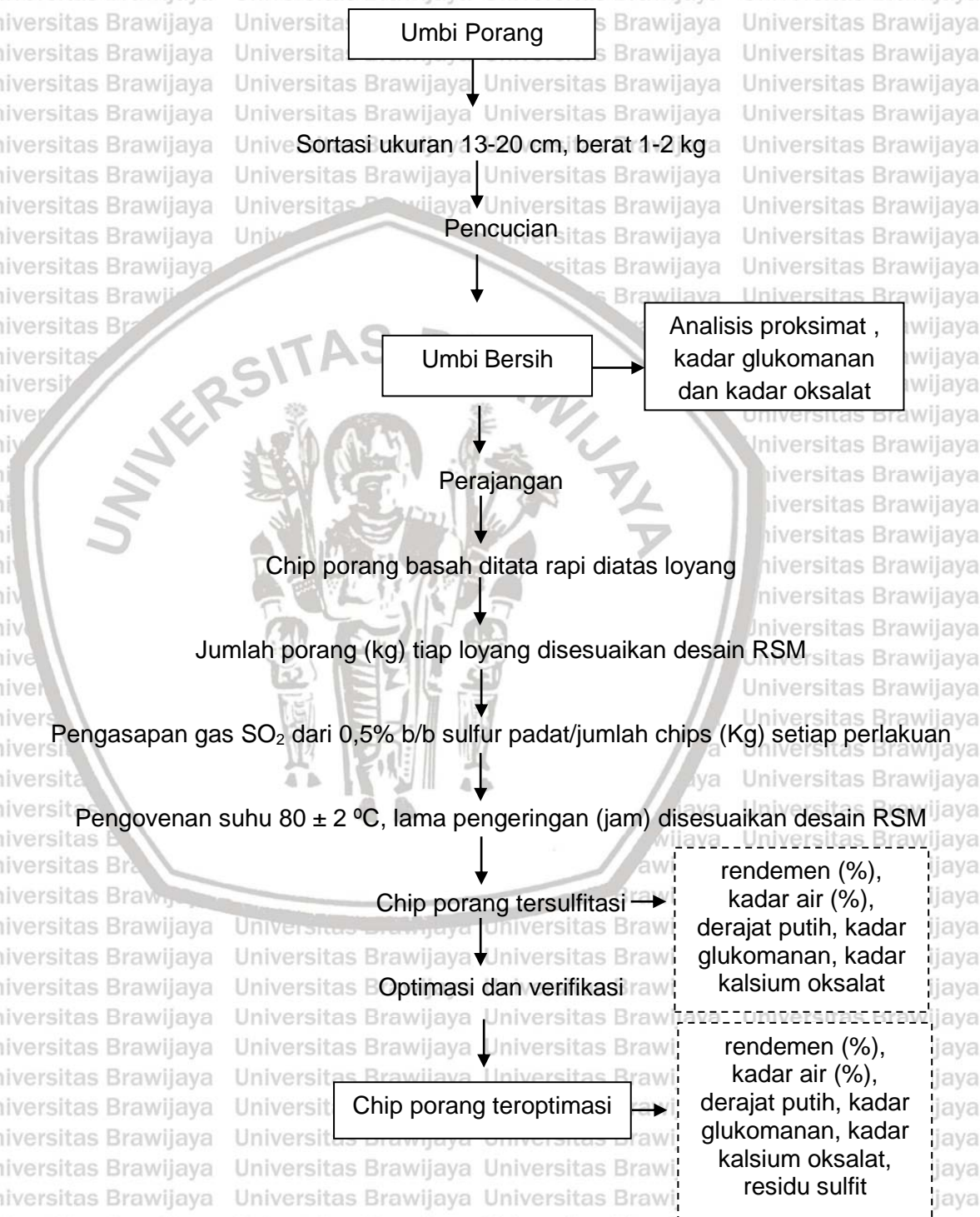
### 3.3 Diagram Alir Kerangka Pikir



Gambar 6. Diagram Alir Kerangka Pikir



### 3.4 Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 7. Kerangka operasional penelitian

## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pilot Plant Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Pengamatan fisik dan kimia dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Analisa Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian ini dilaksanakan Bulan Juni 2016 – Mei 2017.

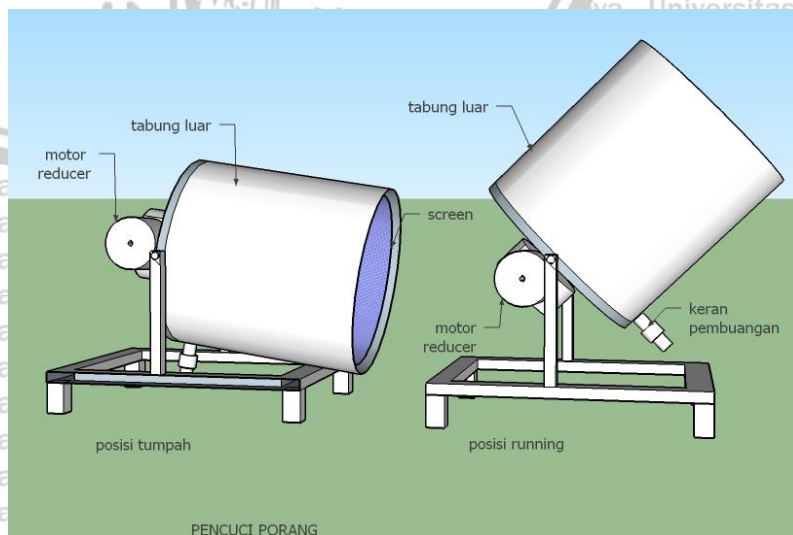
### 4.2 Bahan Dan Alat Penelitian

#### 4.2.1 Bahan

Bahan baku umbi porang didapatkan dari petani porang Rejosari, Bantur, Kabupaten Malang. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah aquades, aquades, asam format-PA, NaOH-PA, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-PA, arsenomolibdat, CaCl<sub>2</sub>-PA, *methyl red*, amonia liquid-PA, KMnO<sub>4</sub>-PA, nelson AB, HCl-PA, NaSO<sub>3</sub>-PA, C<sub>20</sub>H<sub>19</sub>N<sub>3</sub>.HCl, HCHO, sodium tetrachloromercurat, yang diperoleh dari CV. Kridatama Mandiri, CV. Makmur Sejati dan Laboratorium Biokimia dan Analisa Pangan.

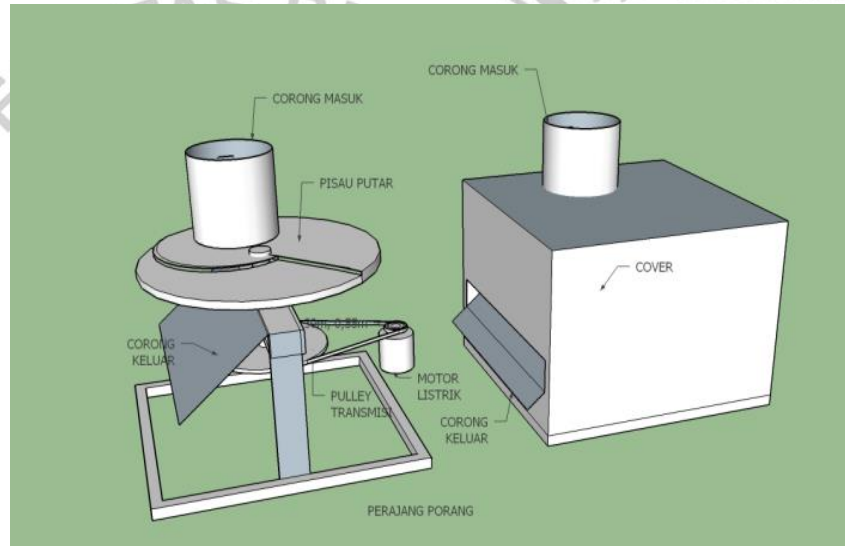
#### 4.2.2 Alat dan Mesin

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat mesin pencuci umbi porang dengan spesifikasi sebagai berikut:



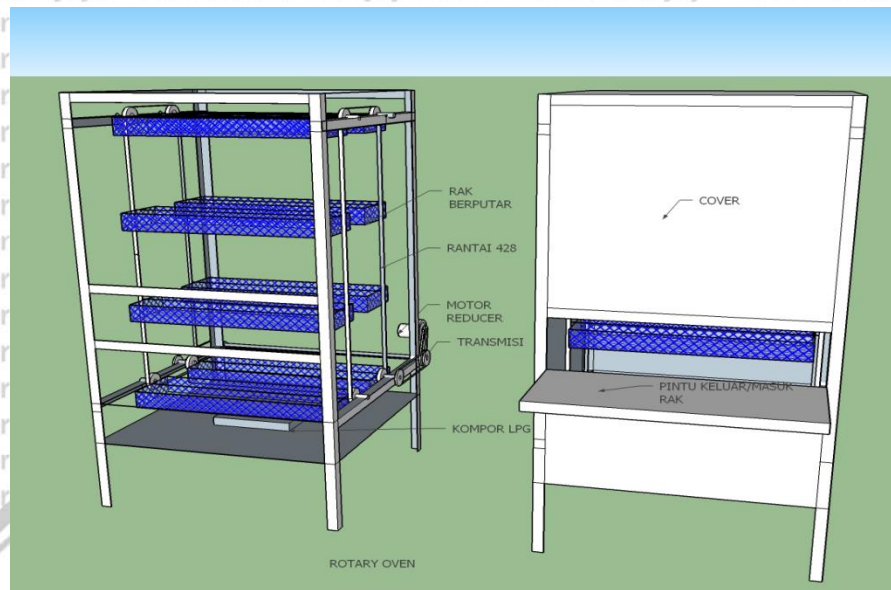
Gambar 8. Mesin pencuci porang

- spesifikasi mesin pencuci porang adalah,
- Diameter tabung luar = 77 cm
  - Tinggi tabung = 70 cm
  - Diameter tabung dalam = 65 cm
  - Tinggi tabung dalam = 65 cm
  - Kemiringan sudut Running = 60 derajat
  - Penggerak = motor listrik 1HP
  - Transmisi = gear box Reducer R60, T 70.
  - Kapasitas mesin = 65 kg



**Gambar 8.** Mesin perajang umbi porang

- Spesifikasi mesin perajang umbi porang adalah,
- Dimensi alat = p x l x t = 45 x 45 x 74 cm
  - Diameter pisau = 40 cm
  - Tebal pisau = 4 mm
  - Penggerak = motor listrik 1/2 HP
  - Kecepatan = 250 rpm
  - Kapasitas = 7 kg/ menit
  - Dan oven tipe rak berputar untuk pengeringan chip porang dengan spesifikasi sebagai berikut :



**Gambar 9.** Oven tipe rak berputar.

Spesifikasi teknis: oven pengering rak berputar adalah:

- Body ukuran = P x L x T: 2 x 1.2 x 1.2 m
- Ukuran Loyang = 92 x 30 x 10 cm
- Kapasitas Loyang = 7 kg/buah ada 8 loyang
- Kapasitas pengeringan = 80-100 Kg/ 15 jam, kadar air 12%.
- Motor = ¼ PK
- Kecepatan gerak loyang = 8 rpm
- Rangka = Besi
- Loyang = Galvanis
- Body = *steinless steel*
- Sumber panas = LPG

Alat-alat yang digunakan untuk analisis antara lain: glassware merk *Pyrex* & *Schoot Duran*, bola hisap, botol semprot, tube, spatula, *shaker waterbath* merk *Memert*, *sentrifuge* merk *Thermo*, timbangan analitik merk *Denver Instrumen*, oven listrik, desikator, kompor listrik, spektrofotometer merk *Labomed Inc*, viscometer merk *Elcometer 2300 RV*, color reader merk *Minolta CR-100*, *infrared temperature*, seperangkat alat titrasi, seperangkat alat destilasi, *Muffle furnace* merk *Thermolyne*.

### 4.3 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui performa mesin pengering tipe rak berputar dengan optimasi menggunakan *Respons Surface Method* (RSM) dua faktor yaitu; X1 = lama pengeringan dan X2 = jumlah bahan yang dikeringkan, hasil yang diamati adalah rendemen (%), kadar air (%), derajat putih, kadar glukomannan (%) dan kadar oksalat (%).

#### 4.3.1 Pengeringan chip porang

Pengeringan chip porang dengan oven tipe rak berputar di rancang menggunakan optimasi proses pengeringan menggunakan rancangan kurva respon permukaan atau response surface method (RSM), dengan X1 = faktor 1 = lama pengeringan dan X2 = faktor 2 = jumlah bahan yang dikeringkan. Respon yang diamati adalah rendemen (%), kadar air (%), derajat putih, kadar glukomannan (%) dan kadar oksalat (%). Suhu oven akan di set atau diatur on/off pada suhu  $80 \pm 2$  °C. Hubungan lama pengeringan dan jumlah chip yang dikeringkan dapat dilihat pada Tabel 3 .

**Tabel 3.** Hubungan variabel bebas dan level perlakuan dalam perancangan percobaan dengan RSM

Variabel bebas	Level perlakuan				
	Axial minus	Minimal	Pusat	Maksimal	Axial Plus
Lama pengeringan (Jam)	11,17	12,00	14,00	16,00	16,83
Jumlah Chip (Kg)	43,04	48,00	60,00	72,00	76,96

Prediksi lama pengeringan dapat dihitung juga berdasarkan perhitungan matematis, seperti dalam Toledo (1991). Diperlukan data tambahan dari literatur untuk mengasumsikan karena tidak semua variabel pada porang diketahui. Awalnya prediksi dilakukan dengan menghitung kemampuan difusi air ( $R_c$ ) tiap kilogram bahan ke lingkungan dalam satu satuan waktu (menit). Setelah didapatkan  $R_c$  kemudian dilakukan prediksi dengan menghitung lama pengeringan berdasarkan jumlah chips (Kg) sesuai dengan perlakuan dalam desain RSM. Fungsinya adalah sebagai koreksi bahwa waktu yang disusun dalam desain RSM relevan atau tidak.

Proses selanjutnya adalah tahap pengeringan, penelitian dilakukan dengan menggunakan mesin pengering rancangan baru yaitu *rotary oven tray* (ROT).

Rancangan ini merupakan pembaharuan dari model pengering efek rumah kaca tipe rak berputar untuk pengeringan pengeringan rosela (Larasati, 2009), cengkeh (Putri,

2010), dan jamur tiram putih (Rustam, 2010). Perbedaannya terletak pada sumber panasnya, pada ROT menggunakan tenaga panas dari kompor gas sedangkan sebelumnya menggunakan tenaga panas matahari dengan efek rumah kaca.

Perancangan penelitian menggunakan program design expert 7.1.5 dan didesain dalam skala laboratorium bukan penelitian skala *pilot plant*. Menurut Sobri (2016), *pilot plant* adalah pabrik atau sistem produksi dalam skala kecil dengan kapasitas 10% dari pabrik yang ada dalam skala normal serta mengacu dari desain yang telah dibuat terdahulu. Pelaksanaan kegiatan penelitian atau proyek percontohan yang dirancang sebagai pengujian untuk menunjukkan keefektifan pelaksanaan, dampak dan keekonomisannya disebut *pilot project*.

Penyesuaian desain penelitian untuk skala *pilot plant* disini disesuaikan dengan proses termal dan kapasitas ROT. Mesin ROT memiliki delapan *tray/rak*, dimana disetiap perlakuan berdasarkan faktor berat chips yang dikeringkan. Peningkatan skala percobaan merupakan target penelitian sebagai basis untuk perancangan industri serta merupakan kunci penghubung antara laboratorium dan industri (Wijana, 2012). Berikut ini adalah rancangan percobaan optimasi proses pengeringan chip dengan metode RSM,

**Tabel 4.** Respon akibat lama pengeringan dan jumlah yang berbeda

Perlakuan	Kode		Aktual				Respon		
	X1	X2	Lama Pengeringan (Jam)	Jumlah Chip (Kg)	Rendemen (%)	Kadar Air (%)	Derajat Putih	Kadar oksalat (%)	Kadar glukomanan (%)
1	1	1	16.00	72.00					
2	1	-1	16.00	48.00					
3	-1	-1	12.00	48.00					
4	-1	1	12.00	72.00					
5	0	1.41	14.00	76.96					
6	-1.41	0	11.17	60.00					
7	0	-1.41	14.00	43.04					
8	1.41	0	16.83	60.00					
9	0	0	14.00	60.00					
10	0	0	14.00	60.00					
11	0	0	14.00	60.00					
12	0	0	14.00	60.00					
13	0	0	14.00	60.00					

#### 4.3.2 Pengamatan

Pengamatan meliputi: Rendemen (%), Kadar Air (%), derajat putih chip, kadar glukomannan (%) dan kadar oksalat (%). Optimasi proses di hitung dengan program perangkat lunak (software) Design Expert atau DX Versi Trial 7.1.5 (Minneapolis, MN, USA). Verifikasi percobaan dilakukan terhadap prediksi lama pengeringan dan jumlah chip yang optimum pada proses optimasi pengeringan chip dengan oven pengering tipe rak berputar.

#### 4.4 Tahapan Penelitian

##### 4.4.1 Tahapan Pengeringan

- Umbi hasil pencucian di masukkan mesin perajangan dengan kapasitas 7 kg/menit dengan ketebalan  $4 \pm 0,2$  mm.
- Chip porang basah ditata rapi diatas loyang pengering (masing-masing loyang diisi chips basah dengan jumlah sesuai perlakuan pada Tabel 4.)
- Loyang berisi chips porang dimasukkan pada ROT
- Ditimbang 0,5% b/b sulfur padat/jumlah chips (Kg) setiap perlakuan, sulfur padat disebar diatas bak pasir diatas kompor pemanas.
- Kompor pemanas dinyalakan dan sulfur padat akan berubah fase menjadi asap/gas (sulfit), udara panas yang mengandung sulfit dihembuskan dengan bantuan blower.
- Pengasapan (sulfitasi) berlangsung sampai aroma sulfur pudar kemudian dilanjutkan dengan pemanasan dengan hembusan udara panas.
- Suhu didalam ROT dapat dikontrol melalui termometer yang menempel pada badan oven dan pengaturan suhu dilakukan dengan mengatur ulir tekanan gas pada kompor.
- Lama pengeringan (sesuai Tabel 4.) dihitung setelah suhu pada termometer mencapai  $80^{\circ}\text{C}$ , chip porang kering diangkat dari dalam oven dan disimpan dalam keadaan kemasan kedap udara.
- Chip porang kering hasil pengeringan ditimbang (Kg) untuk dilakukan analisis rendemen.

#### 4.4.2 Prosedur Analisis

Analisa yang dilakukan meliputi analisa rendemen, kadar air, kadar glukomanan, kadar kalsium oksalat, kadar rendemen sulfit (Lampiran 1.). Analisa rendemen kadar sulfit dilakukan pada chips kering optimum.

#### 4.5 Analisa Data

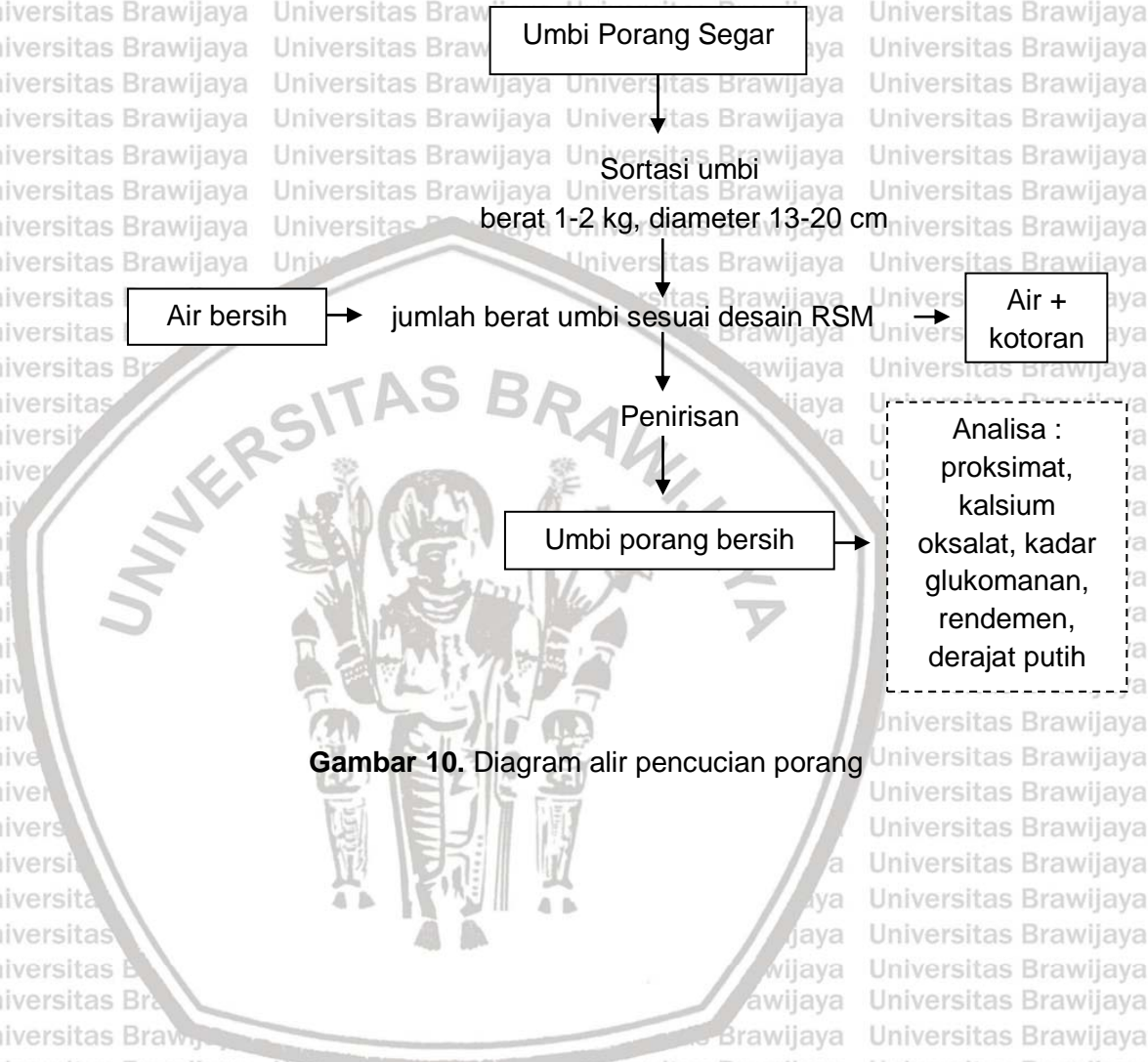
Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan DX 7.1.0 versi trials, ANOVA, model kurva untuk response percobaan, persamaan model, dan prediksi optimasi proses pengeringan akan dianalisa dengan program DX 7.1.0. Data pendukung dianalisa menggunakan Minitab 16.





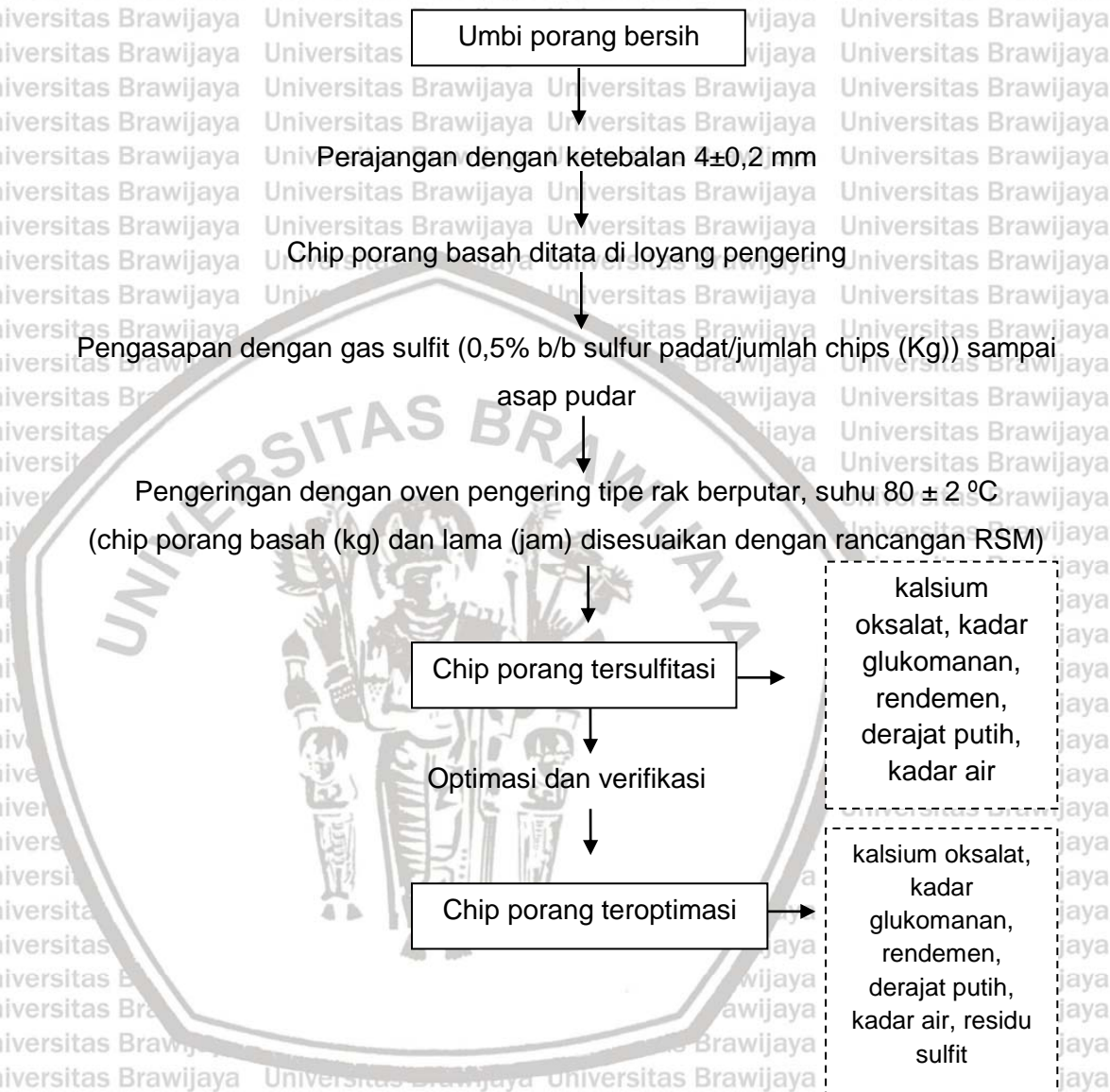
4.6 Diagram Alir Penelitian

4.6.1 Diagram Alir pencucian umbi porang



Gambar 10. Diagram alir pencucian porang

4.6.2 Diagram Alir pengeringan chip porang



Gambar 11. Diagram alir pengeringan porang

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). Umbi porang yang didapatkan dilakukan *pre-treatment* dahulu berupa sortasi pencucian dan pegecilan ukuran sebelum dilakukan pengeringan. Pegecilan ukuran dilakukan dengan menggunakan mesin perajang atau *slicer* bermata pisau tunggal dengan hasil ketebalan irisan  $4,2 \pm 0,1$  mm. Setelah proses perajangan segera dilakukan pemisahan irisan umbi porang basah, karena umbi akan mengeluarkan getah berupa gel. Apabila setiap irisan umbi dibiarkan terlalu lama getah atau gel tersebut dapat merekatkan antara irisan umbi satu dengan yang lainnya. Kandungan fisik dan kimia umbi porang yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1.** Karakteristik Fisik dan Kimia Umbi Porang

Parameter	Hasil Analisa (%)
Kadar Protein	$0.91 \pm 0.0035$
Kadar Lemak	$0.07 \pm 0.0028$
Kadar Air	$80.58 \pm 0.0049$
Kadar Abu	$1.00 \pm 0.0014$
Total Karbohidrat	$17.44 \pm 0.0063$
Kadar Kalsium Oksalat	$5.85 \pm 0.0007$
Kadar Glukomanan	$3.69 \pm 0.0021$

### 5.2 Tahap Optimasi Pengeringan Chip Porang

Penelitian pengeringan porang ini menggunakan penentuan titik optimum analisa permukaan respon dengan rancangan komposit terpusat. Dalam rancangan ini memerlukan daerah percobaan dengan titik tengah. Titik tengah percobaan yang diduga sebagai titik optimum dalam pengeringan porang adalah waktu pengeringan 12 jam dan berat umbi yang dikeringkan 60 Kg.

Variabel pada analisa permukaan respon ada dua, yaitu variabel terkode dan variabel sebenarnya. Variabel terkode digunakan untuk mempermudah proses perhitungan dan variabel sebenarnya. Kode 1 dan -1 digunakan untuk menyatakan taraf tertinggi dan terendah dari masing-masing peubah bebas, kode 0 menyatakan titik tengah kedua taraf tersebut (Dewi A.K, *et al*, 2013). Perluasan perlakuan dilakukan untuk mendapatkan respon yang optimum, perlakuan kode (-1) untuk level dibawah nilai tengah dan kode (1) untuk level diatas nilai tengah. Variabel sebenarnya untuk kode (-1) waktu pengeringan selama 12 jam dan berat umbi sebanyak 48 kg, sedangkan untuk kode (1) waktu pengeringan selama 16 jam dan berat umbi 72 kg. Titik tengah terkode (0) untuk variabel sebenarnya waktu pengeringan yaitu selama 14 jam dengan berat umbi sebanyak 60 kg. Selain ketiga titik di atas (-1, 0, 1) dalam rancangan komposit terpusat juga diperluas dengan titik axial negatif ( $-\alpha$ ) dan positif ( $\alpha$ ). Titik axial didapatkan dari perluasan matriks yang dirumuskan  $\alpha = 2^{k/4}$ , dimana k adalah banyaknya variabel yang di uji.

Titik-titik yang sudah ditentukan nilainya dapat diplotkan dalam program *design expert 7.10* versi trials (DX7) maka didapatkan 13 kombinasi perlakuan waktu pengeringan dan berat umbi. Data hasil uji optimasi menggambarkan pengaruh lama pengeringan dan banyaknya umbi yang dikeringkan. Kombinasi perlakuan optimasi beserta data respon rendemen, kadar air, derajat putih, kadar glukomanan dan kadar kalsium oksalat dari rancangan komposit terpusat disajikan pada **Tabel 5.2**.

Berdasarkan software DX7 model statistik yang ditawarkan adalah kuadratik, linier, 2F1 (interaksi dua faktor) dan kubik. Pemilihan model yang paling sesuai untuk menentukan respon optimum berdasarkan evaluasi model dari sistem komputerisasi DX7. Data pada **Tabel 5.2** berikut digunakan untuk mencari titik optimasi berat dan lama pengeringan pada proses pengeringan chips porang. Berdasarkan data yang sudah dimasukkan pada software *Design Expert 7.1.5*, dapat diprediksikan model persamaan untuk setiap respon.

**Tabel 5.2** Hasil Penelitian Pengeringan Chip Porang

std	R un	Berat (Kg)	Lama Pengeringan (Jam)	Rende men (%)	Kadar Air (%)	Derajat Putih	Kadar Glukoman an (%)	Kadar Kalsium Oksalat (%)
1	3	48.00	12.00	17.67	7.72	44.84	32.01	11.02
2	6	72.00	12.00	23.13	11.56	50.27	40.75	11.98
3	11	48.00	16.00	18.82	7.92	49.47	45.14	10.91
4	5	72.00	16.00	25.67	10.13	49.27	45.05	11.36
5	10	43.03	14.00	16.25	7.34	49.60	47.17	10.35
6	7	76.97	14.00	25.67	10.13	40.42	31.61	11.81
7	4	60.00	11.17	19.20	7.78	56.48	46.36	9.28
8	8	60.00	16.83	18.13	8.21	55.24	45.33	9.62
9	13	60.00	14.00	18.75	8.75	46.18	47.86	8.10
10	9	60.00	14.00	18.33	8.00	45.06	49.33	6.97
11	12	60.00	14.00	18.75	8.00	43.46	49.03	6.75
12	2	60.00	14.00	20.00	9.00	45.62	52.25	6.41
13	1	60.00	14.00	21.50	10.85	43.02	45.39	7.65

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

Keterangan: \*tanpa satuan, dimana nilai 98,23 diasumsikan sebagai warna putih (standar barium sulfat)

### 5.2.1 Analisis Rendemen Chips Porang

#### 5.2.1.1 Pemilihan Model Respon

Berdasarkan Jumlah kuadrat dari urutan model (**Sequential Model Sum Square**) hasil yang diperoleh pada tabel di atas menunjukkan bahwa model yang disarankan (*Suggested*) adalah model *Linear vs Mean* 0.0014 (0.14%). Penentuan model berdasarkan nilai p kurang dari 5%. Sehingga model *Linear vs Mean* disarankan (*suggested*) oleh program DX 7.1.5. yang merupakan nilai paling kecil. Hal ini memperkuat pemilihan model Linear sebagai model yang tepat terhadap respon rendemen.

**Tabel 5.3** Sequential Model Sum of Squares

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Mean vs Total	5303.99	1	5303.99			
Linear vs Mean	78.80	2	39.4004	13.71	0.0014	Suggested
2FI vs Linear	6.35	1	6.3546	2.55	0.1445	
Quadratic vs 2FI	11.20	2	5.60052	3.50	0.0882	
Cubic vs Quadratic	0.79	2	0.39585	0.19	0.8324	Aliased
Residual	10.40	5	2.07938			
Total	5411.54	13	416.272			

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

**Tabel 5.4** Model Summary Statistics Respon Rendemen

Sumber	Standar Deviasi	R2	Adj R2	Pred. R2	PRESS	Keterangan
Linear	1.70	0.73272	0.67927	0.53	51.0677	Suggested
2FI	1.58	0.79181	0.72242	0.57	45.9605	
Quadratic	1.26	0.89596	0.82165	0.76	26.3428	
Cubic	1.44	0.90333	0.76798	0.38	66.5209	Aliased

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

Evaluasi pemilihan model statistik untuk respon rendemen berdasarkan model uraian jumlah kuadrat disajikan pada **Tabel 5.3. dan 5.4.** Pemilihan model respon berdasarkan nilai  $p < 5\%$ , model uraian yang disarankan oleh program DX 7.1.5 adalah Linear vs Mean. Nilai  $p$ -valuenya lebih dari 5%, nilai *predicted*  $R^2$  minus dan nilai PRESS sangat tinggi. Berkaitan dengan faktor komposisi umbi porang berkadar air tinggi maka menjadi sangat wajar apabila hanya didapatkan rendemen yang rendah. Selain kadar air sebagai faktor utamanya, adanya kehilangan (*losses*) selama proses dapat mempengaruhi nilai rendemen tersebut. Perpaduan antara lama pengeringan dan banyaknya umbi yang dikeringkan dapat menaikkan rendemen chip porang secara linear.

Nilai standar deviasi yang ditunjukkan **Table 5.4** berdasarkan model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik berturut-turut adalah 1,70, 1.58, 1.26 dan 1.44. Standar deviasi menunjukkan keragaman data. Semakin rendah nilai standar deviasi maka

nilai keragaman data juga rendah. Kolom prediksi  $R^2$  yang dipilih program adalah model Linier sebesar 0.7327 (73.27%). Kolom PRESS yang dipilih program model linier dengan nilai 51.068. Prediksi kesalahan jumlah kuadrat ditunjukkan dengan PRESS (*Prediction Residue Error Sum of Square*), jika nilai PRESS rendah maka prediksi kesalahan juga semakin rendah.

**5.2.1.2 Analysis Of Variance (ANOVA) Respon Rendemen**

Hasil analisis ragam (ANOVA) respon rendemen berdasarkan nilai selang kepercayaan (*p-value*) dan ketidaksesuaian (*lack of fit*). **Tabel 5.5** menunjukkan model linier dari variabel lama pengeringan dan berat chips memberikan pengaruh nyata untuk respon rendemen dengan *p-value* 0.14% (0.0014). Pada kolom *lack of fit* atau ketidaksesuaian model memiliki nilai sebesar 0,4080 (40.80%) lebih besar dari *p-value* 5% ( $p > 0,05$ ), hal tersebut menunjukkan ketidaksesuaian model tidak memberikan pengaruh nyata terhadap respon rendemen. Variabel berat chips memberikan pengaruh nyata dengan *p-value* kurang dari 5% ( $p > 0.05$ ) yaitu sebesar 0.04% (0.0042). Variabel lama pengeringan (linier) memberikan pengaruh nyata terhadap respon rendemen. Hal ini dikarenakan semakin tinggi berat chip porang yang dikeringkan maka semakin banyak akumulasi kadar air yang harus uapkan dari chip.

**Tabel 5.5** Analysis Of Variance (Anova) Respon Rendemen

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Model	78,80	2	39,4004	13,71	0.0014	significant
A- berat	78,78	1	78,785	27,41	0.0004	
B- waktu pengeringan	0,02	1	0,01587	0,01	0.9422	
Residual	28,74	10	2,87442			
Lack of Fit	19,15	6	3,19209	1,33	0.4080	not significant
Pure Error	9,59	4	2,39792			
Cor Total	107,55	12				

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

Berdasarkan hasil ANOVA, model linier pada respon rendemen akan menghasilkan persamaan linear dari angka aktual model yang terpilih sebagai berikut:

$$Y_1 = 20.20 - 3.14 X_1 + 0.045 X_2$$

Keterangan :

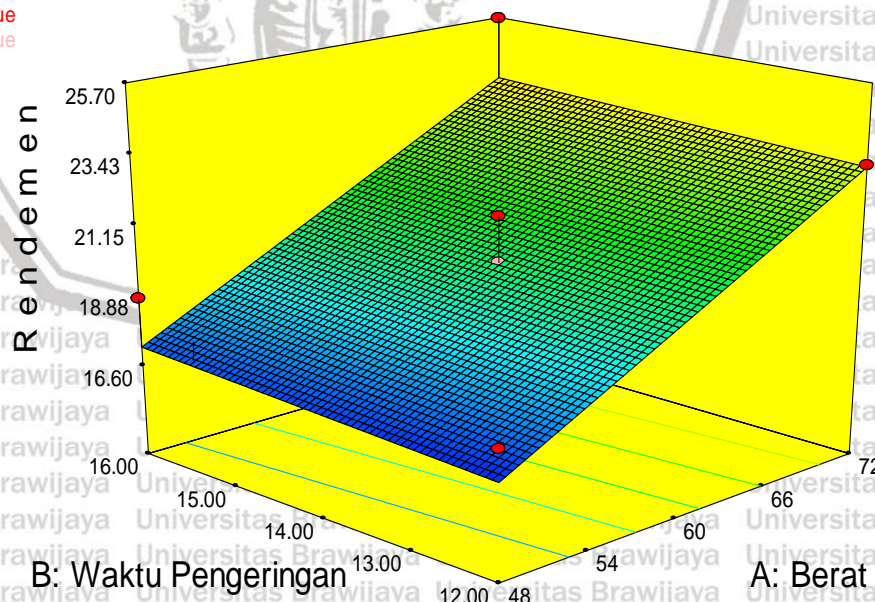
$Y_1$  = rendemen (%)

$X_1$  = berat

$X_2$  = waktu pengeringan

Persamaan diatas dapat digunakan untuk mengetahui respon rendemen apabila lama pengeringan dan berat chips pada proses pengeringan yang sama atau berbeda nilai variabelnya. Jika koefisien X bernilai negatif, kenaikan nilai X akan mengakibatkan penurunan pada Y dan sebaliknya jika koefisien X bernilai positif, kenaikan nilai X akan menyebabkan kenaikan pada nilai Y (Edwards, 2009).

**Gambar 5.1** menunjukkan hubungan antara berat chips dengan waktu pengeringan terhadap respon rendemen. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa pengaruh waktu pengeringan dan berat chips bersifat linear terhadap respon rendemen. Rendemen akan meningkat seiring dengan menurunnya waktu pengeringan dan bertambahnya berat chips.



**Gambar 5.1** Kurva Permukaan Respon Rendemen



## 5.2.2 Analisis Kadar Air Chips Porang

### 5.2.2.1 Pemilihan Model Respon

Evaluasi pemilihan model statistik untuk respon kadar air berdasarkan model uraian jumlah kuadrat disajikan pada **Tabel 5.6 dan 5.7**. Pemilihan model respon berdasarkan nilai  $p < 5\%$ , model uraian yang disarankan oleh program DX 7.1.5. adalah *Linear vs Mean* dengan nilai  $p$  value 1.5 %.

**Tabel 5.6** Tabel Sequential Model Sum of Square Respon Kadar Air

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Mean vs Total	1024.22	1	1024.22			
Linear vs Mean	12.5375	2	6.26874	6.57899	0.015	Suggested
2FI vs Linear	0.66422	1	0.66422	0.6744	0.4327	
Quadratic vs 2FI	0.56322	2	0.28161	0.23747	0.7947	
Cubic vs Quadratic	0.97586	2	0.48793	0.33305	0.7315	Aliased
Residual	7.32511	5	1.46502			
Total	1046.29	13	80.4835			

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

**Tabel 5.6** menunjukkan bahwa model yang disarankan adalah model *linear*. Penentuan model berdasarkan nilai  $p$  kurang dari 5%. Nilai  $p$  yang dihasilkan dengan model *2FI*, *Quadratic* dan *Qubic* berturut-turut yaitu 0.4327 (43.27%), 0.7947 (79.47%) dan 0.7315 (73.15%) yang menunjukkan bahwa peluang kesalahan model *2FI*, *Quadratic* dan *Qubic* lebih dari 5% yang berarti model tidak berpengaruh nyata terhadap respon kadar air. Nilai  $p$  pada model *Linear* sebesar 0.0062 (0.62%) disarankan (*suggested*) oleh program artinya model *Linear* berpengaruh nyata terhadap respon kadar air karena nilai  $p$  paling rendah.

**Tabel 5.7** Tabel Summary Statistics Respon Kadar Air

Source	Standart deviasi	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	Keterangan
Linear	0.97614	0.568184	0.48182	0.302742	15.3856	Suggested
2FI	0.99243	0.598285	0.464381	0.166883	18.3835	
Quadratic	1.08897	0.62381	0.355103	-0.303939	28.7726	
Cubic	1.21038	0.668035	0.203284	-4.816009	128.336	Aliased

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

Kadar air merupakan salah satu faktor penentu kualitas chips porang, Nilai yang ditunjukkan pada kolom standar deviasi berdasarkan model *Linear*, *2FI*, *Quadratic* dan *Qubic* berturut-turut adalah 0.97, 0.99, 1.08 dan 1.21. Keragaman data ditunjukkan dengan nilai standar deviasi. Jika nilai standar deviasi tinggi maka keragaman data yang dihasilkan juga tinggi. Jadi model tersebut memiliki tingkat keragaman data yang tinggi, karena memiliki nilai standar deviasi mendekati satu. Kolom PRESS menunjukkan masing-masing nilai berdasarkan model *Linear*, *2FI*, *Quadratic* dan *Cubic* yaitu 15.38, 18.38, 28.77 dan 128.336. Prediksi kesalahan jumlah kuadrat ditunjukkan dengan PRESS (*Prediction Residue Error Sum of Square*), jika nilai PRESS rendah maka prediksi kesalahan juga semakin rendah.

**5.2.2.2 Analysis Of Variance (ANOVA) Respon Kadar Air**

**Tabel 5.12** Analysis Of Variance (ANOVA) Respon Kadar Air

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Model	12.5375	2	6.268743	6.578993	0.015	significant
A-Berat	12.4891	1	12.48914	13.10725	0.0047	
B-Waktu						
Pengeringan	0.04834	1	0.048343	0.050736	0.8263	
Residual	9.52842	10	0.952842			
Lack of Fit	4.07542	6	0.679237	0.498248	0.7874	not significant
Pure Error	5.453	4	1.36325			
Cor Total	22.0659	12				

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

Hasil analisis ragam (ANOVA) respon rendemen berdasarkan nilai selang kepercayaan (*p-value*) dan ketidaksesuaian (*lack of fit*). **Tabel 5.12** menunjukkan model linier dari variabel lama pengeringan dan berat chips memberikan pengaruh nyata untuk respon rendemen dengan *p-value* 1,5% (0.015). Pada kolom *lack of fit* atau ketidaksesuaian model memiliki nilai sebesar 0,7874 (78,74%) lebih besar dari *p-value* 5% ( $p > 0,05$ ), hal tersebut menunjukkan ketidaksesuaian model tidak memberikan pengaruh nyata terhadap respon kadar air. Variabel berat chips memberikan pengaruh nyata dengan *p-value* kurang dari 5% ( $p > 0,05$ ) yaitu sebesar 0.47% (0.0047). Variabel lama pengeringan (linier) memberikan tidak nyata terhadap respon kadar air. Hal ini dikarenakan semakin tinggi berat chip porang yang dikeringkan maka semakin banyak akumulasi kadar air yang harus uapkan dari chip, sehingga waktu pengeringan yang diterapkan belum cukup untuk menguapkan air yang ada didalam bahan chip porang basah.

Berdasarkan hasil ANOVA, model linier pada respon kadar air akan menghasilkan persamaan linear dari angka aktual model yang terpilih sebagai berikut:

$$Y_2 = 8.88 + 1.25 X_1 - 0.07 X_2$$

Keterangan :

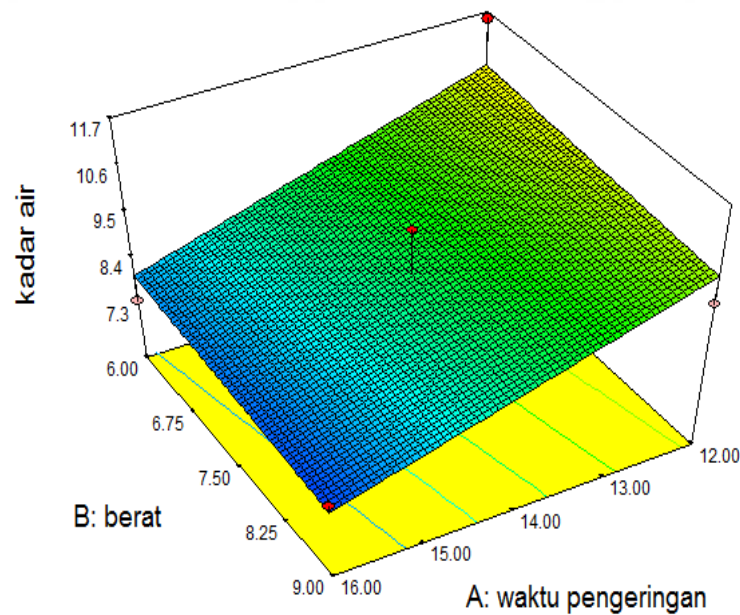
$Y_2$  = kadar air (%)

$X_1$  = berat

$X_2$  = waktu pengeringan

Persamaan diatas dapat digunakan untuk mengetahui respon kadar air apabila lama pengeringan dan berat chips pada proses pengeringan yang sama atau berbeda nilai variabelnya. Jika koefisien X bernilai negatif, kenaikan nilai X akan mengakibatkan penurunan pada Y dan sebaliknya jika koefisien X bernilai positif, kenaikan nilai X akan menyebabkan kenaikan pada nilai Y (Edwards, 2009).

**Gambar 5.2** menunjukkan hubungan antara berat chips dengan waktu pengeringan terhadap respon kadar air. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa pengaruh waktu pengeringan dan berat chips bersifat linear terhadap respon kadar air. Kadar air akan meningkat seiring dengan menurunnya waktu pengeringan dan bertambahnya berat chips.



Gambar 5.2 Kurva Permukaan Respon Kadar Air

### 5.2.3 Analisis Derajat putih Chips Porang

#### 5.2.3.1 Pemilihan model respon

**Tabel 5.13** menunjukkan bahwa model terbaik yang disarankan adalah model linear vs mean. Nilai p yang dihasilkan sebesar 0.0132 (1.32%) lebih kecil dari 0.05 (5%) model Linear berpengaruh nyata terhadap respon derajat putih. Nilai p model linear vs mean lebih kecil dibandingkan dengan model lain, sehingga disarankan menggunakan model tersebut. Ini membuktikan bahwa kriteria pemilihan model linear vs mean sebagai model yang tepat terhadap respon derajat putih.

Berdasarkan data **table 5.8** dihasilkan nilai p model 2FI vs Linear, Quadratic vs 2FI, dan Cubic vs Quadratic berturut-turut sebesar 0.8872 (88.72%), 0.2193 (21.93%) dan 0.2796 (27.96%).

**Tabel 5.13** sequential model sum of square respon derajat putih

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Mean vs Total	29469,2	1	29469,2			
Linear vs Mean	153,215	2	76,6076	6,88863	0.0132	Suggested
2FI vs Linear	0,26251	1	0,26251	0,02129	0.8872	
Quadratic vs 2FI	39,0294	2	19,5147	1,89946	0.2193	
Cubic vs Quadratic	28,7212	2	14,3606	1,66228	0.2796	Aliased
Residual	43,1956	5	8,63913			
Total	29733,6	13	2287,2			

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

**Tabel 5.14** Summary Statistics Respon Derajat Putih

Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	Keterangan
Linear	3,3348	0,57943	0,49532	0,19868	211,889	Suggested
2FI	3,51103	0,58042	0,44056	-0,0085	266,673	
Quadratic	3,20528	0,72802	0,53376	-0,5527	410,573	
Cubic	2,93924	0,83664	0,60794	-5,1637	1629,83	Aliased

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

Pada **Tabel 5.14** Model terbaik yang disarankan oleh design expert adalah model linear. Nilai yang ditunjukkan pada kolom standar deviasi berdasarkan model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik berturut-turut adalah 3.33, 3.51, 3.20, dan 2.93. Keragaman data ditunjukkan dengan Nilai standar deviasi. Jika nilai standar deviasi rendah maka keragaman data yang dihasilkan juga rendah. Sehingga model yang memiliki tingkat keragaman data yang rendah adalah model Kuadratik, karena memiliki nilai standar deviasi yang paling rendah. Pada kolom R-squared masing-masing model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik memiliki nilai berturut-turut yaitu 0.58, 0.58, 0.73 dan 0.84.

Nilai R-square tertinggi adalah model linear jika dibandingkan dengan model lain. Kolom PRESS menunjukkan masing-masing nilai berdasarkan model model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik yaitu 211.89, 266.67, 410.57 dan 1629.83. Pada

kolom PRESS nilai terendah adalah model kuadratik. PRESS (Prediction Residue Error Sum of Square) menunjukkan prediksi kesalahan jumlah kuadrat. Apabila nilai PRESS rendah maka prediksi kesalahan juga semakin rendah. Ini menunjukkan bahwa model kuadratik memberikan tingkat kesalahan data yang kecil, karena model ini akan memberikan hubungan yang lebih kuat antara variable bebas dengan variable terikat.

### 5.2.2.2 Analysis Of Variance (ANOVA) Respon Derajat Putih

**Tabel 5.18** Analysis Of Variance (ANOVA) Respon Derajat Putih

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Model	153,215	2	76,6076	6,88863	0.0132	significant
A- berat	149,643	1	149,643	13,4561	0.0043	
B- waktu pengeringan	3,57172	1	3,57172	0,32117	0.5834	
Residual	111,209	10	11,1209			not significant
Lack of Fit	93,0356	6	15,5059	3,41293	0.1275	significant
Pure Error	18,1732	4	4,54329			
Cor Total	264,424	12				

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

Variabel berat chip memberikan pengaruh nyata terhadap respon derajat putih. Hal ini ditunjukkan dengan p-value lebih dari 5% ( $p < 0.05$ ) yaitu sebesar 0.0043 (0.43%). Variabel waktu pengeringan model kuadratik memberikan pengaruh tidak nyata terhadap respon derajat putih dengan p-value 58.34% (0.5834). Sedangkan *lack of fit* pada model linear sebesar 0.1275 (12.75%). Hal tersebut hanya berpengaruh terhadap ketepatan pemilihan model kuadratik yang disarankan oleh program.

Berdasarkan hasil ANOVA, model linier pada respon derajat putih akan menghasilkan persamaan linear dari angka aktual model yang terpilih sebagai berikut:

$$Y_3 = 44.67 - 0.97 X_1 + 0.23 X_2 - 1.41 X_1 X_2 - 0.32 X_1^2 + 5.10 X_2^2$$

Keterangan :

$Y_3$  = derajat putih

$X_1$  = berat (Kg)

$X_2$  = waktu pengeringan (Jam)

$X_1X_2$  = berat x waktu pengeringan

$X_1^2$  = berat<sup>2</sup>

$X_2^2$  = waktu pengeringan<sup>2</sup>

Persamaan diatas dapat digunakan untuk mengetahui respon derajat putih apabila lama pengeringan dan berat chips pada proses pengeringan yang sama atau berbeda nilai variabelnya. Jika koefisien X bernilai negatif, kenaikan nilai X akan mengakibatkan penurunan pada Y dan sebaliknya jika koefisien X bernilai positif, kenaikan nilai X akan menyebabkan kenaikan pada nilai Y (Edwards, 2009).

**Gambar 5.3** menunjukkan hubungan antara berat chips dengan waktu pengeringan terhadap respon derajat putih. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa pengaruh waktu pengeringan dan berat chips bersifat linear terhadap respon derajat putih. Derajat putih akan meningkat seiring dengan menurunnya waktu pengeringan dan bertambahnya berat chips.

Warna adalah salah satu atribut kualitas penting untuk produk makanan kering. Meskipun sifat optik sering merupakan penilaian penampilan fisik produk, perkembangan warna sebenarnya merupakan hasil dari berbagai reaksi kimia dan biokimia. Reaksi kecoklatan, baik secara positif atau negatif, merupakan fenomena penting yang muncul dalam makanan selama pemrosesan dan penyimpanan. Singkatnya, reaksi utama yang menyebabkan kecoklatan dapat dikelompokkan menjadi oksidasi fenol enzimatis dan kecoklatan non-enzimatis. Pencoklatan enzimatis sering dikatalisis oleh enzim polifenol oksidase (PPO), di mana konstituen fenolik dioksidasi menjadi kuinon dalam reaksi enzimatis dan kemudian dipolimerisasi menjadi melanoidin (pigmen coklat) yang memiliki berat molekul tinggi. Di sisi lain, reaksi non-enzimatis mengacu pada reaksi Maillard (reaksi antara karbonil dan senyawa amino), karamelisasi, kecoklatan asam askorbat, kecoklatan lemak dan penghancuran pigmen (Perera, 2005; Prachayawarakorn et al., 2004; Villa-miel et al., 2006). Tingkat kerusakan browning non-enzimatis terkait erat dengan suhu dan aktivitas air. Dalam kebanyakan kasus, laju perubahan warna meningkat dengan aktivitas air dan suhu pemrosesan (Goula et al., 2006; Labuza

dan Tannen-baum, 1972; Maskan et al., 2002; McMinn dan Magee, 1997; Rapusas dan Driscoll, 1995; Topuz, 2008).

Selama pengeringan, setelah air bebas dihilangkan, sampel masih mengandung air yang terikat. Energi gelombang mikro dapat menghilangkan air yang terikat lebih efisien daripada proses pengeringan udara panas konvensional karena energi molekul air yang diserap. Sebaliknya, pengeringan udara panas dapat menyebabkan pengerasan (*case hardening*) dan mencegah uap air bergerak dari dalam sampel dan penguapan (Impaprasert, et al., 2014). Oleh karena itu, nilai aktivitas air yang lebih rendah dapat diperoleh dalam sampel microwave-vakum kering daripada di-udara kering. Fenomena ini tidak ditemukan pada sampel yang dikeringkan dengan udara panas seperti pada penelitian ini.

Impaprasert, et al., 2014, menggunakan pengering udara panas pada setiap suhu membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama dibandingkan dengan pengering vakum microwave untuk mengurangi kadar air ke tingkat kelembaban target yang sama. Ini karena spektrum gelombang mikro yang diserap oleh molekul air, menyebabkan molekul terpolarisasi dalam tepung KGM untuk memutar, bergetar, dan membangun energi panas dalam proses yang dikenal sebagai pemanasan dielektrik.

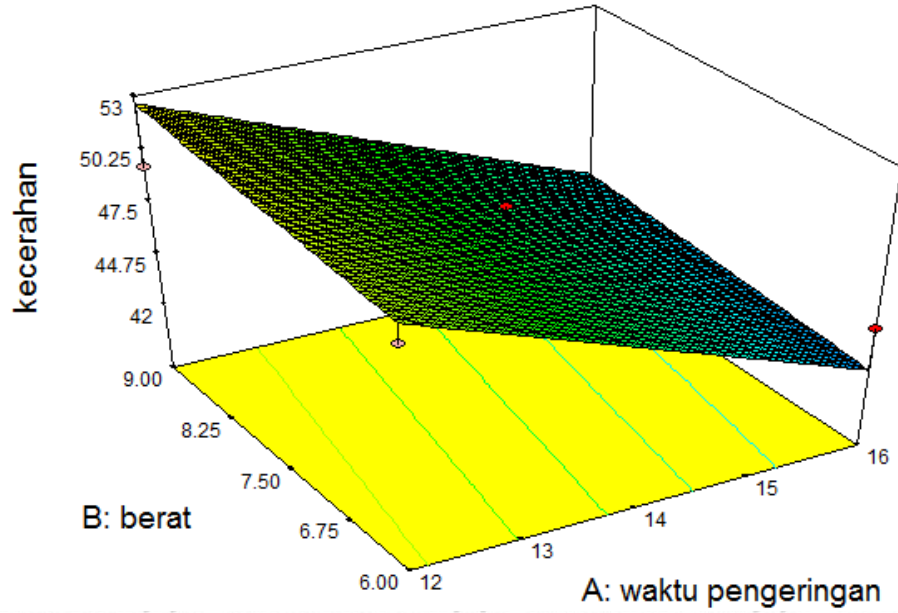
Selama pemrosesan, *browning* dan *case hardening* dapat mempengaruhi warna serpihan konjac, sementara gelatinisasi dapat menyebabkan pengurangan viskositas. Saat ini, serpihan kering tradisional sering memiliki cacat seperti: Matahari serpih kering sering berubah warna dan memiliki viskositas rendah. Secara mekanis serpihan kering mungkin memiliki warna yang dapat diterima tetapi memiliki kandungan sulfur yang berlebihan (Borompichaichartkul, et al., 2010).

Reaksi browning enzimatis adalah perubahan warna yang terjadi ketika senyawa fenol dalam makanan bereaksi dengan polifenol oksidase (PPO, EC 1.10.3.1) dengan adanya oksigen dan panas atmosfer untuk menghasilkan pigmen gelap-coklat, hitam, atau merah (Walker, J.R.L, et al., 1998). Reaksi pencoklatan non-enzimatik adalah proses kimia yang menghasilkan warna coklat dalam makanan tanpa aktivitas enzim. Ada dua reaksi utama dari browning non-enzimatik-karamelisasi (coklat karena reaksi gula-gula ketika dipanaskan pada suhu tinggi) dan reaksi Maillard, yang dihasilkan dari reaksi antara gugus karbonil dalam gula



reduksi dan gugus amino dalam protein dan turunannya dalam kehadiran air (Quayson, M.R. *et al.*, 2007).

Untuk penelitian ini, pencoklatan enzimatik tampaknya menjadi masalah di tahap awal persiapan, yang dikendalikan oleh pengasapan dengan gas sulfat (sulfitasi) dalam tahap awal pengeringan. Sebaliknya, pencoklatan non-enzimatik menjadi lebih serius sejauh proses pengeringan yang bersangkutan (Okos, M.R. *et al.*, 1992). Temuan ini dikonfirmasi oleh Lopez *et al.*, (1997) yang mempelajari perubahan warna selama pengeringan dan memanggang hazelnut dan menemukan bahwa perubahan warna terutama terkait dengan browning non-enzimatik dan laju reaksi ini meningkat dengan suhu. Suhu pengeringan diatas 50°C disukai browning di hazelnut. Sementara itu, suhu lebih tinggi dari 50°C digunakan untuk menonaktifkan aktivitas PPO dalam reaksi browning enzimatik (Martines, M. V., *et al.*, 1995) sementara suhu 70-90°C menghancurkan aktivitas katalitik (Vamos-Vigyazo, 1981). Dengan demikian, perubahan warna pada chips porang selama pengeringan dalam penelitian ini disebabkan oleh reaksi browning non-enzimatik.



Gambar 5.2 Kurva Permukaan Respon Derajat Putih

### 5.2.4 Analisis Kadar Glukomanan Chips Porang

#### 5.2.4.1 Pemilihan Model Respon

Evaluasi pemilihan model statistik untuk respon kadar glukomanan berdasarkan model uraian jumlah kuadrat disajikan pada **Tabel 5.19. dan 5.20.**

Pemilihan model respon berdasarkan nilai  $p < 5\%$ , model uraian yang disarankan oleh program DX 7.1.5. adalah Quadratic vs 2FI dengan nilai p value 1.5 %.

**Tabel 5.19** Sequential Model Sum Of Square Respon Kadar Glukomanan

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Mean vs Total	25635.64	1	25635.64			Suggested
Linear vs Mean	54.13212	2	27.06606	0.660298	0.5378	
2FI vs Linear	19.49134	1	19.49134	0.449321	0.5195	
Quadratic vs 2FI	196.4689	2	98.23447	3.545516	0.0864	Suggested
Cubic vs Quadratic	162.1013	2	81.05066	12.72564	0.0109	Aliased
Residual	31.84542	5	6.369083			
Total	26099.68	13	2007.667			

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

**Tabel 5.19** menunjukkan bahwa model yang disarankan untuk respon glukomanan adalah model kuadratik. Penentuan model berdasarkan nilai p kurang dari 5%. Nilai p yang dihasilkan dengan model *2FI*, *Quadratic* dan *Qubic* berturut-turut yaitu 0.5378 (53.78%), 0.5195 (51.95%) dan 0.0864 (8.64%) yang menunjukkan bahwa peluang kesalahan model linear, *2FI*, dan *Qubic* lebih dari 5% yang berarti model tidak berpengaruh nyata terhadap respon kadar air. Nilai p pada model *Quadratic* sebesar 0.0864 (8.64%) disarankan (*suggested*) oleh program artinya model *Quadrati* berpengaruh nyata terhadap respon kadar air.

**Tabel 5.20** Summary Statistics Respon Kadar Glukomanan

Sumber	standar deviasi	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	Keterangan
Linear	6.4024	0.11665	-0.06	-0.6824	780.688	
2FI	6.58631	0.15866	-0.1218	-1.5717	1193.38	
Quadratic	5.26371	0.58205	0.28351	-1.6757	1241.63	Suggested
Cubic	2.5237	0.93137	0.8353	-0.0565	490.272	Aliased

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

**Tabel 5.20** menunjukkan Model terbaik yang disarankan adalah model Kuadratik. Nilai standar deviasi berdasarkan model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik berturut-turut adalah 6,40, 6.58, 5.26, dan 2.52. Keragaman data ditunjukkan dengan Nilai standar deviasi. Jika nilai standar deviasi rendah maka keragaman data yang dihasilkan juga rendah. Sehingga model yang memiliki tingkat keragaman data yang rendah adalah model Kuadratik, karena memiliki nilai standar deviasi yang paling rendah.

Pada kolom R-squared masing-masing model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik memiliki nilai berturut-turut yaitu 0.12, 0.16, 0.58 dan 0.93. Nilai R-square tertinggi adalah model kuadratik jika dibandingkan dengan model lain. Kolom PRESS menunjukkan masing-masing nilai berdasarkan model model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik yaitu 780.688, 1193.38, 1241.63 dan 490.27. Pada kolom PRESS nilai tertinggi adalah model kuadratik. Prediksi kesalahan jumlah kuadrat ditunjukkan dengan PRESS (Prediction Residue Error Sum of Square), jika nilai PRESS rendah maka prediksi kesalahan juga semakin rendah. Ini menunjukkan bahwa model kuadratik memberikan tingkat kesalahan data yang kecil, karena model ini akan memberikan hubungan yang lebih kuat antara variable bebas dengan variable terikat.

#### 5.2.4.2 Analysis Of Variance (ANOVA) Respon Kadar Glukomanan

Hasil analisa ragam (ANOVA) respon kadar glukomanan ditinjau berdasarkan nilai p-value dan ketidaksesuaian (*lack of fit*). **Tabel 5.21** menunjukkan hasil ANOVA variabel berat chips pada model kuadratik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon kadar glukomanan, ditunjukkan dengan p-value kurang

dari 5% ( $p < 0.05$ ) yaitu sebesar 2.04 % (0.204). Kolom *lack of fit* memiliki nilai sebesar 2.93% (0.0293) lebih besar dari p-value 5%. Sehingga dapat dikatakan ketidaksesuaian model memberikan pengaruh yang signifikan atau dengan kata lain tidak bisa digunakan untuk memprediksi kadar glukomanan. Hal ini karena suatu model dianggap tepat jika diuji ketidaktepatan model bersifat tidak nyata (*not significant*) secara statistik dan dianggap tidak tepat untuk menjelaskan suatu permasalahan dari suatu analisis yang dikaji jika ketidaktepatan dari model bersifat nyata (*significant*) secara statistik.

**Tabel 5.21** Analysis Of Variance (ANOVA) Respon Kadar Glukomanan

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Nilai P Keterangan
Model	270.092	5	54.0185	1.94966	0.204	not significant
A-Berat	22.2637	1	22.2637	0.80355	0.3998	
B-Waktu						
Pengeringan	31.8684	1	31.8684	1.15021	0.3191	
AB	19.4913	1	19.4913	0.70349	0.4293	
A <sup>2</sup>	185.226	1	185.226	6.68523	0.0362	
B <sup>2</sup>	26.0066	1	26.0066	0.93864	0.3649	
Residual	193.947	7	27.7067			
Lack of Fit	169.157	3	56.3855	9.09805	0.0293	Significant
Pure Error	24.7901	4	6.19754			
Cor Total	464.039	12				

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

Berdasarkan hasil ANOVA , model kuadrat pada respon glukomanan akan menghasilkan persamaan polinomial dari angka aktual model yang terpilih sebagai berikut:

$$Y_4 = 48.77 - 1.66 X_1 + 1.99 X_2 - 2.20 X_1 X_2 - 5.16 X_1^2 - 1.93 X_2^2$$

Keterangan :

$Y_4$  = kadar glukomanan (%)

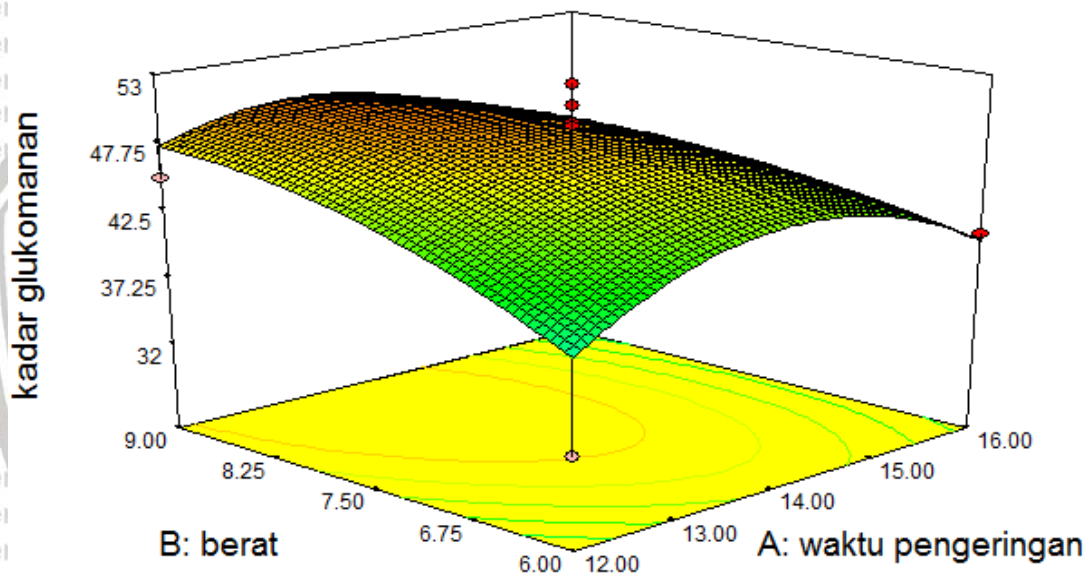
$X_1$  = berat (Kg)

$X_2$  = waktu pengeringan (Jam)

$X_1 X_2$  = berat x waktu pengeringan

$X_1^2$  = berat<sup>2</sup>

$X_2^2$  = waktu pengeringan<sup>2</sup>



Gambar 5.4 Kurva Permukaan Respon Kadar Glukomanan

Persamaan diatas dapat digunakan untuk mengetahui respon derajat putih apabila lama pengeringan dan berat chips pada proses pengeringan yang sama atau berbeda nilai variabelnya. Jika koefisien X bernilai negatif, kenaikan nilai X akan mengakibatkan penurunan pada Y dan sebaliknya jika koefisien X bernilai positif, kenaikan nilai X akan menyebabkan kenaikan pada nilai Y (Edwards, 2009). Berdasarkan Gambar 5.4 menunjukkan bahwa sumbu (X) menunjukkan variabel berat chips dan sumbu (Y) menunjukkan variabel waktu pengeringan terhadap respon kadar glukomanan. Garis-garis yang melingkar menunjukkan respon. Garis

terluar yang ada pada gambar menunjukkan nilai respon glukomanan terkecil, sedangkan semakin kedalam menunjukkan respon kadar glukomanan terbesar. Sehingga dapat diketahui respon optimum terletak pada bagian tengah *contour plot* yang ditandai oleh lingkaran berwarna merah atau "node". Kurva permukaan respon variabel waktu pengeringan dan berat chip terhadap respon kadar glukomanan yang membentuk model kurva cembung. Hal ini menandakan respon yang terbentuk maksimum. Kadar glukomanan dipengaruhi oleh banyak faktor, faktor lingkungan yang terkait dengan kandungan glukomanan umbi porang adalah suhu, curah hujan, persentase penutupan gulma, pH tanah, ketersediaan kalsium dalam tanah dan KTK (Indriyani, dkk.,2011 ). Gambar 5.5. memperlihatkan kadar glukomanan mengalami peningkatan secara kuadratik dengan peningkatan berat chip dan waktu pengeringan yang dilakukan sampai titik tertentu dan mengalami penurunan secara signifikan. Peningkatan glukomanan sampai titik tertentu disebabkan penurunan kadar non-glukomanan, seperti kalsium oksalat yang terkandung pada chip porang. Penurunan glukomanan kembali diatas titik optimum disebabkan adanya peningkatan kadar non-glukomanan. Faridah and Widjanarko (2013) menyatakan bahwa kadar glukomanan pada tepung porang berkorelasi negatif dengan senyawa pengotor yang menyelimuti senyawa glukomanan.

## 5.2.5 Analisis Kadar Kalsium Oksalat Chips Porang

### 5.2.5.1 Pemilihan Model Respon

Evaluasi pemilihan model statistik untuk respon kadar kalsium oksalat berdasarkan model uraian jumlah kuadrat disajikan pada **Tabel 5.22. dan 5.23.**

Pemilihan model respon berdasarkan nilai  $p < 5\%$ , model uraian yang disarankan oleh program DX 7.1.5. adalah Quadratic vs 2FI dengan nilai p value 1.5 %.

**Tabel 5.22** Sequential Model Sum Of Square Respon Kadar Kalsium Oksalat

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Mean vs Total	1148.99	1	1148.99			
Linear vs Mean	1.5137	2	0.75685	0.16	0.8543	
2FI vs Linear	0.06449	1	0.06449	0.01229	0.9142	
Quadratic vs 2FI	42.8876	2	21.4438	34.4946	0.0002	Suggested
Cubic vs Quadratic	0.23681	2	0.1184	0.14388	0.8695	Aliased
Residual	4.11479	5	0.82296			
Total	1197.81	13	92.1393			

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

**Tabel 5.22** menunjukkan bahwa model yang disarankan untuk respon kalsium oksalat adalah model kuadratik. Penentuan model berdasarkan nilai p kurang dari 5%. Nilai p yang dihasilkan dengan model linear, 2FI, dan Cubic berturut-turut yaitu 0.8543 (85.43%), 0.9142 (91.42%), dan 0.8695 (86.95%) yang menunjukkan bahwa peluang kesalahan model linear, 2FI, dan Cubic lebih dari 5% yang berarti model tidak berpengaruh nyata terhadap respon kadar air. Nilai p pada model Quadratic sebesar 0.0002 (0.02%) disarankan (suggested) oleh program artinya model Quadrati berpengaruh nyata terhadap respon kadar air.

**Tabel 5.23** Summary Statistics Respon Kadar Kalsium Oksalat

Sumber	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	Keterangan
Linear	2.17494	0.03101	-0.1628	-0.5747	76.8741	
2FI	2.29103	0.03233	-0.2902	-1.5993	126.891	
Quadratic	0.78845	0.91086	0.84719	0.58044	20.4816	Suggested
Cubic	0.90717	0.91571	0.79771	-1.9827	145.607	Aliased

Sumber : Output Design Expert 7.1.5

**Tabel 5.23** menunjukkan Model terbaik yang disarankan adalah model Kuadratik. Nilai standar deviasi berdasarkan model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik berturut-turut adalah 2.17, 2.29, 0.79, dan 0.91. Keragaman data ditunjukkan

dengan Nilai standar deviasi. Jika nilai standar deviasi rendah maka keragaman data yang dihasilkan juga rendah. Sehingga model yang memiliki tingkat keragaman data yang rendah adalah model Kuadratik, karena memiliki nilai standar deviasi yang paling rendah.

Pada kolom R-squared masing-masing model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik memiliki nilai berturut-turut yaitu 0.03, 0.03, 0.91 dan 0.92. Nilai R-square tertinggi adalah model kuadratik jika dibandingkan dengan model lain. Kolom PRESS menunjukkan masing-masing nilai berdasarkan model model Linier, 2FI, Kuadratik dan Kubik yaitu 76.87, 126.89, 20.48, dan 145.61. Pada kolom PRESS nilai tertinggi adalah model kuadratik. Prediksi kesalahan jumlah kuadrat ditunjukkan dengan PRESS (Prediction Residue Error Sum of Square), jika nilai PRESS rendah maka prediksi kesalahan juga semakin rendah. Ini menunjukkan bahwa model kuadratik memberikan tingkat kesalahan data yang kecil, karena model ini akan memberikan hubungan yang lebih kuat antara variable bebas dengan variable terikat.

**5.2.5.2 Analysis Of Variance (ANOVA) Respon Kadar Kalsium Oksalat**

**Tabel 5.24** Analysis Of Variance (ANOVA) Respon Kadar Kalsium Oksalat

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Model	44.4658	5	8.89316	14.3056	0.0015	significant
A-Berat	1.50576	1	1.50576	2.42217	0.1636	
B-Waktu						
Pengeringan	0.00795	1	0.00795	0.01278	0.9132	
AB	0.06449	1	0.06449	0.10374	0.7568	
A <sup>2</sup>	34.1457	1	34.1457	54.9268	0.0001	
B <sup>2</sup>	13.6427	1	13.6427	21.9457	0.0022	
Residual	4.3516	7	0.62166			
Lack of Fit	2.46589	3	0.82196	1.74356	0.2962	not significant
Pure Error	1.88571	4	0.47143			
Cor Total	48.8174	12				

Sumber : Output Design Expert 7.1.5



Hasil analisa ragam (ANOVA) respon kadar kalsium oksalat ditinjau berdasarkan nilai p-value dan ketidaksesuaian (*lack of fit*). **Tabel 5.24** menunjukkan hasil ANOVA variabel berat chips pada model kuadratik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon kadar kalsium oksalat, ditunjukkan dengan p-value kurang dari 5% ( $p < 0.05$ ) yaitu sebesar 0.01% (0.0001). Variabel waktu pengeringan pada model kuadratik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon kadar kalsium oksalat, ditunjukkan dengan p-value kurang dari 5% ( $p < 0.05$ ) yaitu sebesar 0.22% (0.0022). Kolom *lack of fit* memiliki nilai sebesar 29.62 % (0.2962) lebih besar dari p-value 5%. Sehingga dapat dikatakan ketidaksesuaian model memberikan pengaruh yang signifikan atau dengan kata lain tidak bisa digunakan untuk memprediksi kadar kalsium oksalat. Hal ini karena suatu model dianggap tepat jika diuji ketidaktepatan model bersifat tidak nyata (*not significant*) secara statistik dan dianggap tidak tepat untuk menjelaskan suatu permasalahan dari suatu analisis yang dikaji jika ketidaktepatan dari model bersifat nyata (*significant*) secara statistik.

Berdasarkan hasil ANOVA, model kuadratik pada respon kalsium oksalat akan menghasilkan persamaan polinomial dari angka aktual model yang terpilih sebagai berikut:

$$Y_5 = 7.18 + 0.43 X_1 - 0.03 X_2 - 0.12 X_1 X_2 + 2.22 X_1^2 + 1.40 X_2^2$$

Keterangan :

$Y_5$  = kadar glukomanan (%)

$X_1$  = berat (Kg)

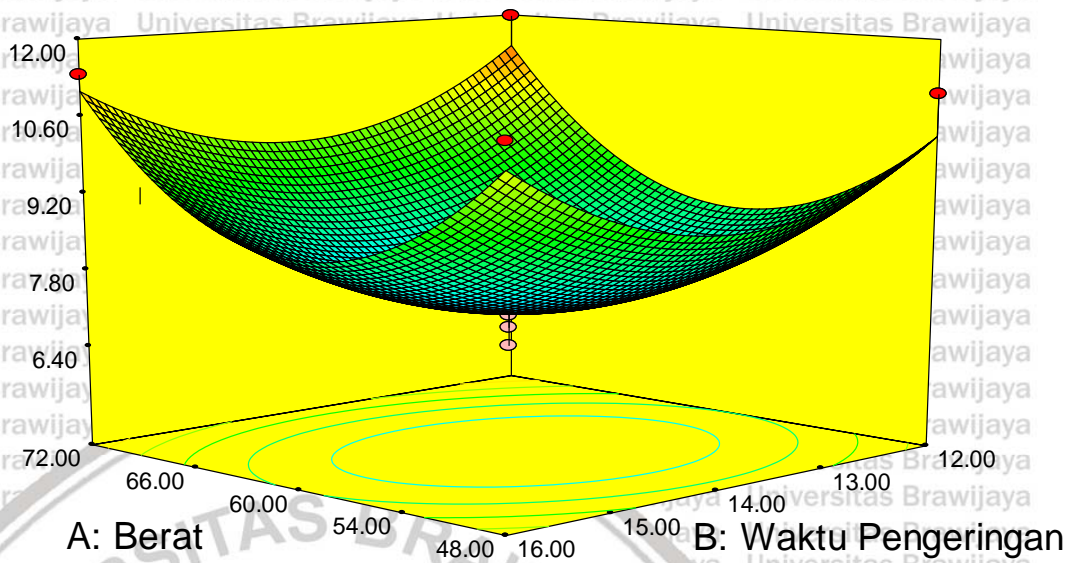
$X_2$  = waktu pengeringan (Jam)

$X_1 X_2$  = berat x waktu pengeringan

$X_1^2$  = berat<sup>2</sup>

$X_2^2$  = waktu pengeringan<sup>2</sup>

Kadar Kalsium O



**Gambar 5.5** Kurva Permukaan Respon Kadar Kalsium Oksalat

Persamaan diatas dapat digunakan untuk mengetahui respon derajat putih apabila lama pengeringan dan berat chips pada proses pengeringan yang sama atau berbeda nilai variabelnya. Jika koefisien X bernilai negatif, kenaikan nilai X akan mengakibatkan penurunan pada Y dan sebaliknya jika koefisien X bernilai positif, kenaikan nilai X akan menyebabkan kenaikan pada nilai Y (Edwards, 2009). Berdasarkan **Gambar 5.5** menunjukkan bahwa sumbu (X) menunjukkan variabel berat chips dan sumbu (Y) menunjukkan variabel waktu pengeringan terhadap respon kadar kalsium oksalat. Garis-garis yang melingkar menunjukkan respon. Garis terluar yang ada pada gambar menunjukkan nilai respon kadar kalsium oksalat terbesar, sedangkan semakin kedalam menunjukkan respon kadar kalsium oksalat tekecil. Sehingga dapat diketahui respon optimum terletak pada bagian tengah *contour plot* yang ditandai oleh lingkaran berwarna merah atau "node". Kurva permukaan respon variabel waktu pengeringan dan berat chip terhadap respon kadar kalsium oksalat yang membentuk model kurva cekung. Hal ini menandakan respon yang terbentuk minimum. Kadar kalsium oksalat dipengaruhi oleh banyak faktor, faktor lingkungan yang terkait dengan kandungan oksalat umbi porang adalah suhu, curah hujan, persentase penutupan gulma, pH tanah, ketersediaan kalsium dalam tanah dan KTK (Indriyani, dkk., 2011). Gambar 5.5. memperlihatkan kadar kalsium oksalat mengalami peningkatan secara kuadratik dengan peningkatan berat

chip dan waktu pengeringan yang dilakukan. Hal ini diduga disebabkan berkurangnya kadar air yang terkandung dalam bahan selama pengeringan, berpengaruh pada peningkatan komponen lain dari chip seperti kalsium oksalat.

### 5.3 Hasil Optimasi Pengeringan Chip Porang

Hasil optimum didapatkan dari software Design expert dengan memasukkan beberapa kriteria yang diinginkan terhadap respon. **Tabel 5.25** berikut ini merupakan optimasi setiap variabel dan respon yang diinginkan. Pengaturan kriteria yang dilakukan adalah sebagai berikut: berat, waktu pengeringan, rendemen, kadar air dan derajat putih diatur dalam kisaran. Kadar glukomanan diatur maksimum dan kadar kalsium oksalat diatur minimum.

**Tabel 5.25** Optimasi Variabel Dan Respon Terhadap Karakteristik Chips Porang

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
Berat	is in range	48	72	1	1	3
Waktu Pengeringan	is in range	12	16	1	1	3
Rendemen	is in range	16.25	25.67	1	1	3
Kadar Air	is in range	7.34	11.56	1	1	3
Derajat Putih	is in range	40.42	56.48	1	1	3
Kadar Glukomanan	maximize	31.61	52.25	1	1	3
Kadar Kalsium Oksalat	minimize	6.41	11.98	1	1	3

Variabel berat dan waktu pengeringan yang diinginkan adalah pada rentang yang telah ditentukan atas minimum dan maksimumnya yaitu berat 48 – 72 Kg dan waktu pengeringan dalam rentang 12 – 16 jam. Sedangkan respon yang diinginkan yaitu rendemen, kadar air, derajat putih, kadar glukomanan dan kadar kalsium oksalat. Respon rendemen pada produk yang diinginkan dalam rentang 16.25 – 25.67%, respon kadar air pada produk diinginkan dalam rentang 7.34 – 11.56 % dan derajat putih dalam rentang 40.42 - 56.48. Kadar air umbi segar seperti pada Tabel 5.1 yaitu  $80.58 \pm 0.0049$  sehingga diatur rendemen dalam rentang tersebut. Sedangkan pada respon kadar glukomanan diinginkan kadarnya melebihi batas minimum 31.61% dan bisa lebih dari batas maksimumnya 52.25% dan pada respon

kadar kalsium oksalat diinginkan kadarnya kurang dari 11.98%. kemudian setelah ditetapkan batasan optimasi pada variabel dan respon yang diinginkan, program DX 7.1.5 akan memberikan solusi kondisi optimum dari pengeringan chips porang pada

**Tabel 5.25.**

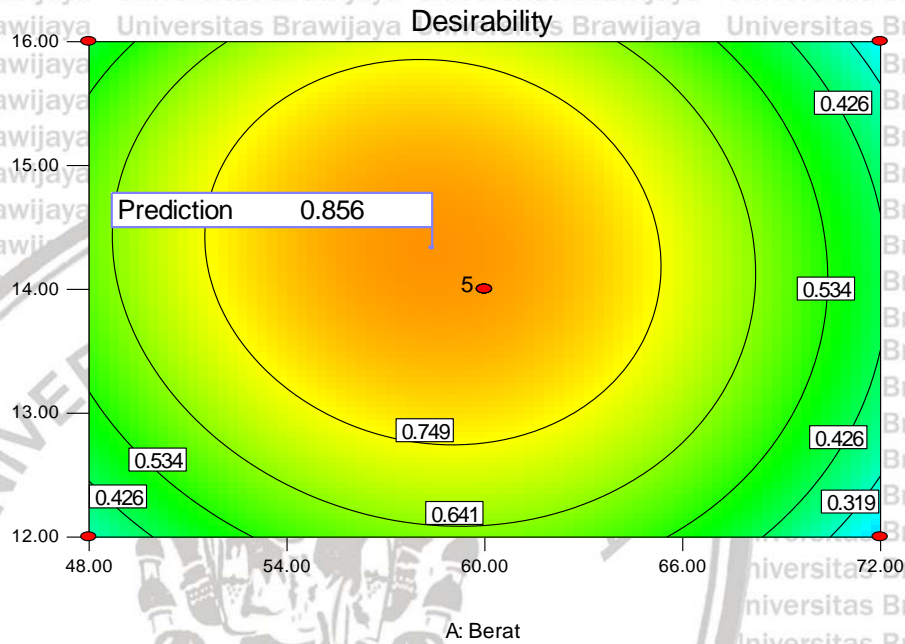
Verifikasi dilakukan dengan tujuan untuk membuktikan bahwa solusi titik optimum yang diberikan software *Design Expert 7.1.5* adalah nyata sesuai dengan penelitian sebenarnya. Verifikasi dilakukan dengan menerapkan hasil solusi optimum dari program secara aktual yaitu proses pengeringan chips porang dengan chip yang dikeringkan sebanyak 58.402 kg selama 14.332 jam. Hasil yang didapat kemudian dibandingkan dengan solusi yang diberikan software dari respon rendemen, kadar air, derajat putih, kadar glukomanan, dan kadar oksalat yang sudah diprediksi dengan nilai verifikasi dibawah 5% menggunakan *paired t-test software* Minitab 16. Jika P-value hasil verifikasi dengan prediksi kurang dari 0.05 maka nilai prediksi dan hasil penelitian tidak berbeda jauh, menunjukkan ketepatan model. Solusi titik optimum dan verifikasinya tersaji pada **Tabel 5.26**

**Tabel 5.26** Hasil Uji Verifikasi Optimasi Pengeringan

Keterangan	Prediksi	Verifikasi	p-value
<b>Berat</b>	58.402	58.402	
<b>Waktu Pengeringan</b>	14.332	14.332	
<b>Rendemen</b>	19.762 ± 0.162	19.28 ± 0.020	0.028
<b>kadar air</b>	8.697 ± 0.088	8.80 ± 0.100	0.2
<b>derajat putih</b>	45.003 ± 0.113	45.17 ± 0.070	0.013
<b>kadar glukomanan</b>	49.229 ± 0.589	49.43 ± 0.17	0.691
<b>kadar kalsium oksalat</b>	7.194 ± 0.296	7.67 ± 0.200	0.197
<b>Desirability</b>	0.856	-	

P-value lebih dari 0.05 menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antara hasil yang dibandingkan (dalam hal ini angka prediksi dan verifikasi), sehingga model ini sudah akurat menunjukkan optimasi yang diharapkan pada respon kadar air, kadar glukomanan dan kadar kalsium oksalat namun kurang akurat untuk menunjukkan optimasi yang diharapkan pada respon rendemen dan derajat putih. Secara keseluruhan chip porang teroptimasi sudah sesuai dengan standar SNI 7939:2013 mengenai persyaratan khusus pada serpih/chip porang dan

tergolong dalam kelas mutu I. Dalam SNI 7939:2013 (BSN, 2013) kelas mutu I chip porang memiliki karakteristik kadar air  $\leq 13\%$ , kadar glukomanan  $> 25\%$ , kadar abu  $\leq 4\%$  dan kenampakan warna putih keabuan.



Gambar 5.5 Kurva Permukaan Desirability

#### 5.4 Analisa residu sulfur

Analisa residu sulfur dilakukan pada sampel produk teroptimasi dan terverifikasi. Hasil paired t-test untuk uji residu  $\text{SO}_2$  menunjukkan selisih sebesar 13.9 dengan p-value 0.595 (Tabel 5.27). P-value kurang dari 0.05 menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara hasil yang dibandingkan, sedangkan lebih dari 0.05 menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan (Altman, 1991). Artinya produk teroptimasi dan terverifikasi memiliki nilai residu  $\text{SO}_2$  yang tidak berbeda secara signifikan.  $\text{SO}_2$  yang tinggi digunakan untuk mencegah perubahan warna pada chips dan tepung konjak. Tepung porang dengan kandungan sulfur yang tinggi dan dihasilkan oleh proses ekstraksi kering sering ditandai dengan viskositas rendah (Wu and Zhang, 1994 dalam Borompichaichartkul, et al., 2010). Menurut Duan, et al. (2016) residu sulfit pada fumigasi 1 jam yaitu 1,993 mg/g dan meningkat 3,103 mg/g dengan fumigasi 2 jam pada perbandingan 1:20 (sulfit:bahan).

**Tabel 5.27** Hasil Paired t-test Uji Residu SO<sub>2</sub>

Nama sampel	ppm SO <sub>2</sub>	Standart deviasi	selisih	p-value
Rerata optimasi	423,58	53,9		
Verifikasi	437,46	0,0	13,9	0,595

Menurut acuan aturan yang dikeluarkan oleh BPOM RI 2013 batas aman konsumsi SO<sub>2</sub> INS 220 yaitu ADI 0-0,7 mg per Kg berat badan. Serta batas maksimum (mg / Kg) dihitung sebagai residu SO<sub>2</sub> untuk produk tepung dan pati adalah 70 mg/ Kg berat badan. Hasil analisa tepung porang dari chips yang diverifikasi sebesar 437,46 ppm SO<sub>2</sub>. Berdasarkan perhitungan, tepung porang dinyatakan tidak aman dikonsumsi dengan konversi sebagai berikut,

$$437 \text{ ppm} \times V = 70 \text{ ppm} \times 1000 \text{ g}$$

$$V = 70000 \div 437$$

$$V = 160,18 \text{ mg / Kg Berat Badan}$$

Dosis konsumsi untuk wanita dewasa dengan asumsi berat badan 50 Kg adalah 160 mg x 50 Kg = 8000 mg atau 8 gram

Sedangkan dosis konsumsi untuk pria dewasa dengan asumsi berat badan 60 Kg adalah 160 mg x 60 Kg = 9600 mg atau 9,6 gram



## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

- a. Hasil optimasi yang diprediksikan oleh program menunjukkan bahwa kondisi optimum pengeringan chips porang dengan kajian lama pengeringan dan berat chips yaitu lama pengeringan selama 12.00 jam dan berat chips basah 9.00 Kg dengan respon rendemen  $19.71 \pm 0.303$  %, kadar air  $9.25 \pm 0.336$  %, derajat putih  $51.12 \pm 1.315$ , kadar glukomanan  $46.94 \pm 2.08$  %, kadar kalsium oksalat  $8.20 \pm 0.906$  %. Hasil verifikasi respon rendemen 19.28%, kadar air 8.8%, derajat putih 45.17%, kadar glukomanan 49.43% dan kadar oksalat 7.67%. Hasil verifikasi menunjukkan optimasi yang kurang akurat untuk respon rendemen, kadar air dan kadar glukomanan namun akurat untuk respon derajat putih dan kadar kalsium oksalat.
- b. Hasil uji T (T-test) menunjukkan bahwa residu  $SO_2$  antara tepung porang dari rerata chips teroptimasi dan terverifikasi tidak berbeda secara signifikan dengan selisih 13.9 dan *p-value* 0.595. Chips terverifikasi dinyatakan tidak aman dikonsumsi dengan dosis 160,18 mg/Kg Berat Badan.

### 6.2 Saran

- a. Diperlukan pemilihan model yang tepat sehingga dapat menunjukkan optimasi yang diharapkan untuk kelima respon yang diamati.
- b. Diperlukan perlakuan lanjutan pada proses penepungan chips untuk mengurangi residu  $SO_2$  pada produk tepung porang sampai batas aman konsumsi  $SO_2$  ADI 0-0.7 mg/ Kg Berat Badan (INS 220 BPOM RI 2013) atau batas maksimum (mg / Kg) dihitung sebagai residu  $SO_2$  untuk produk tepung dan pati adalah 70 mg/ Kg berat badan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2012. *Konjac, porang- Ileus*. <http://saya-petani-porang-konjac-ileus.blogspot.co.id/2012/05/keripik-dan-tepung-umbi-porang.html>, tanggal akses 2 feb 2016.
- , 2012. *Pasca panen sayur*. [www.acesaefudin.wordpress.com](http://www.acesaefudin.wordpress.com). tanggal akses 25 April 2016.
- , 2016. <http://www.agro.jp/gakumei/byougai.html>. Tanggal akses 2 Februari, 2016.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analysis Chemistry. Washington
- Arifin, M. A.2001. *Pengeringan Kripik Umbi Iles-iles Secara Mekanik, Untuk Meningkatkan Mutu Keripik Iles-iles*. Thesis. Teknologi Pasca Panen. PPS IPB.
- Ashadi, R.W. dan H. Thaheer. 2005. *Sintesis dan Karakterisasi Biodegradable Hydrogel dari Amorphopallus oncophyllus*. Fakultas Agribisnis dan Teknologi Pangan. Universitas Djuanda. Bogor
- Bambang Susilo dan Okaryanti, R.W. 2012. *Studi sebaran suhu dan rh mesin pengering hybrid chip mocaf*. Jurnal Teknologi Pertanian, 13(2):88-96.
- Bellis, Mary. 2003. *Freeze-Drying & Freeze-Dried Food*. [http://www.culinary-cooking-schools-institutes.com/article\\_freezedried.htm](http://www.culinary-cooking-schools-institutes.com/article_freezedried.htm). diakses tanggal 3 Maret 2016.
- Bradbury, O.H. and Holloway. 1988. *Chemistry of Tropical Root Crops: Significance for Nutrition and Agriculture In The Pacific*. Chemistry Department Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.
- Brooker, D.B. F.W.B. Arkema and C.W. Hall 1974. *Drying Cereal Grains*. The AVI Publishing Co, Inc Westport, Connecticut, USA.
- Canga, A. Gonzales, N. Fernández M., A. M.<sup>a</sup> Sahagún, J. J. García Vieitez, M.<sup>a</sup> J. Díez L., Á. P. Calle P., L. J. Castro R, M. Sierra V. 2004. *Glucomanan: Properties and Therapeutic Applications*, Nutr. Hosp., 19(1) 45-50.
- Catherwood D.J., G.P Savage., S.M. Mason., J.J.C. Scheffer., J.A. Doughlas. 2007. *Oxalate Content of Cormels of Japanese Taro (Colocasia esculenta (L.)*





- Schott) and The Effect of Cooking. Journal of Food Composition and Analysis 20(2007) 147-151.
- Chairiyah, N., N. Harianti, R. Mastuti. 2013. *Variation of Calcium Oxalate (CaOx) Crystals in Porang (Amorphophallus muelleri Blume)*. American Journal of Plant Sciences Vol 4, Page 1765-1773 Chua et al., 2012
- Chua M., Kelvin C., Trevor J.H., Peter A. W., Christopher J. P., Timothy C. B. 2012. *Methodologies for The Extraction And Analysis of Konjac Glucomannan From Corms of Amorphophallus konjac* K.Koch. Carbohydrate Polymers.87 2202-2210
- Dananjaya, N. O. S. 2010. *Optimasi Proses Penepungan dengan Metode "Stamp Mill" dan Pemurnian Tepung Porang dengan Metode Ekstraksi Etanol Bertingkat Untuk Pengembangan Industri Tepung porang (Amorphophallus oncophyllus)*. Skripsi. FTP. Universitas Brawijaya. Malang.
- Desrosier, 1998. *Teknologi Pengawetan Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Dewi, A. K., Sumarjaya, I. W., Srinadi, I. G. A. M. (2013). *Penerapan Metode Permukaan Respons Dalam Masalah Optimalisasi*. E-Journal Matematika Vol. 2, Mei 2013, 32-36.
- Duan, S.-M., Xu, J., Bai, Y.-J., Ding, Y., Kong, M., Liu, H.-H., Li, H.-Y., Zhang, Q.-S., Chen, H.-B., Liu, L.-F., Li, S.-L. 2016. *Sulfur dioxide residue in sulfur-fumigated edible herbs: The fewer, the safer?* .Food Chemistry 192, 119-124
- Dwiyono K. 2009. *Tanaman Iles-Iles (Amorphophallus muelleri Blume) dan Beberapa Manfaatnya*. Jurnal Ilmu dan Budaya vol:29 no.16
- Estiasih, T. dan Ahmadi, K. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. PT Bumi aksara. Jakarta.
- Hayes, P. Y., Lehmann, R., Penman, K., Kitching, W., & De Voss, J. J. 2005. *Sodium paeoniflorin sulfonate, a process derived artefact from paeoniflorin*. Tetrahedron Letters, 46(15), 2615–2618.

- Hesti Kurniati, Sri Rahayoe dan Eni Harmayani. 2015. *Karakteristik pengeringan chips porang (Amorphophallus oncophyllus) menggunakan cabinet dryer dengan variasi suhu dan ketebalan irisan*. Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Keteknikan Pertanian. UGM.
- Huang Zhongwei. 1994. *Processing Technique of Dried Konjac Flakes*. Practical Engineering Technique in Countryside-12: 32. (in Chinese).
- Impaprasert, R, Chaleeda Borompichaichartkul, C and Szrednicki, G. 2014. *A New Drying Approach to Enhance Quality of KonjacGlucomannan Extracted from Amorphophallus muelleri*. *Drying Technology*, 32: 851–860. Tayler and Fancis group Publication.
- Iwuoha, C. I. and F. A. Kalu. 1995. *Calcium Oxalate and physico-chemical properties of cocoyam (Colocasia esculenta and Xanthosoma sagittifolium) Tuber flour as affected by processing*. Dalam Kurniawati, Adel. D, & S. B. Widjanarko. 2010. *Pengaruh tingkat pencucian dan lama kontak dengan etanol terhadap sifat fisik dan kimia tepung porang (Amorphophallus Oncopyllus)*. FTP. UB. Malang
- Jiang, X., Huang, L. F., Zheng, S. H., & Chen, S. L. 2013. *Sulfur-fumigation, a better or worse choice in preservation of Traditional Chinese Medicine?.* *Phytomedicine*, 20(2), 97–105.
- Konjac Project Consortium, 2002
- Koswara S.. 2013. *Modul: Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian Bagian 2: Pengolahan Umbi Porang*. Southeast Asian Food And Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center. Bogor Agricultural University
- Koswara, S. 2013. *Modul Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian. Bagian 2. Pengolahan Umbi Porang. Pengolahan umbi porang (Iles-Iles)*. USAID, SEAFST CENTRE, IPB.
- Liu, J. J., Liu, X., Li, S. L., Cai, B. C., & Cai, H. 2010. *Current situation in studies on traditional Chinese medicinal materials and Yinpian by sulfur-fumigated process*. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 41(8), 1403–1406.
- Lo´pez, A.; Pique´, M.T.; Boatella, J.; Parcerisa, J.; Romero, A.; Ferran, A.; Garcı´a, J. *Influence of drying conditions on the hazelnut quality: III. Browning*. *Drying Technology* 1997, 15(3&4), 989–1002.

- Martinez, M.V.; Whitaker, J.R. 1995. *The biochemistry and control of enzymatic browning*. *Trends in Food Science and Technology*. 6, 195–200.
- Ministry of Agriculture, P.R. China. 2002. *Professional Standard of the People's Republic of China for Konjac Flour (NY/T494-2002)*. Beijing: Ministry of Agriculture of P.R. of China.
- Mujumdar, A.S. 2011. *Drying, principle and practice*. *International Workshop on Drying of Food and Biomaterials*. Bangkok, June 6-7. National University of Singapore.
- Myers, R. M., Montgomery, D. C., Anderson-Cook, C. M. 2016. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*. John Wiley & Sons. Hoboken. pp. 28
- Nephrology Department. 2005. *Oxalate Content of Foods*. The Children's Medical Center of Dayton.Ohio
- Noonan,S dan G. P. Savage. *Oxalate content of food and its effect on humans*. Dalam Purnomo, E. H., R. Ajeng., Purwiyatno, K. Feri, dan Risfaheri. 2011. *Reduksi Oksalat pada Umbi Walur (Amorphophallus campanulatus var. Sylvestris) dan Aplikasi Pati Walur pada Cookies dan Mie*. Southeast Asian Food And Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center. Bogor Agricultural University.
- Okos, M.R.; Narsimhan, G.; Singh, R.K.; Weitnauer, A.C. 1992. *Food dehydration*. In *Handbook of Food Engineering*; Heldman, D.R., Lund, D.B., Eds.; Marcel Dekker: New York; 437–562.
- Purnomo, E. H., R. Ajeng., Purwiyatno, K. Feri, dan Risfaheri. 2011. *Reduksi Oksalat pada Umbi Walur (Amorphophallus campanulatus var. Sylvestris) dan Aplikasi Pati Walur pada Cookies dan Mie*. Southeast Asian Food And Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center. Bogor Agricultural University
- Quayson, E.T.; Ayernor, G.S. 2007. *Non-enzymatic browning and estimated acrylamide in roots, tubers and plantain products*. *Food Chemistry*, 105, 1525–1529.
- Rahayu, N. S. 2012. *Bahan Tambahan Pangan*. Ilmu gizi- UNDIP. Semarang.
- Rahman, irfandy. 2013. *Prinsip Kerja, Pengertian dan Bagian-Bagian Mesin Cuci*. [www.tugasku4u.com](http://www.tugasku4u.com). Tanggal akses 25 April 2016.

- Sengbusch, V. Peter. 2008. *Crystalline Inclusions*. [www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e04/kristall.htm](http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e04/kristall.htm). Tanggal akses 10 Januari 2014
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 2010. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian Edisi 4*. Liberty. Yogyakarta.
- Sumarwoto. 2005. *Iles-Iles (Amorphophallus muelleri Blume); Deskripsi dan Sifat-Sifat lainnya*. Biodiversitas. Vol. 6. No. 3 Hal 185-190
- Toledo. R. T., 1991, *Fundamentals of Food Process Engineering*, Chapman & Hall, New York, NY.
- Vamos-Vigyazo, L., 1981. *Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables*. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 15, 49–127.
- Walker, J.R.L.; Ferrar, P.H. 1998. *Diphenol oxidases, enzyme-catalysed browning and plant disease resistance*. Biotechnology and Genetic Engineering Reviews, 15, 457–498.
- Walton R.C, J.P Kavanagh, B.R. Heywood. 2003. *The Density and Protein Content Of Calcium Oxalate Crystals Precipitated From Human Urine: A Tool to Investigate Ultrastructure and The Fractional Volume Occupied By Organic Matrix*. Journal of Structural Biology (Impact Factor. 3.36) 143 (1):14-23.
- Widjanarko, S.B. 2013. *Teknologi Pengolahan Porang*. Diktat Teknologi Pengolahan nabati I. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Winarno, F.G. 1993. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.
- Yao-Ling L, Deng R., Chen Ni, Pan J., and Pang Jie. 2013. *Review of Konjac Glucomannan: Isolation, Structure, Chain Conformation and Bioactivities*. Journal of Single Molecule Research Vol 1 No 1 page 7-14.
- Zhan, J. Y. X., Yao, P., Bi, C. W. C., Zheng, K. Y. Z., Zhang, W. L., Chen, J. P., et al. 2014. *The sulfur-fumigation reduces chemical composition and biological properties of Angelicae Sinensis Radix*. Phytomedicine, 21(11), 1318–1324.

## LAMPIRAN I

**1. Metode Analisa****1.1 Prosedur Analisis Rendemen (%)**

Analisa rendemen (Sudarmadji dkk, 2010)

- a. Rendemen chip merupakan perbandingan antara berat chip porang kering yang telah dikeringkan dengan berat chip basah

$$\text{rendemen} = \frac{\text{berat akhir sampel (g)}}{\text{berat awal sampel (g)}} \times 100\%$$

**1.2 Prosedur Analisis Kadar Air (%)**

Analisa Kadar Air cara pemanasan *thermogravimetri* (AOAC, 2005)

- a. Bahan yang sudah dihaluskan ditimbang 1-2 gr dalam botol timbang yang sudah diketahui beratnya dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105°C selama 3-5 jam
- b. Didinginkan dalam desikator dan ditimbang
- c. Dipanaskan lagi dalam oven selama 30 menit, didinginkan dalam desikator dan timbang
- d. Perlakuan diulang sampai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg)
- e. Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan. Perhitungan kadar air berdasarkan berat kering adalah sebagai berikut;

$$\text{kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

**1.3 Prosedur Analisis Kadar Glukomanan**

- a. Kalibrasi kurva standart glukosa (Sudarmadji dkk, 2010)

1. Dimasukkan 1ml larutan standart glukosa dengan konsentrasi 2,4,6,8,10 mg/ml.
2. Ditambahkan 1ml (reagen) Nelson AB ke dalam larutan, homogenisasi dengan cara dikocok kemudian panaskan tabung dalam air mendidih selama 20 menit sebelum didinginkan.



3. Ditambahkan 1ml (reagen) arsenomolibdat, homogenisasi dengan vortex. Tambahkan aquades 7ml kemudian homogenisasi dengan cara dikocok/digojok.
  4. Ditera absorbansinya pada 540 nm.
  5. Digunakan aquades sebagai blanko dan set pada kondisi nol.
  6. Dicatat absorbansi larutan glukosa pada konsentrasi yang berbeda-beda.
  7. Diplotkan kurva standart dengan kadar glukosa (mg) sebagai sumbu X dan absorbansi sebagai sumbu Y (regresi linear).
- b. Penentuan glukomannan konjak
- Preparasi ekstrak glukomannan konjak (Modifikasi Chua *et al.*, 2012)
    1. Ditimbang  $0.2 \pm 0.02$  gram sampel dengan menggunakan kertas kering dan masukkan ke dalam labu ukur, yang berisi 50 ml buffer asam format-natrium hidroksida
    2. Campuran diagitasi menggunakan elektromagnetik (*magnetic stirrer*) pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam atau pada suhu ruang selama semalam.
    3. Ditambahkan buffer asam format-natrium hidroksida hingga volumenya 100 ml dan agitasi kembali dengan cara digojok.
    4. Kemudian larutan yang telah diagitasi tersebut disentrifugasi pada 4000 rpm selama 20 menit.
    5. Supernatan yang diperoleh merupakan ekstrak glukomannan.
  - Preparasi hidrolisat glukomannan konjak
    1. Dipipet 5.0 ml ekstrak glukomannan dan masukkan kedalam labu ukur 25 ml.
    2. Ditambahkan 2.5 ml asam sulfat (3 mol/L) ke dalam larutan, campurkan dengan cara dikocok kemudian hidrolisis dengan memasukkan ke dalam air mendidih selama 1.5 jam sebelum didinginkan.
    3. Ditambahkan 2.5 ml natrium hidroksida (6 mol/L) dan campurkan dengan cara dikocok, dan lurutkan larutan tersebut dengan aquades hingga volumenya 25 mL.
  - Penentuan kadar glukomannan konjak
    1. Dipipet 1.0 ml masing-masing ekstrak glukomannan dan hidrolisat glukomannan dimasukkan dalam tabung reaksi yang telah disiapkan



2. Ditambahkan 1 ml nelson AB, kemudian panaskan dalam air mendidih selama 20 menit.
3. Setelah didinginkan, ditambahkan 1ml arsenomolibdat, ditambahkan 7ml aquades kemudian dihomogenisasi dengan vortex
4. Tera warna tersebut pada 540 nm spektrofotometer.
5. Aquades digunakan sebagai blanko dan diset nol.
6. Dicatat absorbansi ekstrak dan hidrolisat.
7. Kadar glukosa (mg) dihitung dengan memasukkan absorbansi ke dalam

regresi linear kurva standart.

Perhitungan hasil:

$$\text{glukomannan pada tepung konjak (\% \text{ berat kering})} = \frac{\epsilon(5T-T_0) \times 50}{m \times (1-w) \times 1000} + 100\%$$

Keterangan :

$\epsilon$  = rasio antara berat molekul residu glukosa dan mannan pada glukomannan dengan berat molekul glukosa dan mannan yang dihasilkan setelah hidrolisis. ( $\epsilon = 0.9$ )

T = glukosa pada hidrolisat glukomannan yang diperoleh dari perhitungan kurva standart (mg)

To = glukosa pada ekstrak glukomannan yang diperoleh dari perhitungan kurva standart (mg)

m = massa sampel konjak (g)

w = kadar air sampel

#### 1.4 Prosedur Analisis Kadar Oksalat

Analisis kadar oksalat metode volumetri (Iwuoha, 1995 dalam Kurniawati, 2010),

1. Sampel ditimbang  $2 \pm 0.05$  gram, kemudian ditambahkan 190 mL aquades dan 10 mL HCl 6M ke dalam *beaker glass*.
2. Larutan dipanaskan dengan waterbath suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 1 jam, kemudian didinginkan.
3. Larutan diencerkan dengan aquades hingga volumenya 250 mL, kemudian difiltrasi sehingga diperoleh filtrat.
4. Filtrat dibagi 2, masing-masing 125 mL, kemudian ditambahkan 4 tetes indikator metil red.

5. Masing-masing filtrat ditambahkan dengan ammonium hidroksida ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) hingga terjadi perubahan warna dari pink menjadi kuning. Dilanjutkan dengan pemanasan hingga suhunya mencapai  $90^\circ\text{C}$ , kemudian didinginkan dan difiltrasi hingga diperoleh filtrat.
6. Filtrat dipanaskan kembali hingga suhunya  $90^\circ\text{C}$ , kemudian ditambahkan 10 mL  $\text{CaCl}$  5% sambil diaduk dengan magnetik stirrer selama 3 menit. Selanjutnya didiamkan pada suhu  $5^\circ\text{C}$  selama semalam.
7. Masing-masing filtrat disentrifuse 5000 rpm selama 30 menit hingga supernatan dan endapannya terpisah. Kemudian endapannya dilarutkan dengan 10 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  20%, sehingga diperoleh 10 mL filtrat.
8. Kedua bagian filtrat, masing-masing 10 mL, dicampurkan dan diencerkan dengan aquades hingga volumenya 300 mL.
9. Diambil 125 mL filtrat yang telah diencerkan, kemudian dipanaskan hingga hampir mendidih.
10. Selanjutnya filtrat langsung dititrasi dalam keadaan panas dengan  $\text{KMnO}_4$  0.05M yang telah distandarisasi, hingga terbentuk warna pink yang tidak hilang setelah 30 detik. Kadar kalsium oksalat (mg/100 g) dihitung dengan

$$\text{rumus : Kadar oksalat (mg/100g)} = \frac{V_{me} \times D_f \times 10^5}{ME \times M_f}$$

Keterangan :

$V_{me}$  : Volume massa ekuivalen ( $1 \text{ cm}^3 \text{ KMnO}_4$  0.05M setara dengan 0.00225 g asam oksalat anhidrat)

$D_f$  : Faktor pengenceran (2.4 diperoleh dari volume filtrat 300 mL dibagi dengan volume filtrat yang digunakan 125 mL)

$ME$  : Molar ekuivalen  $\text{KMnO}_4$  (0.05)

$M_f$  : Massa sampel (g)

### 1.5 Prosedur Analisis Derajat Putih (Koswara, 2010)

1. Pengukuran warna tepung porang dilakukan dengan menggunakan alat *Color Reader*.



2. Pada alat ini terukur nilai L, a dan b. Dari hasil pengukuran diperoleh nilai L, a dan b sehingga derajat putih dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$W = 100 - ((100 - L)^2 + (a^2 + b^2))^{0.5}$$

Keterangan :

W = derajat putih, diasumsikan nilai 100 adalah yang paling sempurna

L = nilai yang ditunjukkan oleh kecerahan

a = nilai yang menunjukkan warna merah bila (+) dan warna hijau bila (-)

b = nilai yang menunjukkan warna kuning bila (+) dan warna biru bila (-)

3. Sebelum mulai pengukuran, dilakukan standarisasi dengan diukur warna putih pada barium sulfat.

### 1.6 Prosedur Analisis Rendemen Sulfit

Modifikasi SNI 19-7119.7-2005 dan FDA, HHS Pt. 101, App.A (page 163-166), cara uji kadar sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)

1. Preparasi sampel (padatan), sampel ditimbang 50 g (sampel makanan dengan kisaran jumlah SO<sub>2</sub> kurang lebih 500-1500 mcg SO<sub>2</sub>), dihaluskan dengan *food processor* atau *blender* ditambahkan 300 ml etanol 5%. Penggilingan atau pencampuran dilakukan hanya sampai sampel makanan berukuran kecil agar bisa melewati salah satu leher labu destilasi leher 3.
2. Lepaskan saluran pemisah (leher B), dan secara kuantitatif sampel makanan dimasukkan ke labu C lalu tutup. Gas nitrogen dialirkan (leher A) dengan kecepatan konstan ± 20 gelembung tiap menit.
3. Penangas mantel dinyalakan, pengaturan daya yang akan menyebabkan 80 sampai 90 tetes per menit kondensat untuk kembali ke labu pemanas dari kondensor, E.
4. Larutan asam hidroklorida 4N 20 ml alirkan melalui leher B, kemudian larutan hidrogen peroksida 3% 15 ml dialirkan dan ditutup segera, setiap sambungan dipastikan tertutup rapat. Setelah 1 jam, udara yang dijerap dalam larutan tetracloromercurat dititrasi
5. Titrasi, larutan penjerap dititrasi dengan larutan natrium tio sulfat 0,01N. Dan pipet 50 ml larutan iodin 0,01 N beserta 5 ml indikator kanji kedalam labu dan simpan selama 5 menit dalam kondisi tertutup. Titrasi larutan dalam erlenmeyer dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,01 N sampai titik akhir kuning (atau

warna biru tepat hilang), yang berlangsung paling lama dua puluh detik.

Catat volume larutan penitar yang diperlukan ( $V_c$ )

6. Pipet air suling/ aquades sebanyak larutan penjerap pada langkah 5 sebagai blanko ke dalam erlenmeyer dan lakukan langkah-langkah titrasi ( $V_b$ ).

7. Perhitungan konsentrasi  $SO_2$  dalam larutan penjerap tersebut dengan:

$$C_{SO_2} \text{ (ppm)} = \frac{((V_b - V_c) \times N \times 32,03 \times 1000)}{V_a}$$

Keterangan :

C = konsentrasi  $SO_2$  dalam larutan penjerap (ppm)

$V_b$  = volum natrium tio sulfat hasil titrasi blanko (mL)

$V_c$  = volum natrium tio sulfat hasil titrasi larutan penjerap (mL)

N = normalitas larutan natrium tio sulfat 0,01 N(N)

$V_a$  = konversi gram ke  $\mu\text{g}$

32,03 = berat ekuivalen  $SO_2$  ( $BM_{SO_2}/2$ )

**LAMPIRAN 2**

• **Paired T-test Verifikasi**

**Paired T-Test and CI: prediksi a, verifikasi a**

Paired T for prediksi a - verifikasi a

	N	Mean	StDev	SE Mean
prediksi a	3	9.247	0.336	0.194
verifikasi a	3	8.800	0.100	0.058
Difference	3	0.447	0.261	0.151

95% CI for mean difference: (-0.201, 1.095)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 2.97 P-Value = 0.097

**Paired T-Test and CI: prediksi r, verifikasi r**

Paired T for prediksi r - verifikasi r

	N	Mean	StDev	SE Mean
prediksi r	3	19.717	0.303	0.175
verifikasi r	3	19.280	0.020	0.012
Difference	3	0.437	0.287	0.166

95% CI for mean difference: (-0.277, 1.150)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 2.63 P-Value = 0.119

**Paired T-Test and CI: prediksi p, verifikasi p**

Paired T for prediksi p - verifikasi p

	N	Mean	StDev	SE Mean
prediksi p	3	51.123	1.315	0.759
verifikasi p	3	45.500	0.070	0.040
Difference	3	5.623	1.380	0.797

95% CI for mean difference: (2.195, 9.052)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 7.06 P-Value = 0.019

**Paired T-Test and CI: prediksi g, verifikasi g**

Paired T for prediksi g - verifikasi g

	N	Mean	StDev	SE Mean
prediksi g	3	46.94	2.08	1.20
verifikasi g	3	49.43	0.17	0.10
Difference	3	-2.49	1.92	1.11

95% CI for mean difference: (-7.25, 2.26)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -2.25 P-Value = 0.153

**Paired T-Test and CI: prediksi o, verifikasi o**

Paired T for prediksi o - verifikasi o

	N	Mean	StDev	SE Mean
prediksi o	3	8.200	0.906	0.523
verifikasi o	3	7.670	0.200	0.115
Difference	3	0.530	0.771	0.445

95% CI for mean difference: (-1.385, 2.445)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1.19 P-Value = 0.356



LAMPIRAN 3

Design

CA:\Program Files\DX7Trial\tesis 2020.dx7 - Design-Expert 7.1.5

File Edit View Display Options Design Tools Help

Notes for tesis 2020

- Design (Actual)
  - Summary
  - Graph Columns
  - Evaluation
  - Analysis
    - Rendemen (Analyz...
    - Kadar Air (Analyz...
    - Derajat Putih (Analy...
    - Kadar Glukomanan i...
    - Kadar Kalsium Oksa...
  - Optimization
    - Numerical
    - Graphical
    - Point Prediction

Select	Std	Run	Factor 1 A:Berat Kg	Factor 2 B:Waktu Penge Jam	Response 1 Rendemen %	Response 2 Kadar Air %	Response 3 Derajat Putih	Response 4 Kadar Glukoma % bk	Response 5 Kadar Kalsium %
	5	10	43.03	14.00	16.25	7.34	49.60	47.17	10.35
	1	3	48.00	12.00	17.67	7.72	44.84	32.01	11.02
	3	11	48.00	16.00	18.82	7.92	49.47	45.14	10.91
	7	4	60.00	11.17	19.20	7.78	56.48	46.36	9.28
	8	8	60.00	16.83	18.13	8.21	55.24	45.33	9.62
	9	13	60.00	14.00	18.75	8.75	46.18	47.86	8.10
	10	9	60.00	14.00	18.33	8.00	45.06	49.33	6.97
	11	12	60.00	14.00	18.75	8.00	43.46	49.03	6.75
	12	2	60.00	14.00	20.00	9.00	45.62	52.25	6.41
	13	1	60.00	14.00	21.50	10.85	43.02	45.39	7.65
	2	6	72.00	12.00	23.13	11.56	50.27	40.75	11.98
	4	5	72.00	16.00	25.67	10.13	49.27	45.05	11.36
	6	7	76.97	14.00	25.67	10.13	40.42	31.61	11.81

For Help, press F1

CA:\Program Files\DX7Trial\tesis 2020.dx7 - Design-Expert 7.1.5

File Edit View Display Options Design Tools Help

Notes for tesis 2020

- Design (Actual)
  - Summary
  - Graph Columns
  - Evaluation
  - Analysis
    - Rendemen (Analyz...
    - Kadar Air (Analyz...
    - Derajat Putih (Analy...
    - Kadar Glukomanan i...
    - Kadar Kalsium Oksa...
  - Optimization
    - Numerical
    - Graphical
    - Point Prediction

**Design Summary**

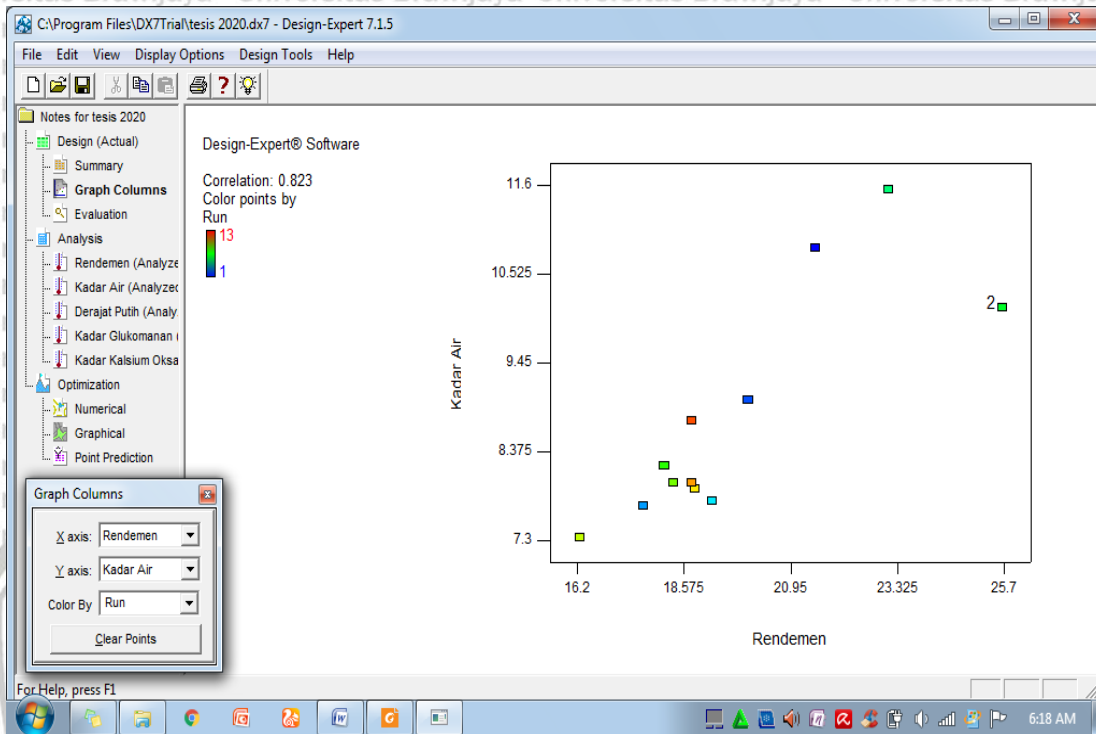
Study Type	Response Surface	Runs	13
Initial Design	Central Composite	Blocks	No Blocks
Design Model	Quadratic		

Factor	Name	Units	Type	Low Actual	High Actual	Low Coded	High Coded	Mean	Std. Dev.
A	Berat	Kg	Numeric	48.00	72.00	-1.000	1.000	60.000	9.414
B	Waktu Pengerin	Jam	Numeric	12.00	16.00	-1.000	1.000	14.000	1.569

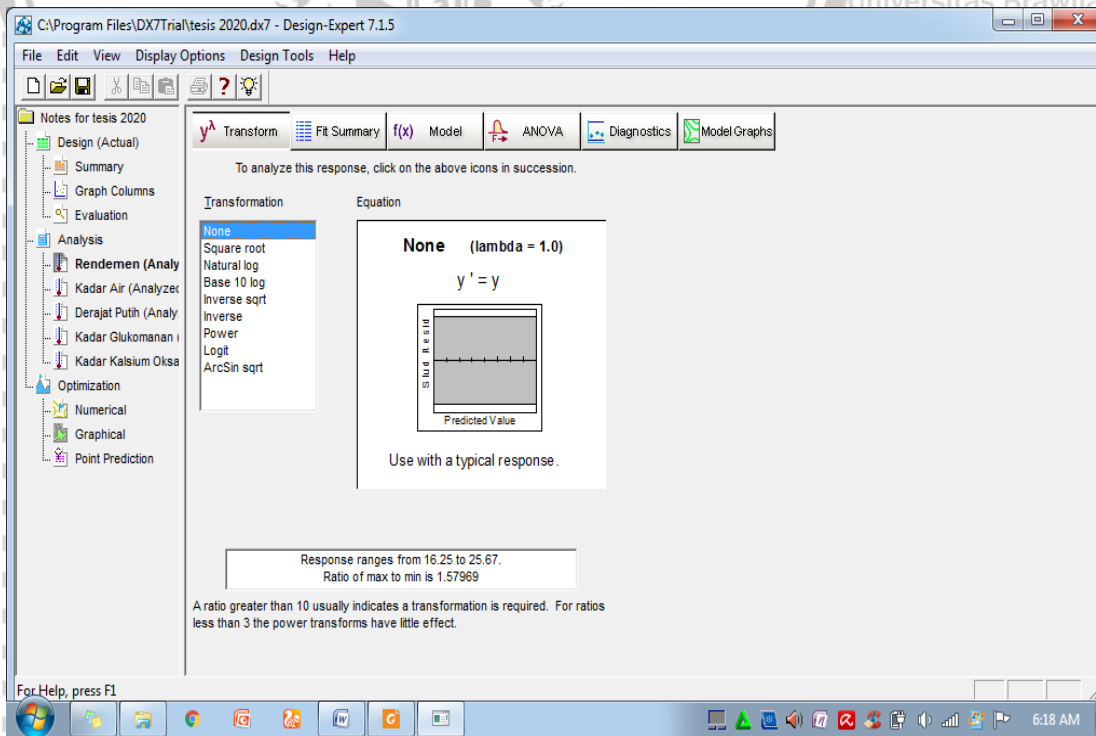
Response	Name	Units	Obs	Analysis	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.	Ratio	Tran
Y1	Rendemen	%	13	Polynomial	16.25	25.67	20.1438	2.86907	1.57969	None
Y2	Kadar Air	%	13	Polynomial	7.34	11.56	8.87615	1.30283	1.57493	None
Y3	Derajat Putih		13	Polynomial	40.42	56.48	47.6116	4.51002	1.39742	None
Y4	Kadar Glukoman % bk		13	Polynomial	31.61	52.25	44.4069	5.97456	1.65292	None
Y5	Kadar Kalsium C %		13	Polynomial	6.41	11.98	9.40128	1.93783	1.86907	None

For Help, press F1

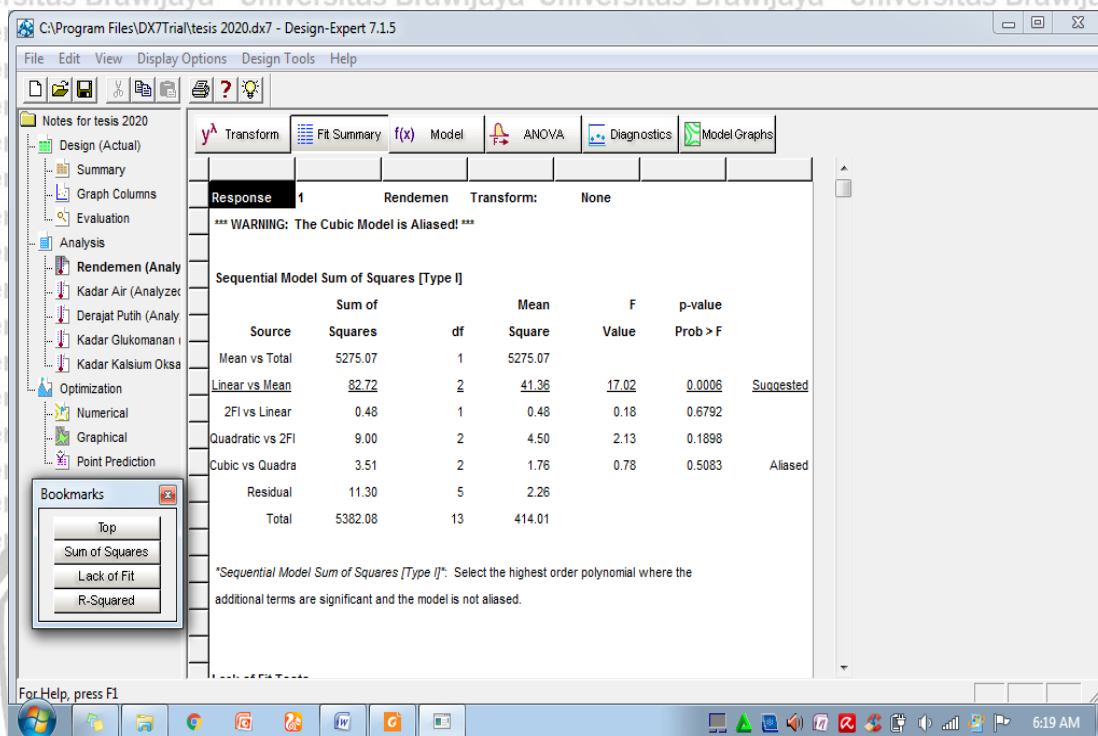
## Korelasi rendemen vs kadar air



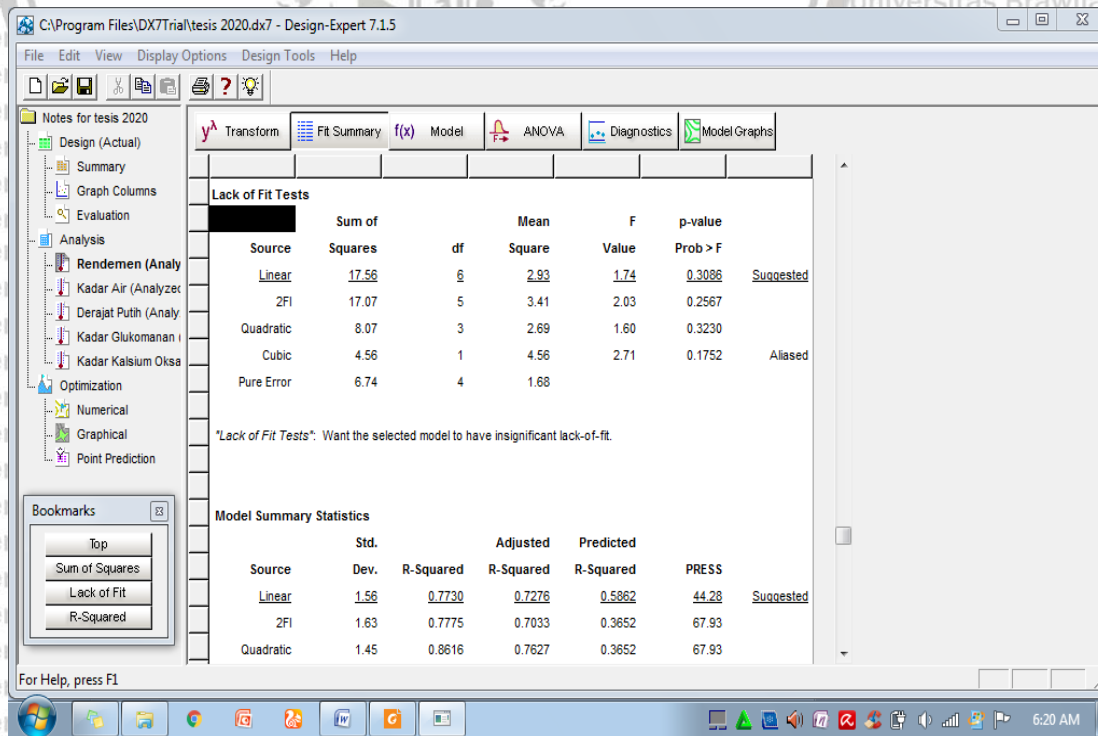
## Analisis rendemen



respon



Lack of fit



Model

CA:\Program Files\DX7Trial\tesis 2020.dx7 - Design-Expert 7.1.5

File Edit View Display Options Design Tools Help

Notes for tesis 2020

- Design (Actual)
  - Summary
  - Graph Columns
  - Evaluation
  - Analysis
    - Rendemen (Analy
      - Kadar Air (Analyzer
      - Derajat Putih (Analy
      - Kadar Glukomanan
      - Kadar Kalsium Oksa
    - Optimization
      - Numerical
      - Graphical
      - Point Prediction

Model Summary Statistics

Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	1.56	0.7730	0.7276	0.5862	44.28	Suggested
2FI	1.63	0.7775	0.7033	0.3652	67.93	
Quadratic	1.45	0.8616	0.7627	0.3652	67.93	
Cubic	1.50	0.8944	0.7466	-1.6257	302.38	Aliased

"Model Summary Statistics": Focus on the model maximizing the "Adjusted R-Squared" and the "Predicted R-Squared".

Bookmarks: Top, Sum of Squares, Lack of Fit, R-Squared

For Help, press F1

CA:\Program Files\DX7Trial\tesis 2020.dx7 - Design-Expert 7.1.5

File Edit View Display Options Design Tools Help

Notes for tesis 2020

- Design (Actual)
  - Summary
  - Graph Columns
  - Evaluation
  - Analysis
    - Rendemen (Analy
      - Kadar Air (Analyzer
      - Derajat Putih (Analy
      - Kadar Glukomanan
      - Kadar Kalsium Oksa
    - Optimization
      - Numerical
      - Graphical
      - Point Prediction

Process Order: Linear

Add Term

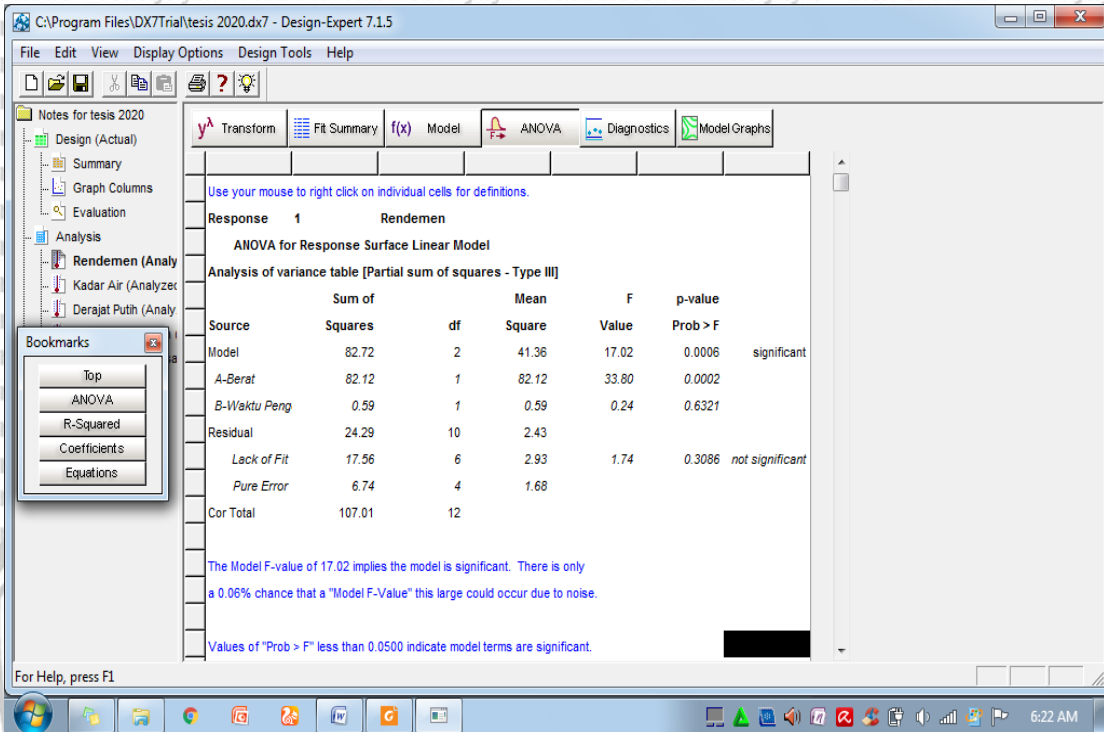
Selection: Manual

- Intercept M
- A-Berat M
- B-Waktu Pengeringan M
- AB
- A<sup>2</sup>
- B<sup>2</sup>
- A<sup>2</sup>B
- AB<sup>2</sup>
- A<sup>3</sup>
- B<sup>3</sup>

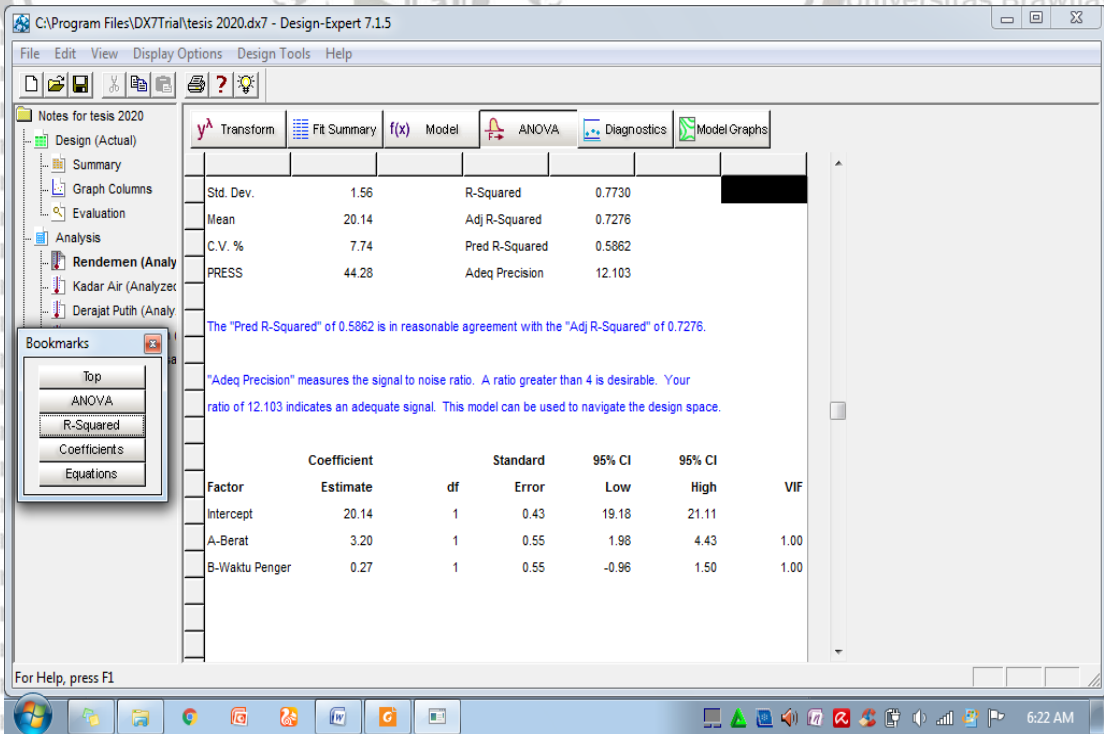
3 terms selected



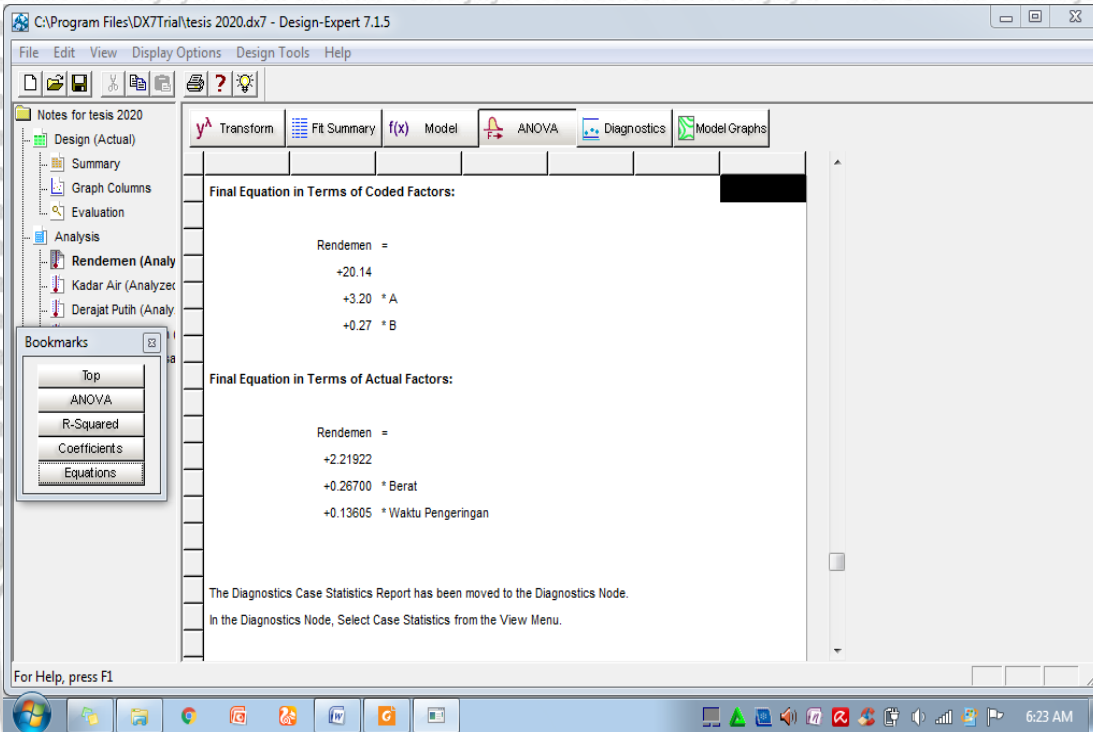
## Anova



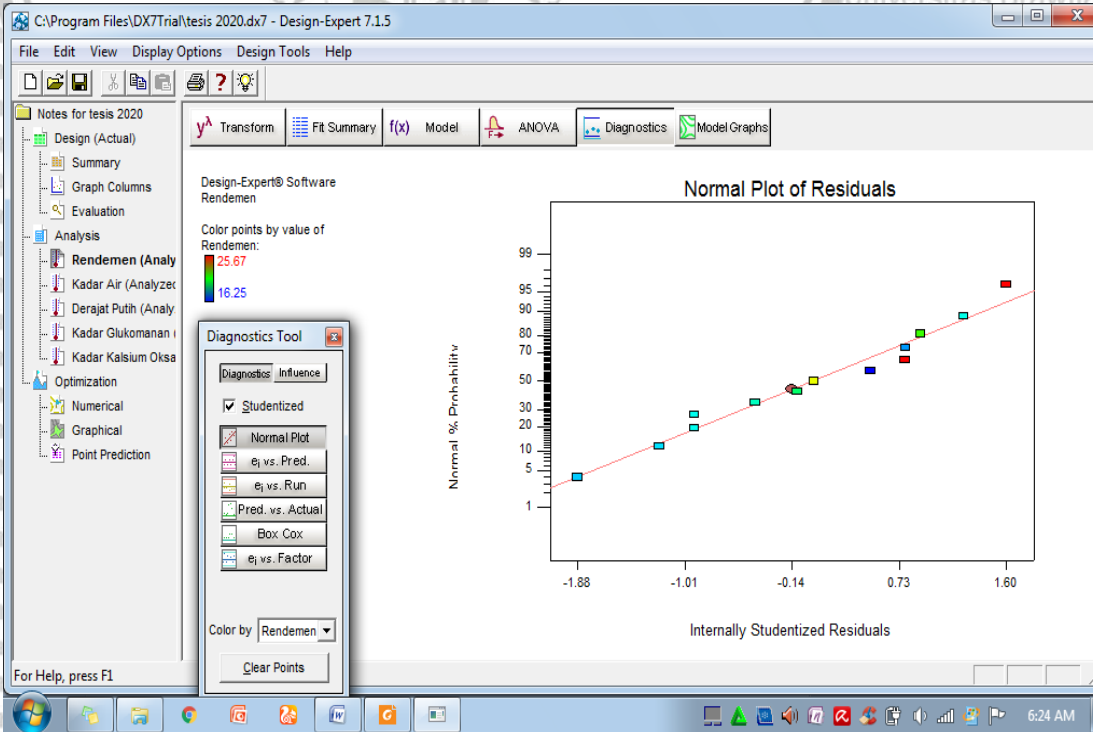
## Koefisien regresi



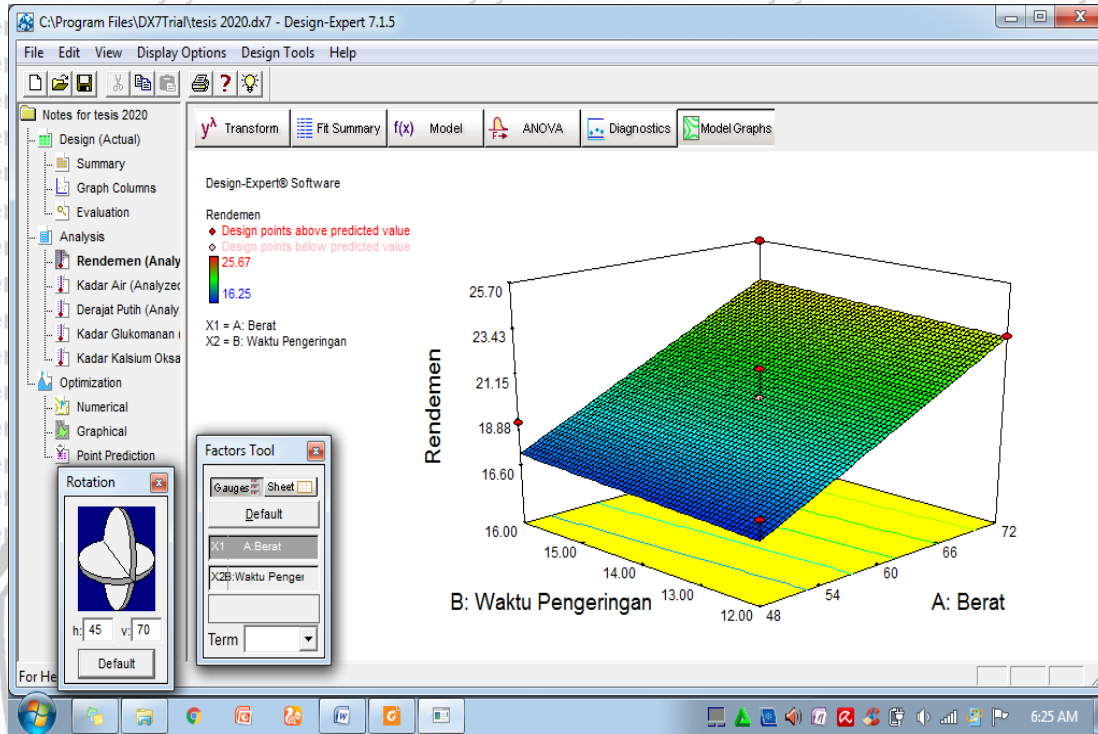
## Persamaan kuadrat



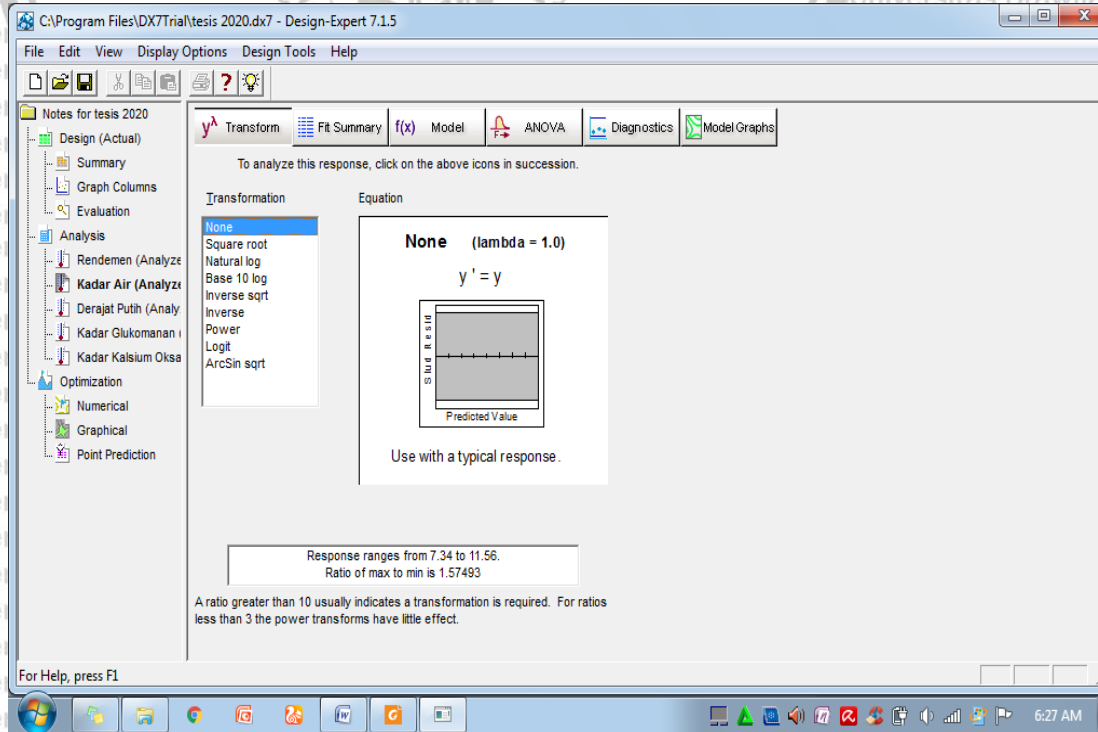
## Diagnostik



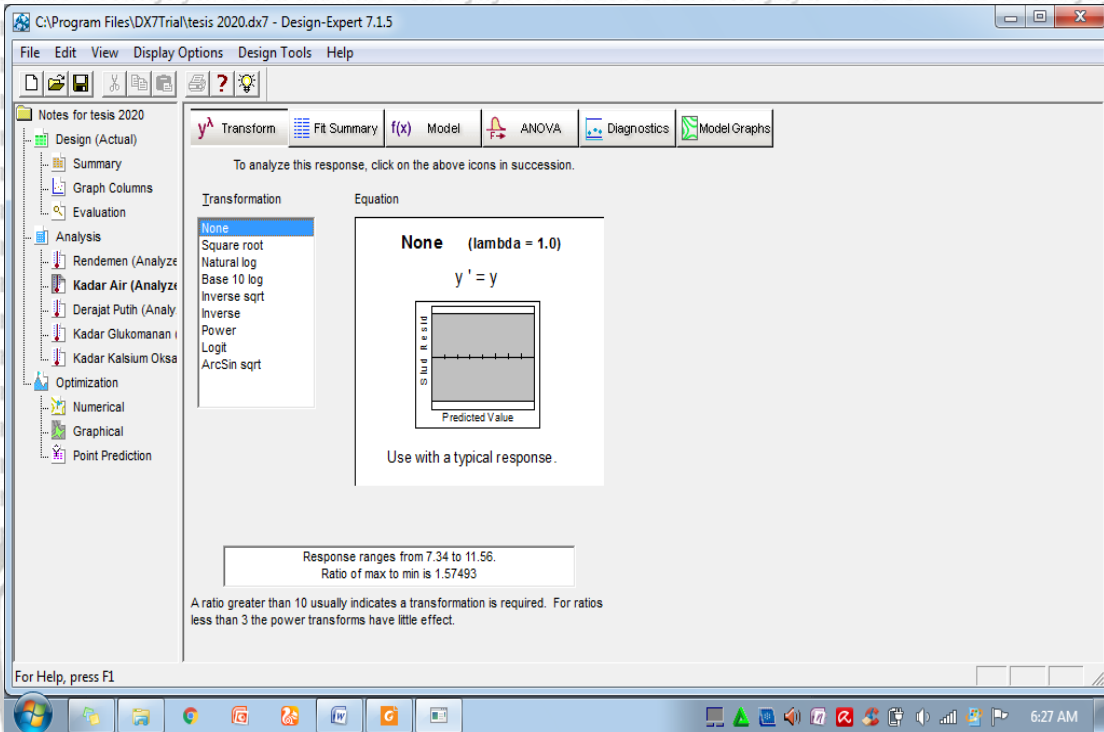
Gambar kontur 3D



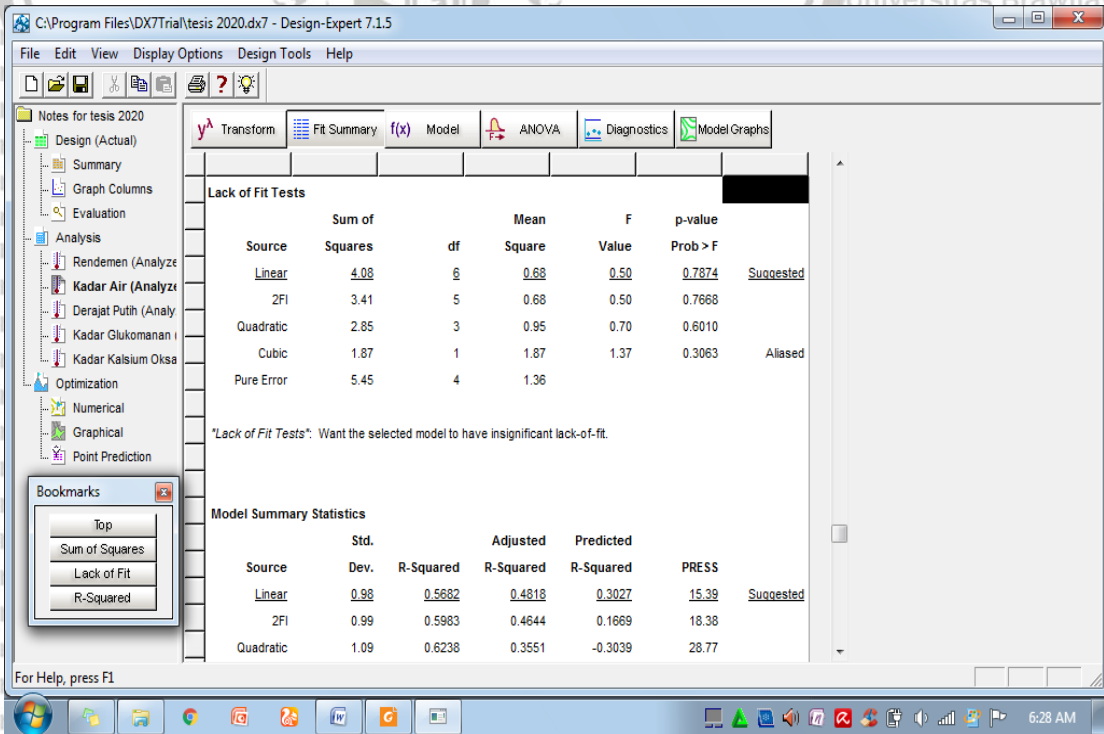
Kadar air



Respon



Lack of fit



Model summary

The screenshot shows the 'Lack of Fit Tests' and 'Model Summary Statistics' sections of the Design-Expert 7.1.5 software. The 'Lack of Fit Tests' table is as follows:

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Linear	4.08	6	0.68	0.50	0.7674	Suggested
2FI	3.41	5	0.68	0.50	0.7668	
Quadratic	2.85	3	0.95	0.70	0.6010	
Cubic	1.87	1	1.87	1.37	0.3063	Aliased
Pure Error	5.45	4	1.36			

The 'Model Summary Statistics' table is as follows:

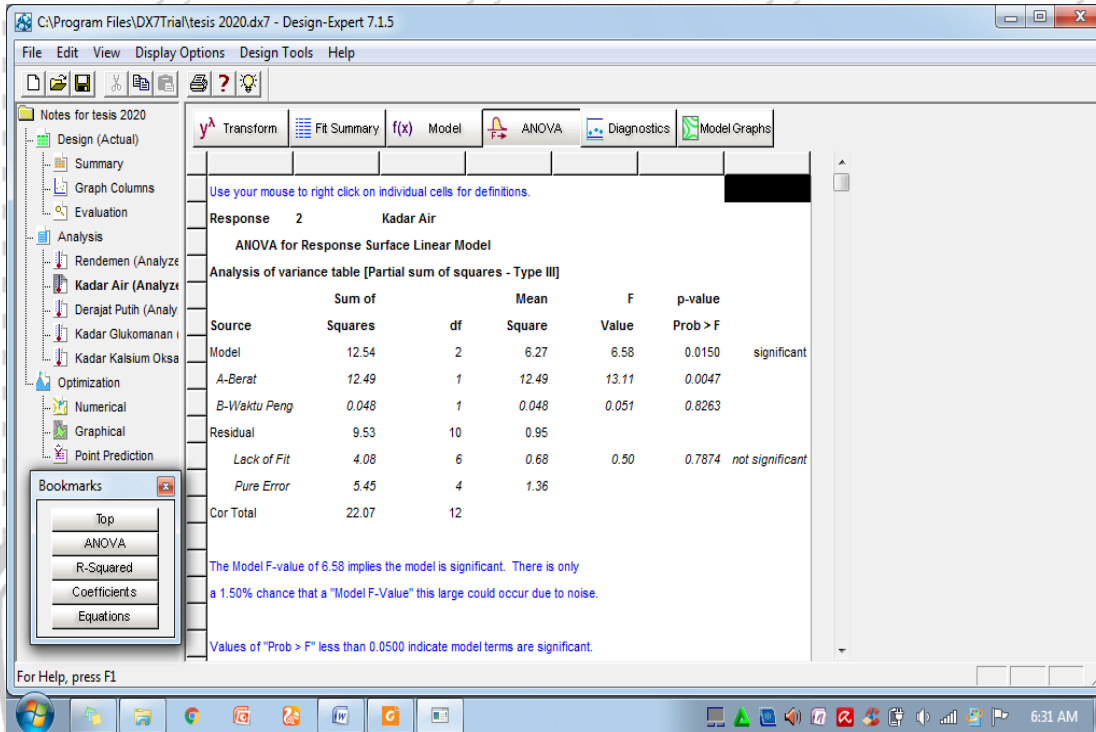
Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	0.98	0.5682	0.4818	0.3027	15.39	Suggested
2FI	0.99	0.5983	0.4644	0.1669	18.38	
Quadratic	1.09	0.6238	0.3551	-0.3039	28.77	

A 'Bookmarks' window is open, showing options: Top, Sum of Squares, Lack of Fit, and R-Squared.

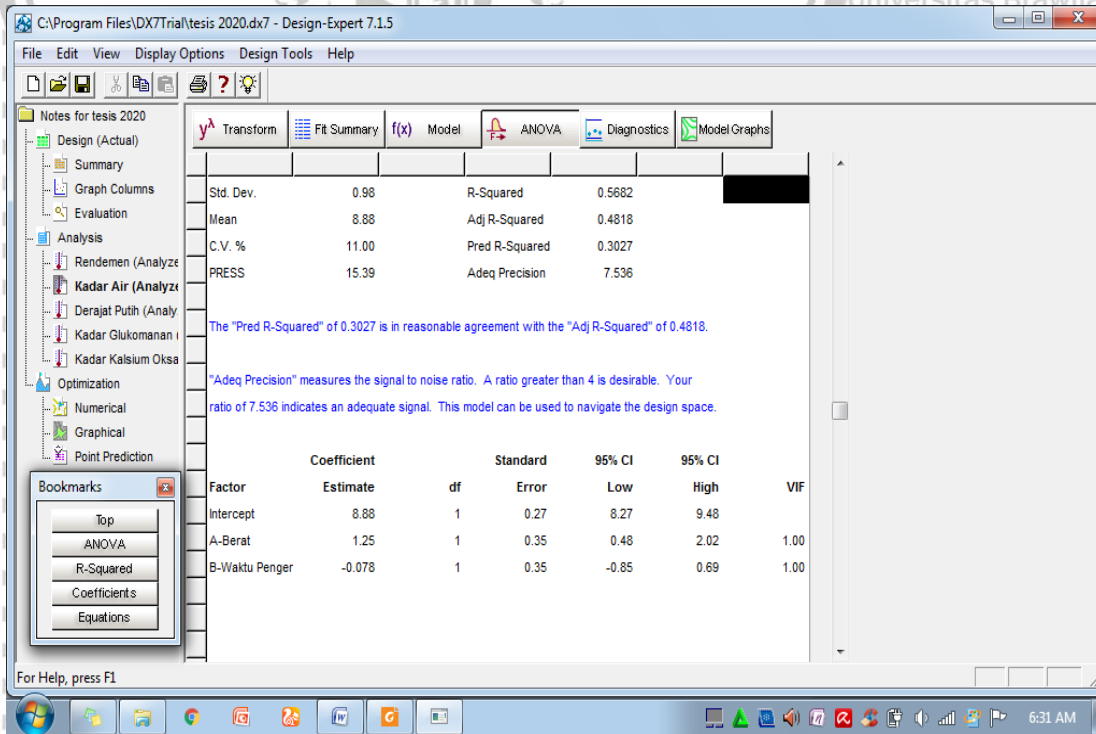
f(x)

The screenshot shows the 'Model' building interface in Design-Expert 7.1.5. The 'Process Order' is set to 'Linear' and 'Selection' is set to 'Manual'. A list of terms is shown with 'Intercept', 'A-Berat', and 'B-Waktu Pengerinan' selected. The status bar at the bottom indicates '3 terms selected'.

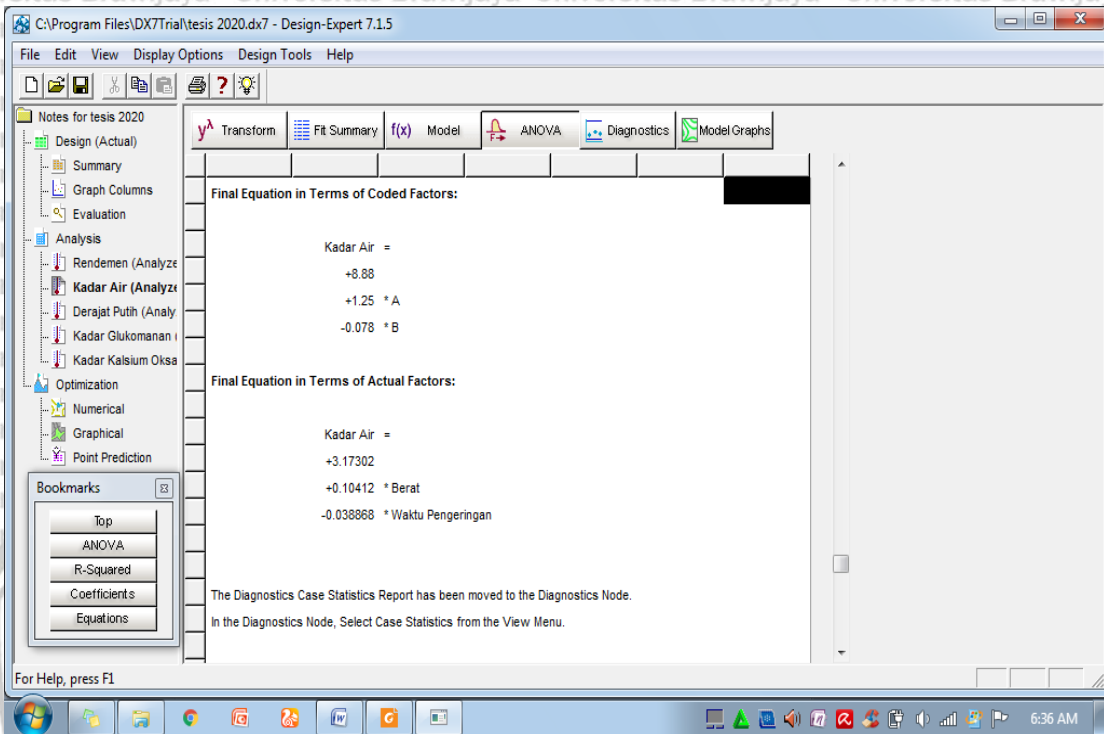
## Anova



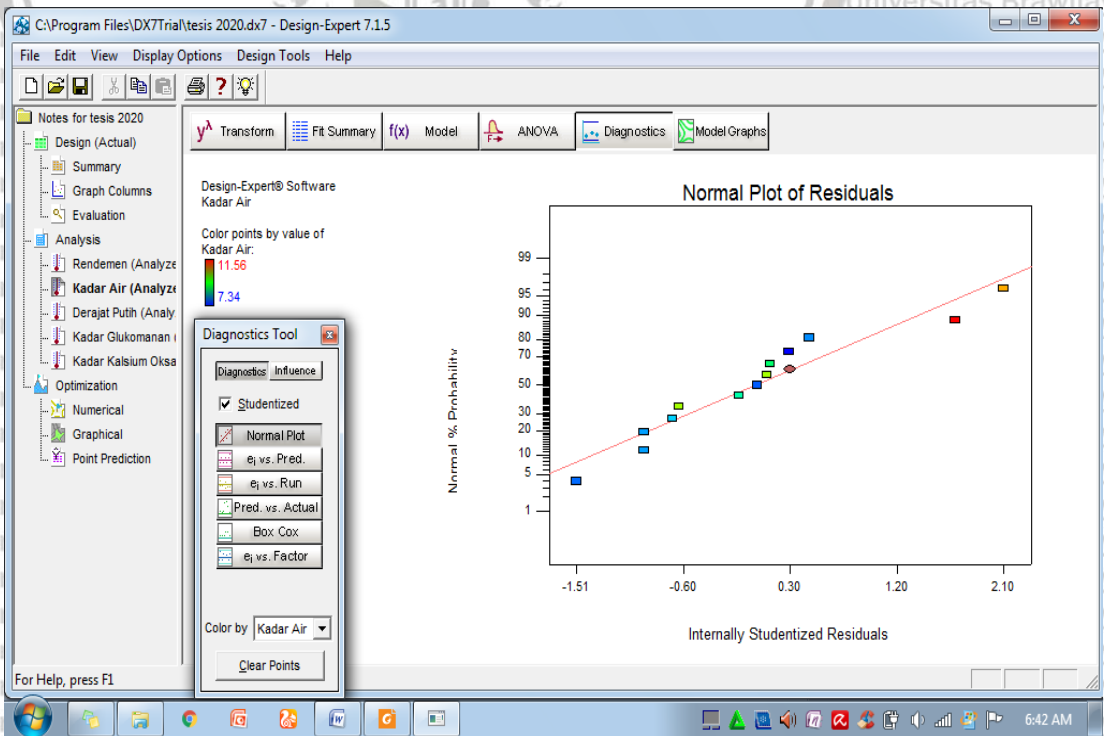
## Koefisien regresi



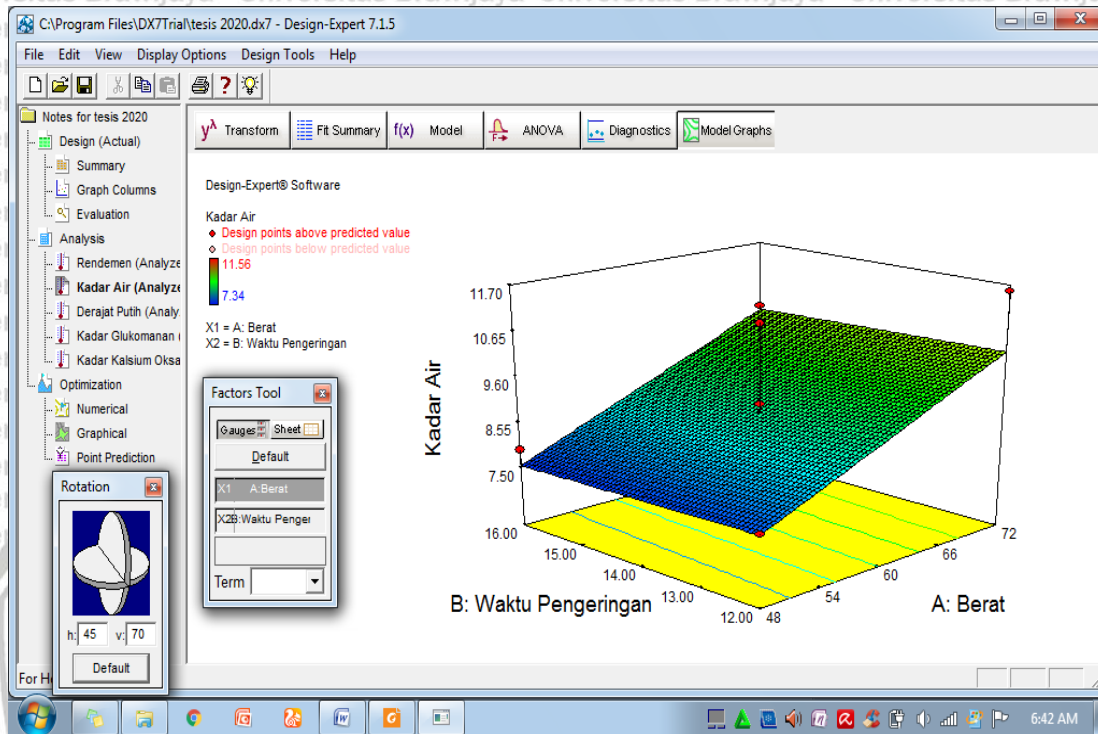
## Persamaan kuadrat



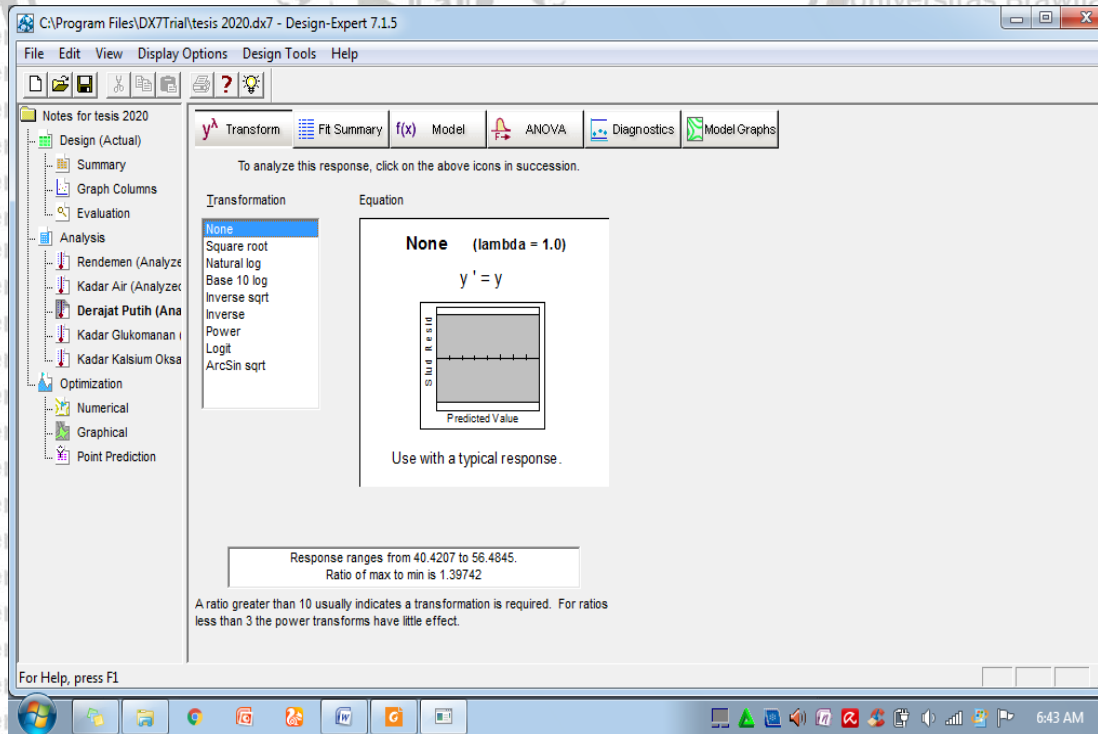
## Diagnostik



Kontur 3D

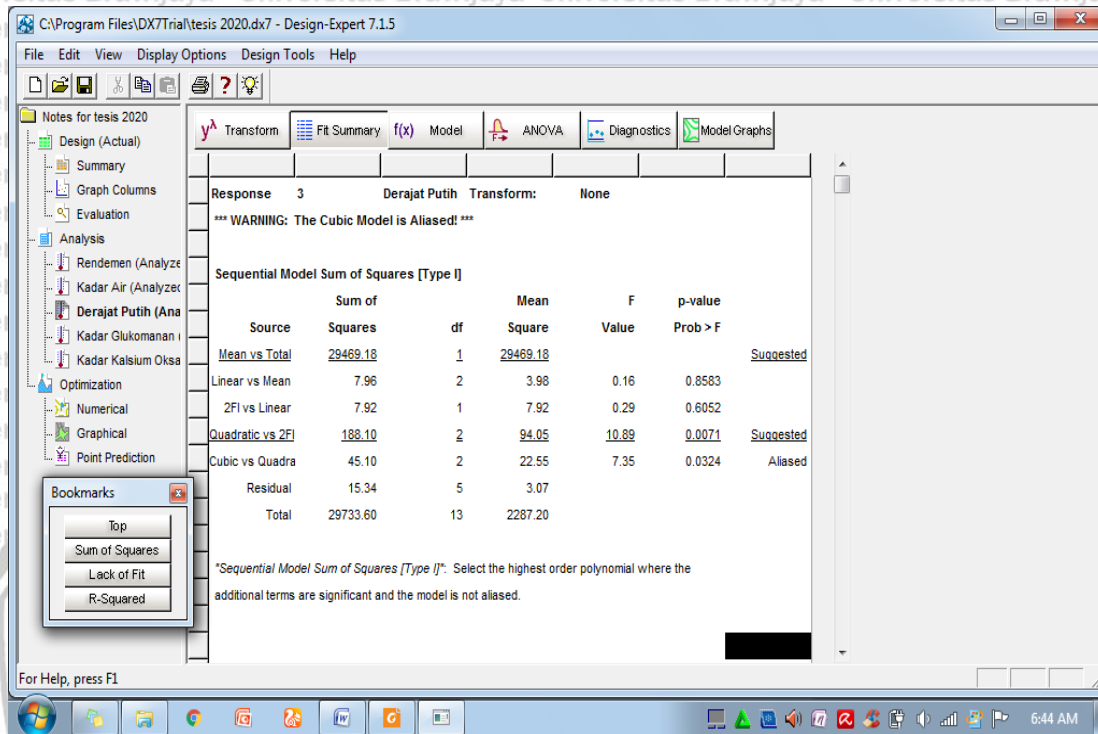


Derajat putih

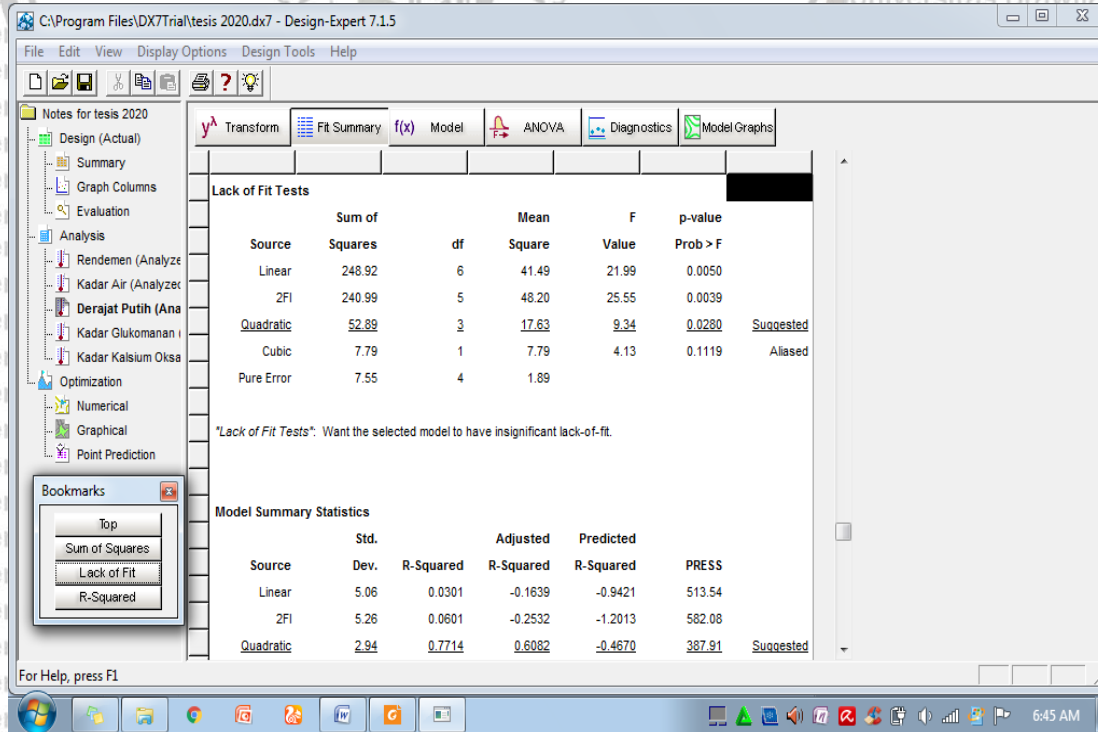




Respon



Lack of fit



Model summary

The screenshot shows the 'Lack of Fit Tests' and 'Model Summary Statistics' sections of the Design-Expert 7.1.5 software. The 'Lack of Fit Tests' table shows the following data:

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	Prob > F
Linear	248.92	6	41.49	21.99	0.0050	
2FI	240.99	5	48.20	25.55	0.0039	
Quadratic	52.89	3	17.63	9.34	0.0280	Suggested
Cubic	7.79	1	7.79	4.13	0.1119	Aliased
Pure Error	7.55	4	1.89			

The 'Model Summary Statistics' table shows the following data:

Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS
Linear	5.06	0.0301	-0.1639	-0.9421	513.54
2FI	5.26	0.0601	-0.2532	-1.2013	582.08
Quadratic	2.94	0.7714	0.6082	-0.4670	387.91

A 'Bookmarks' window is open, showing 'Lack of Fit' as the selected item. The software interface includes a menu bar (File, Edit, View, Display Options, Design Tools, Help) and a toolbar with various icons. The taskbar at the bottom shows the system clock at 6:45 AM.

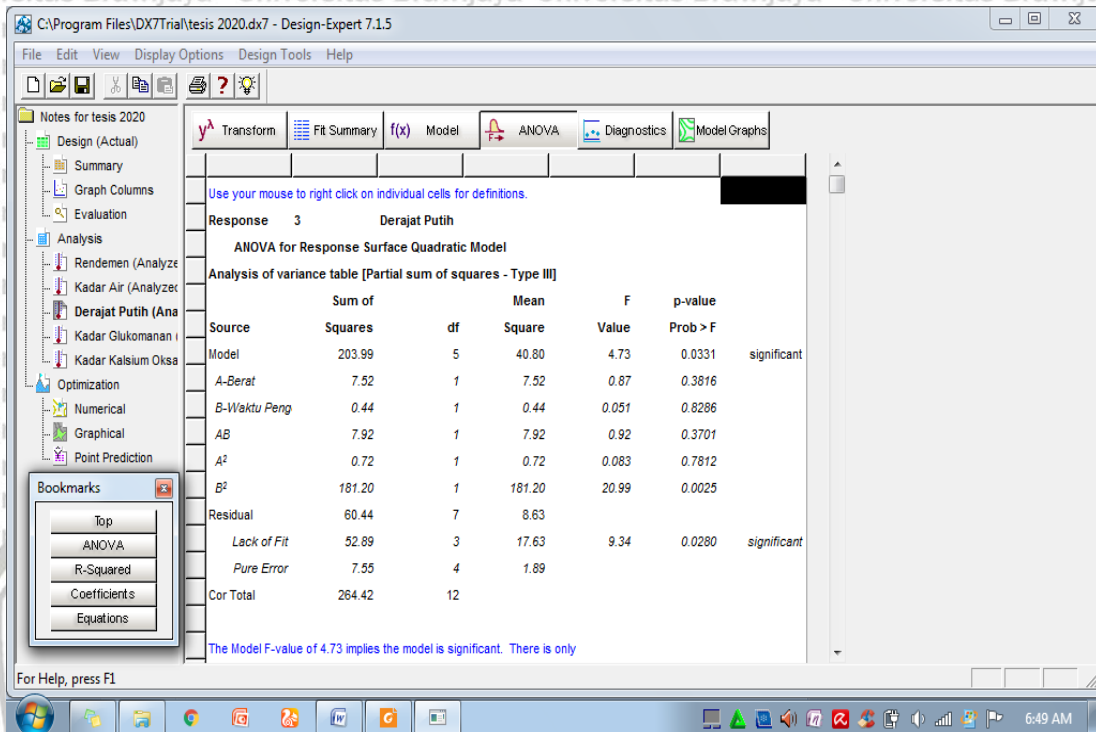
F (x)

The screenshot shows the 'Model' selection process in Design-Expert 7.1.5. The 'Process Order' is set to 'Quadratic' and the 'Selection' method is 'Manual'. The following terms are selected in the model list:

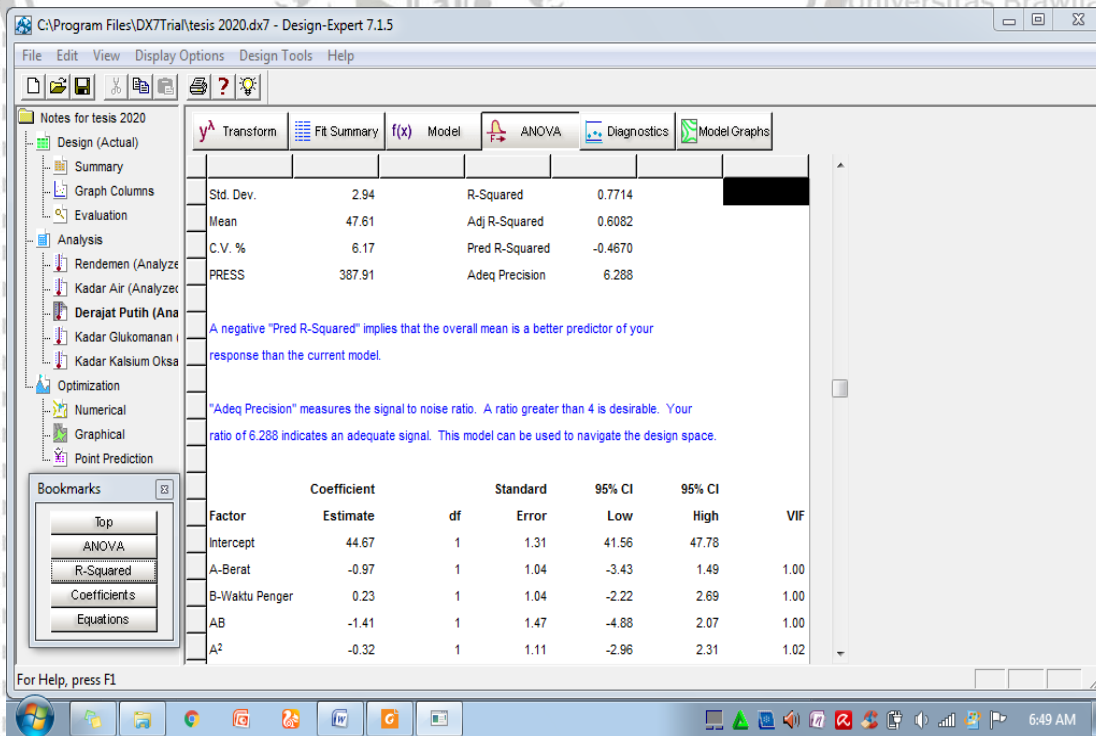
- Intercept (M)
- A-Berat (M)
- B-Waktu Pengerinan (M)
- AB (M)
- A<sup>2</sup> (M)
- B<sup>2</sup> (M)
- A<sup>2</sup>B (M)
- AB<sup>2</sup> (M)
- A<sup>3</sup> (M)
- B<sup>3</sup> (M)

The status bar at the bottom indicates '6 terms selected'. The software interface includes a menu bar (File, Edit, View, Display Options, Design Tools, Help) and a toolbar with various icons. The taskbar at the bottom shows the system clock at 6:49 AM.

## Anova



## Standar deviasi



### Koefisien regresi

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	44.67	1	1.31	41.56	47.78	
A-Berat	-0.97	1	1.04	-3.43	1.49	1.00
B-Waktu Penger	0.23	1	1.04	-2.22	2.69	1.00
AB	-1.41	1	1.47	-4.88	2.07	1.00
A <sup>2</sup>	-0.32	1	1.11	-2.96	2.31	1.02
B <sup>2</sup>	5.10	1	1.11	2.47	7.74	1.02

**Final Equation in Terms of Coded Factors:**

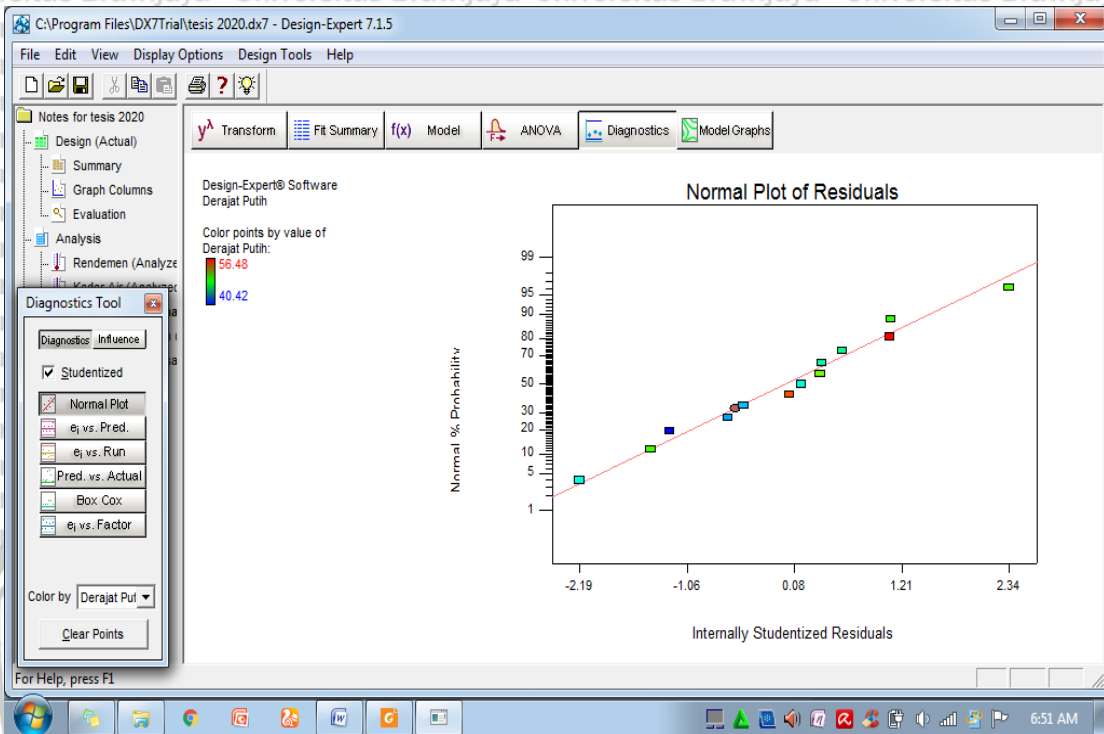
$$\text{Derajat Putih} = +44.67 - 0.97 * A + 0.23 * B - 1.41 * A * B$$

### Persamaan kuadrat

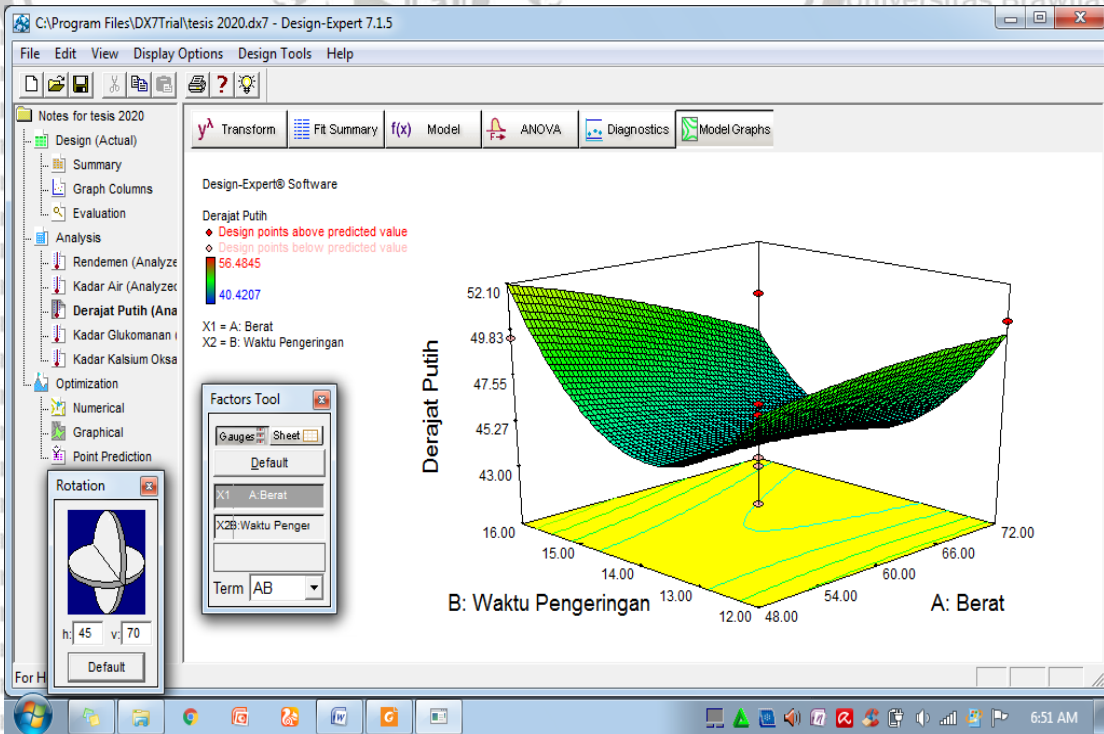
**Final Equation in Terms of Actual Factors:**

$$\text{Derajat Putih} = +240.67358 + 1.00807 * \text{Berat} - 32.09137 * \text{Waktu Pengerangan} - 0.058634 * \text{Berat} * \text{Waktu Pengerangan} - 2.23338E-003 * \text{Berat}^2$$

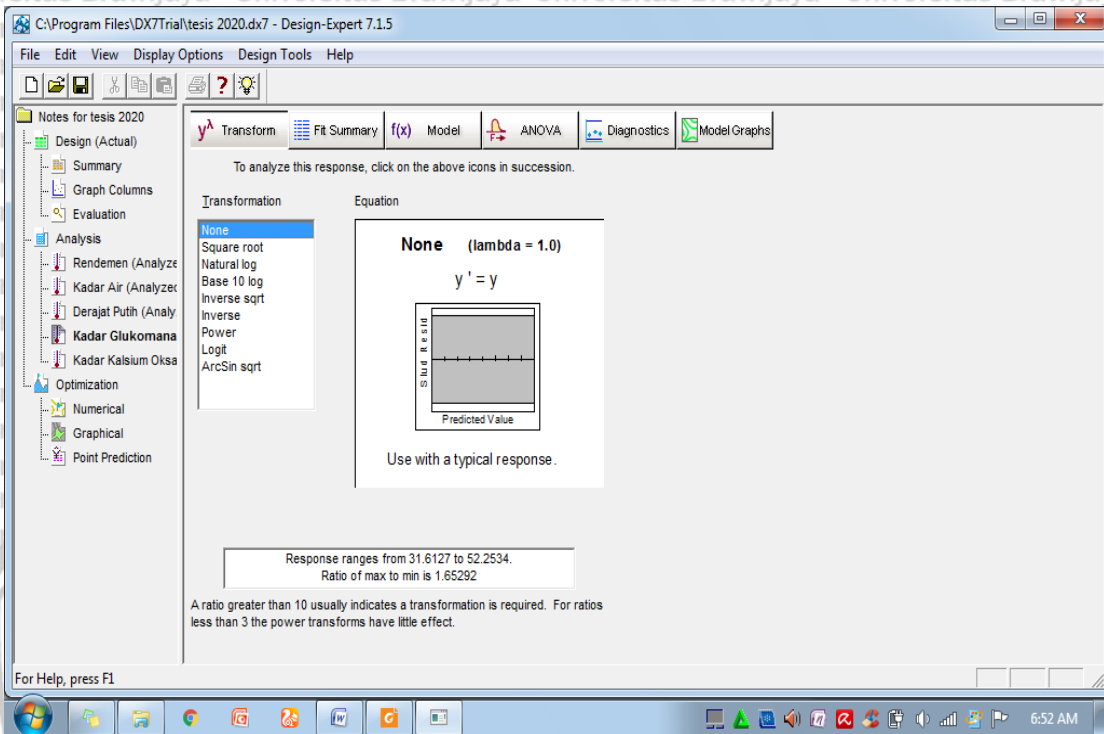
### Normal plot



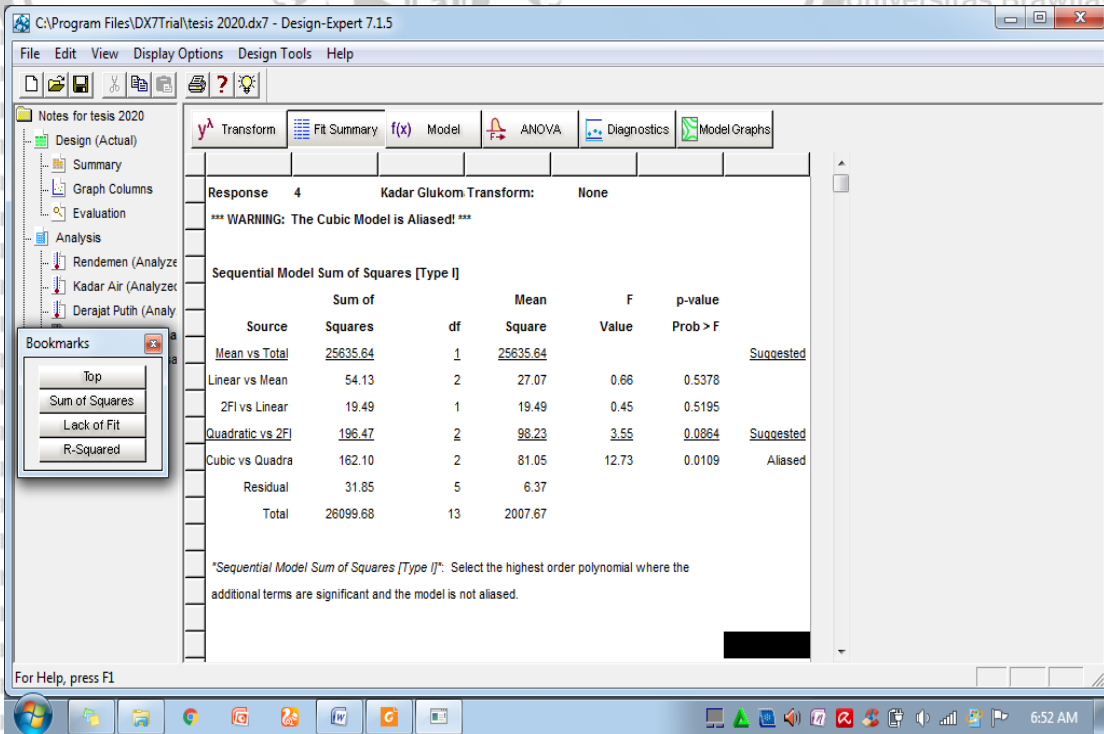
### Kontur 3D



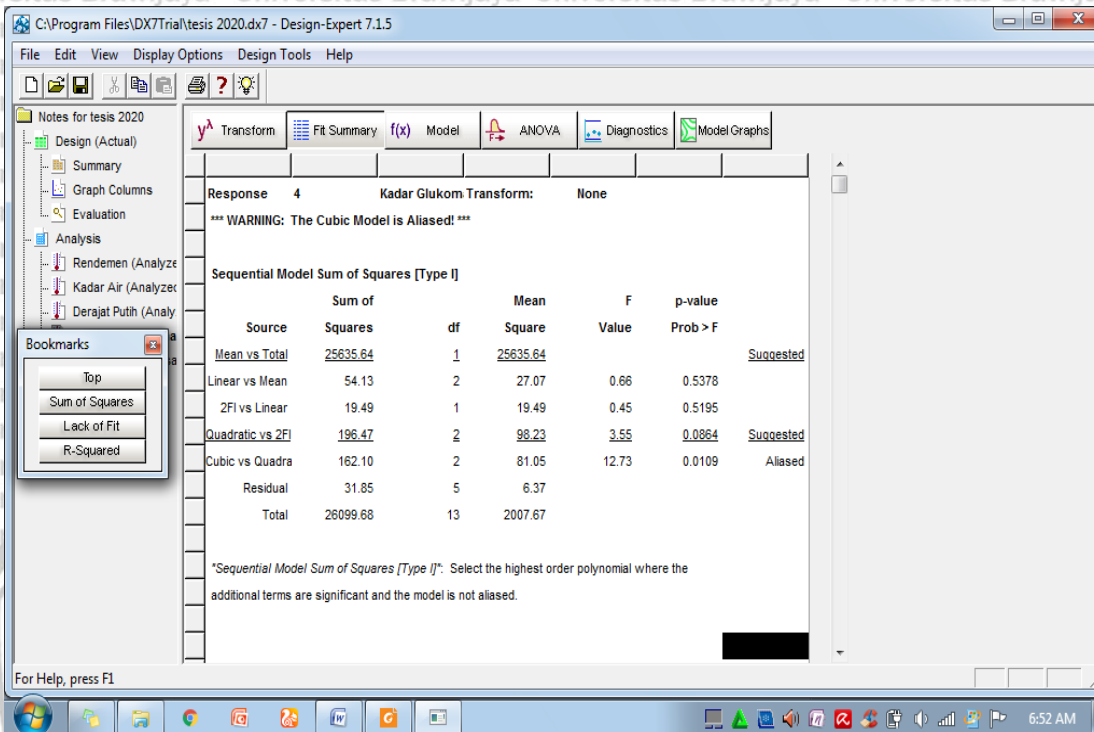
## Kadar glukomanan



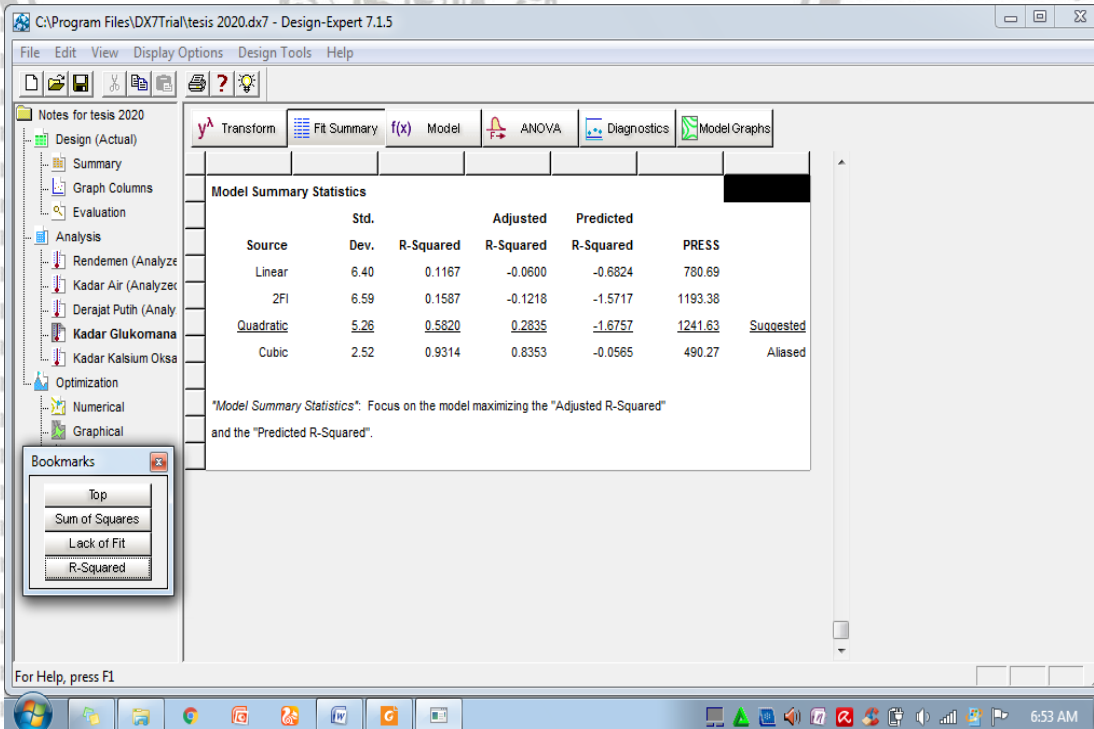
## Respon

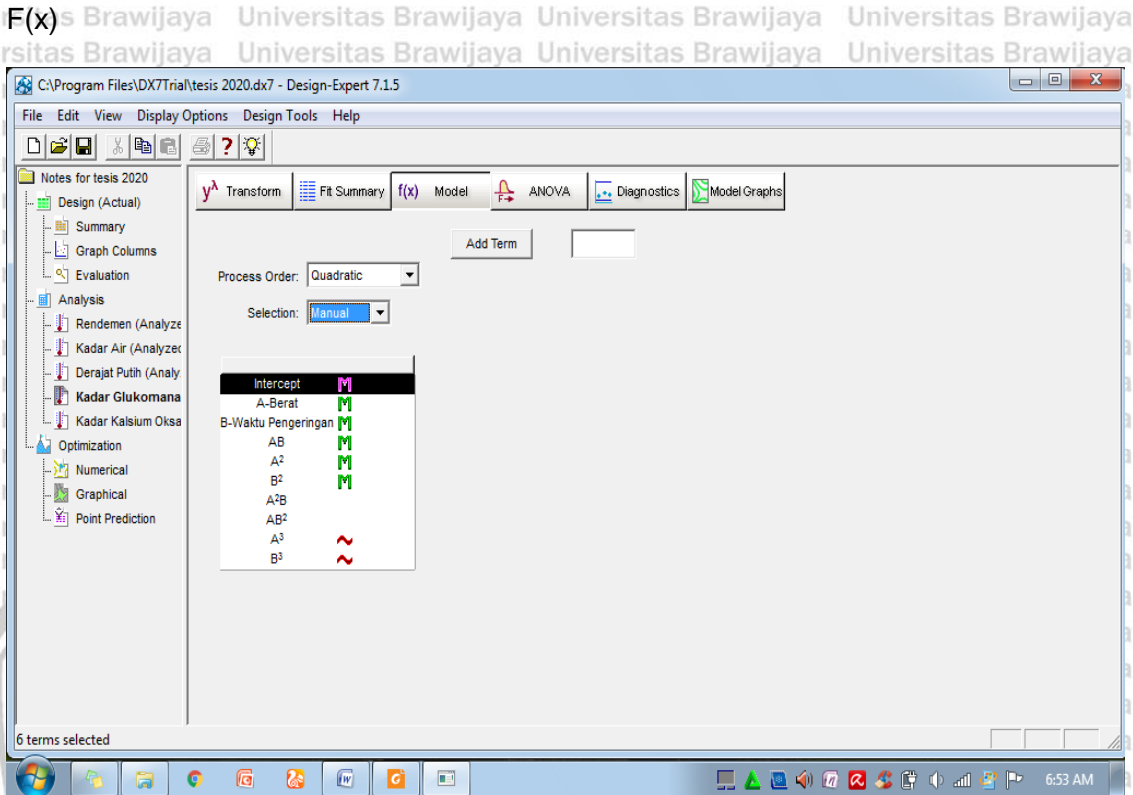


Lack of fit

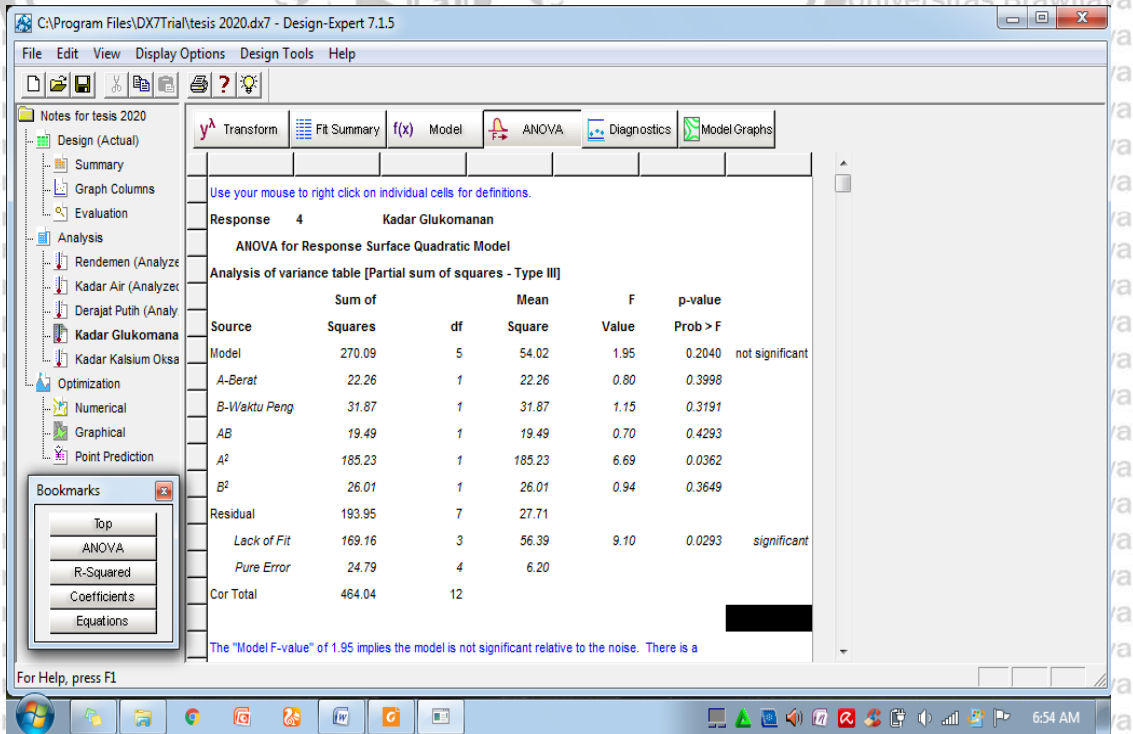


Model summary





Anova





Standar deviasi

CA\Program Files\DX7Trial\tesis 2020.dx7 - Design-Expert 7.1.5

File Edit View Display Options Design Tools Help

Notes for tesis 2020

- Design (Actual)
  - Summary
  - Graph Columns
  - Evaluation
  - Analysis
    - Rendemen (Analyze)
    - Kadar Air (Analyze)
    - Derajat Putih (Analyze)
    - Kadar Glukomana
    - Kadar Kalsium Oksa
  - Optimization
    - Numerical
    - Graphical
    - Point Prediction

Bookmarks: Top, ANOVA, R-Squared, Coefficients, Equations

	Std. Dev.	Mean	C.V. %	PRESS	R-Squared	Adj R-Squared	Pred R-Squared	Adeq Precision
	5.26	44.41	11.85	1241.63	0.5820	0.2835	-1.6757	3.546

A negative "Pred R-Squared" implies that the overall mean is a better predictor of your response than the current model.

"Adeq Precision" measures the signal to noise ratio. A ratio of 3.55 indicates an inadequate signal and we should not use this model to navigate the design space.

Factor	Coefficient Estimate	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	48.77	2.35	43.21	54.34	
A-Berat	-1.67	1.86	-6.07	2.73	1.00
B-Waktu Penger	2.00	1.86	-2.40	6.40	1.00
AB	-2.21	2.63	-8.43	4.02	1.00
A <sup>2</sup>	-5.16	2.00	-9.88	-0.44	1.02

For Help, press F1

Koefisien regresi

CA\Program Files\DX7Trial\tesis 2020.dx7 - Design-Expert 7.1.5

File Edit View Display Options Design Tools Help

Notes for tesis 2020

- Design (Actual)
  - Summary
  - Graph Columns
  - Evaluation
  - Analysis
    - Rendemen (Analyze)
    - Kadar Air (Analyze)
    - Derajat Putih (Analyze)
    - Kadar Glukomana
    - Kadar Kalsium Oksa
  - Optimization
    - Numerical
    - Graphical
    - Point Prediction

Bookmarks: Top, ANOVA, R-Squared, Coefficient.s, Equations

Factor	Coefficient Estimate	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	48.77	2.35	43.21	54.34	
A-Berat	-1.67	1.86	-6.07	2.73	1.00
B-Waktu Penger	2.00	1.86	-2.40	6.40	1.00
AB	-2.21	2.63	-8.43	4.02	1.00
A <sup>2</sup>	-5.16	2.00	-9.88	-0.44	1.02
B <sup>2</sup>	-1.93	2.00	-6.65	2.79	1.02

Final Equation in Terms of Coded Factors:

Kadar Glukomanan =

+48.77

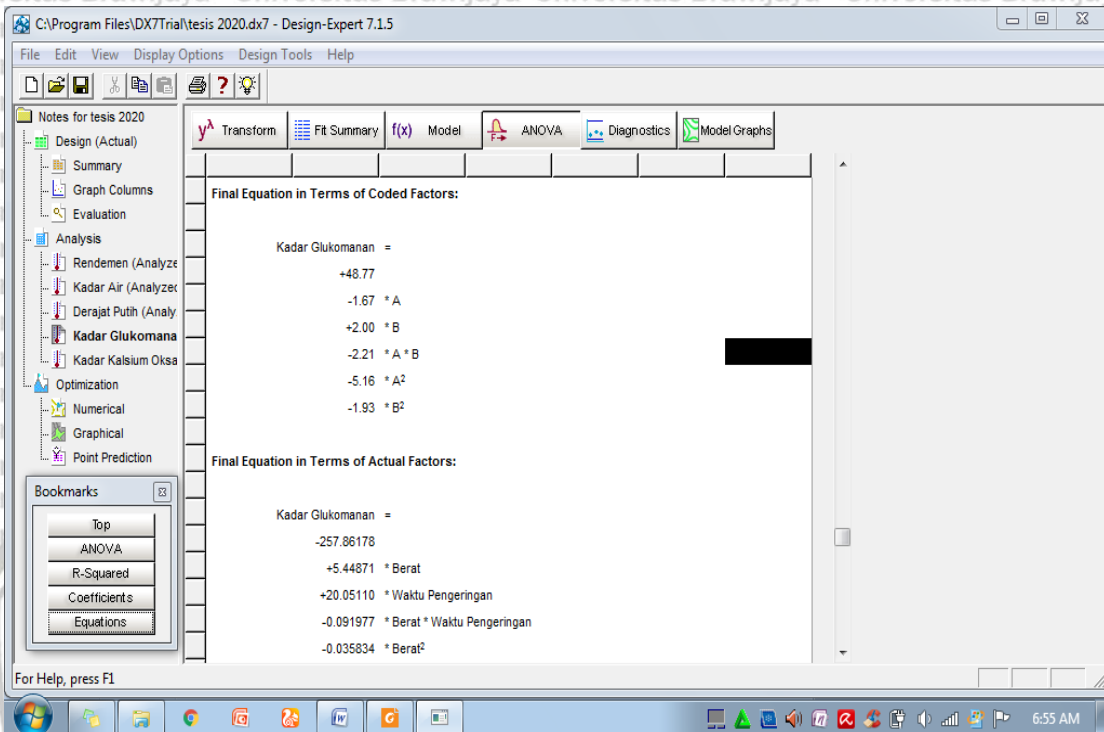
-1.67 \* A

+2.00 \* B

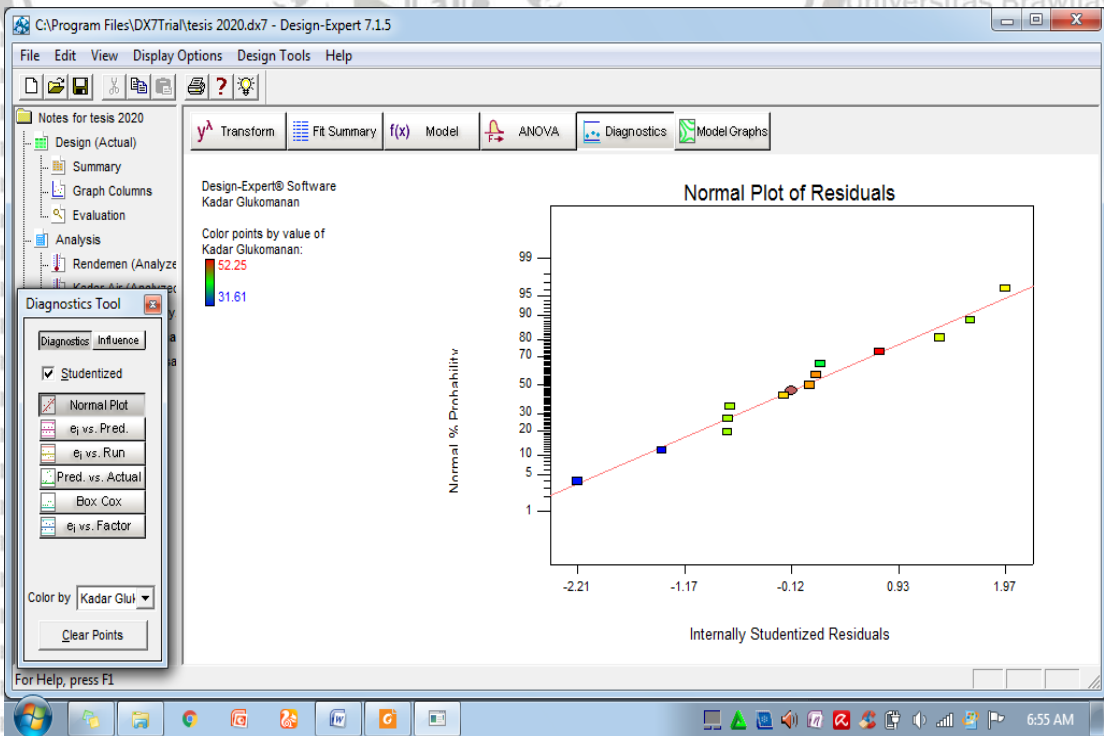
-2.21 \* A \* B

For Help, press F1

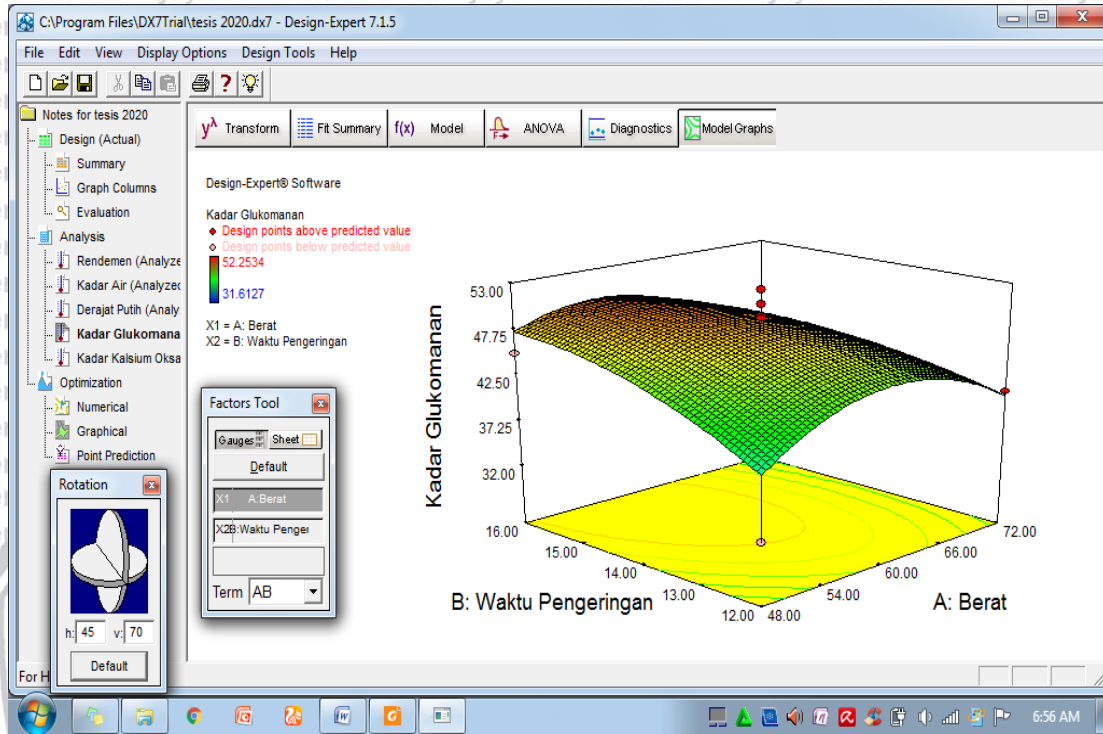
## Persamaan kuadrat



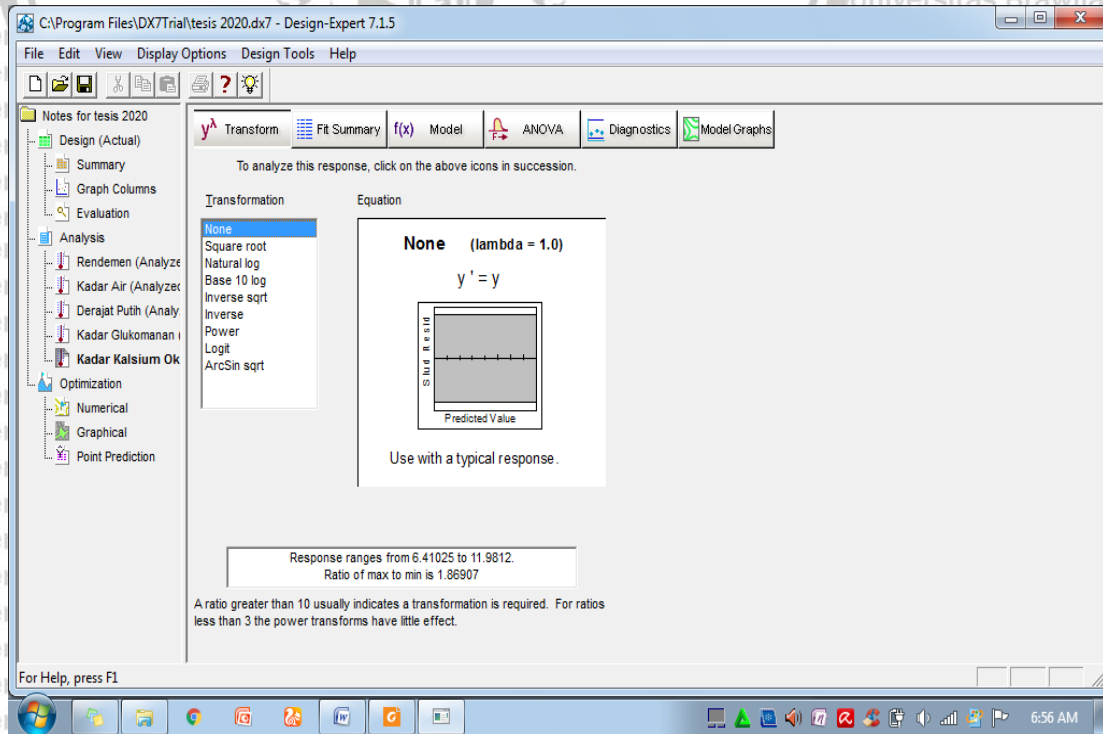
## Diagnostik



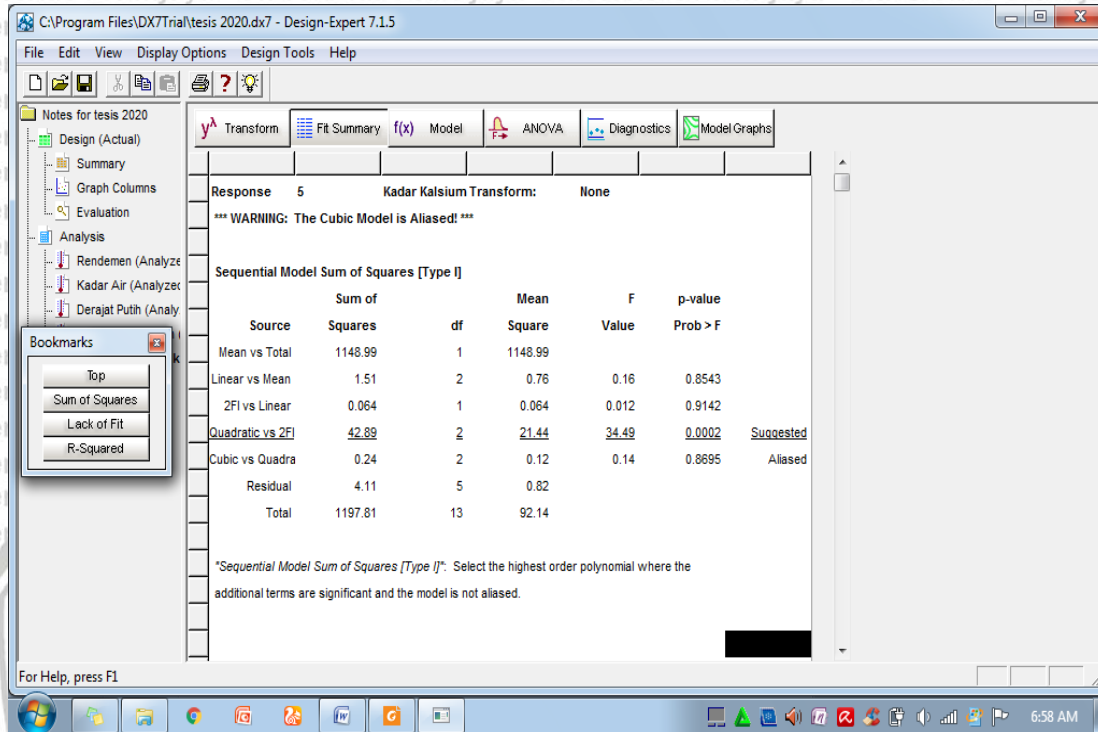
Kontur 3D



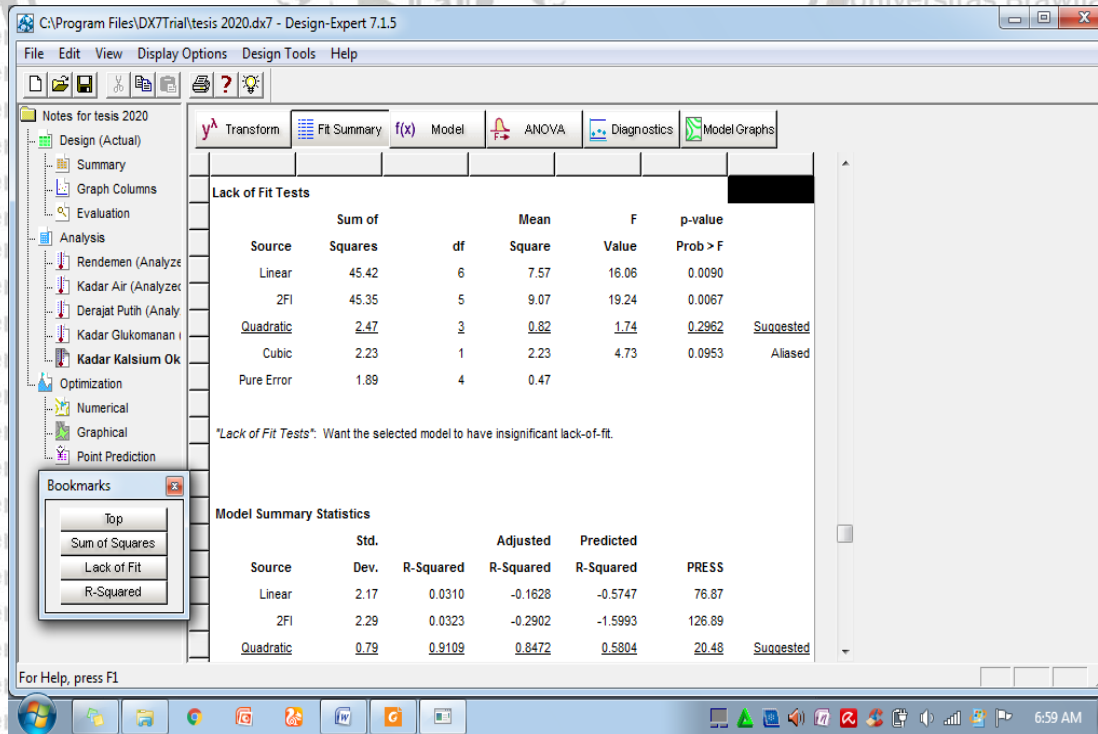
Kadar kalsium oksalat



## Respon model



## Lack of fit



Mdel summary

Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	2.17	0.0310	-0.1628	-0.5747	76.87	
2FI	2.29	0.0323	-0.2902	-1.5993	126.89	
<b>Quadratic</b>	<b>0.79</b>	<b>0.9109</b>	<b>0.8472</b>	<b>0.5804</b>	<b>20.48</b>	<b>Suggested</b>
Cubic	0.91	0.9157	0.7977	-1.9827	145.61	Aliased

"Model Summary Statistics": Focus on the model maximizing the "Adjusted R-Squared" and the "Predicted R-Squared".

f(X)

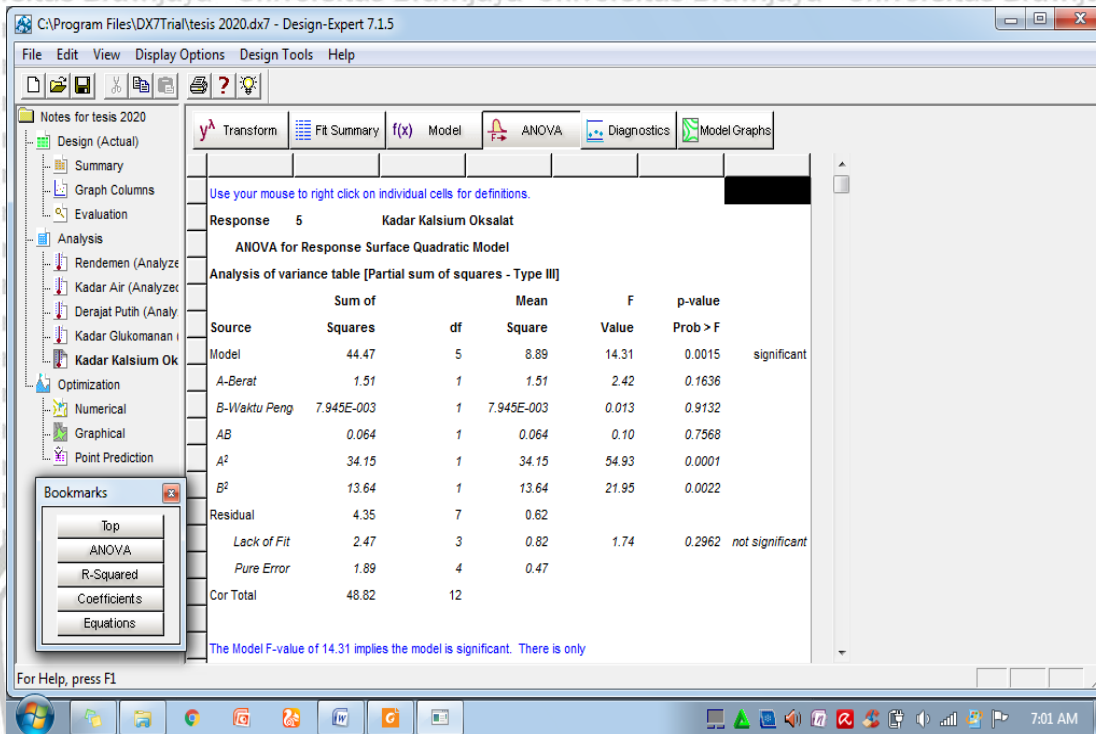
Process Order: Quadratic

Selection: Manual

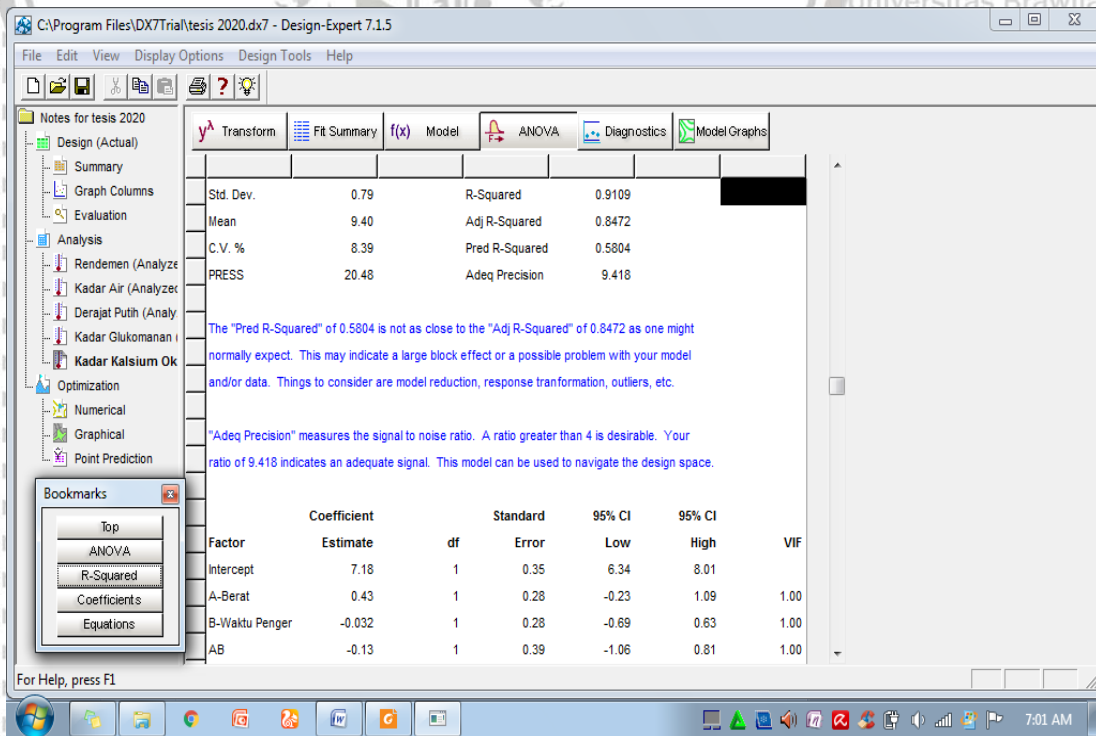
Intercept	<input checked="" type="checkbox"/>
A-Berat	<input checked="" type="checkbox"/>
B-Waktu Pengerinan	<input checked="" type="checkbox"/>
AB	<input checked="" type="checkbox"/>
A <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>
B <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>
A <sup>2</sup> B	<input checked="" type="checkbox"/>
AB <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>
A <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/>
B <sup>3</sup>	<input type="checkbox"/>

6 terms selected

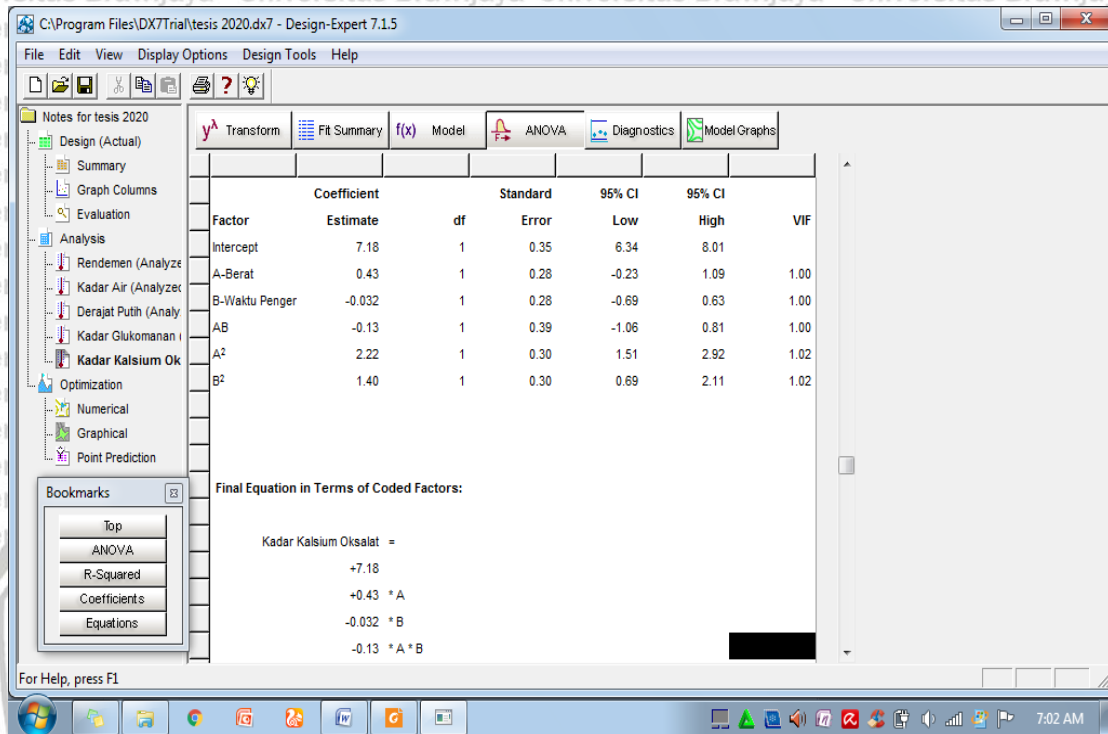
## Anova



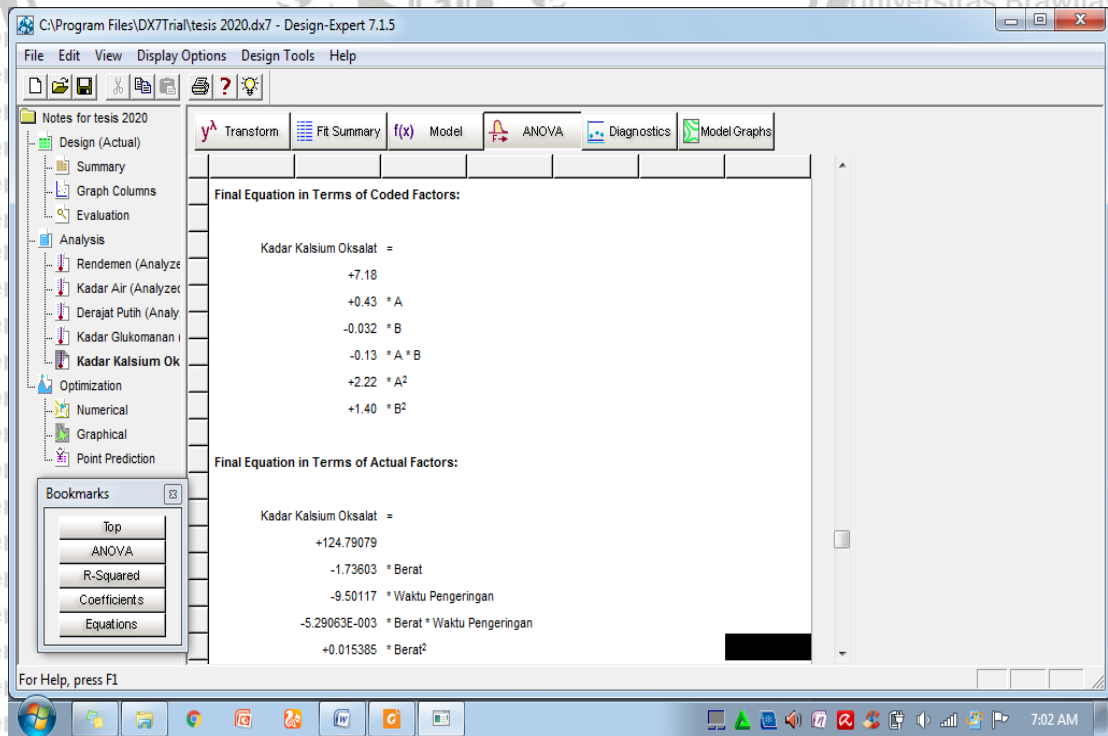
## Standar deviasi



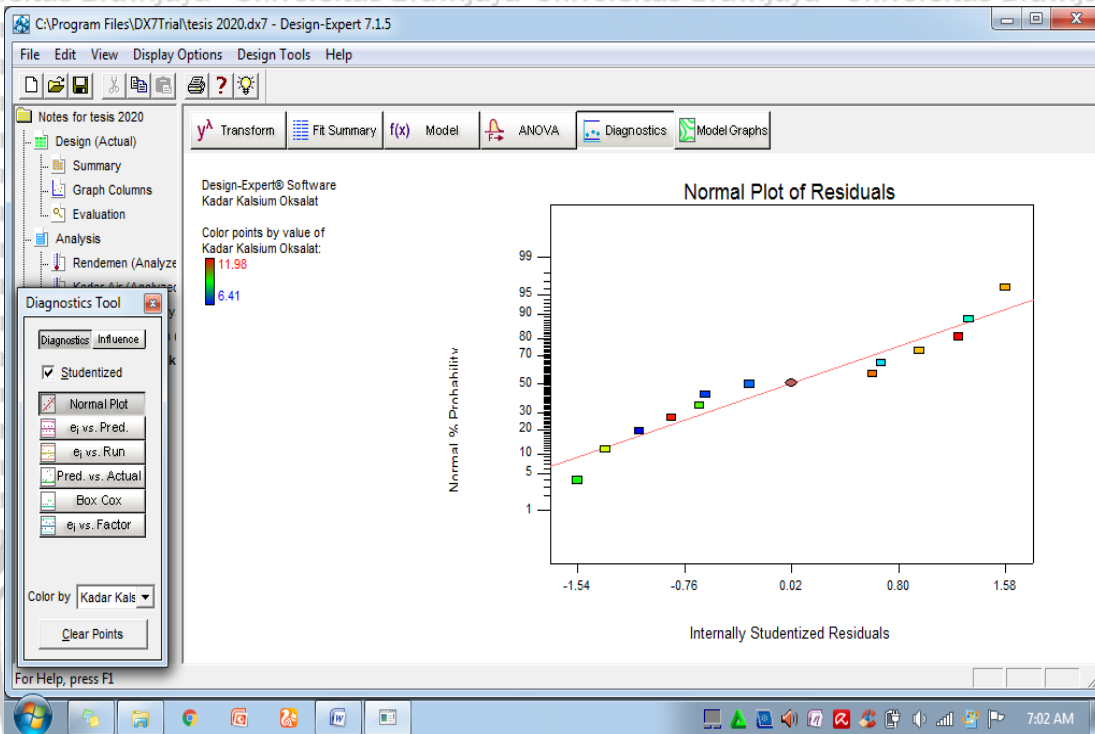
Coefisien



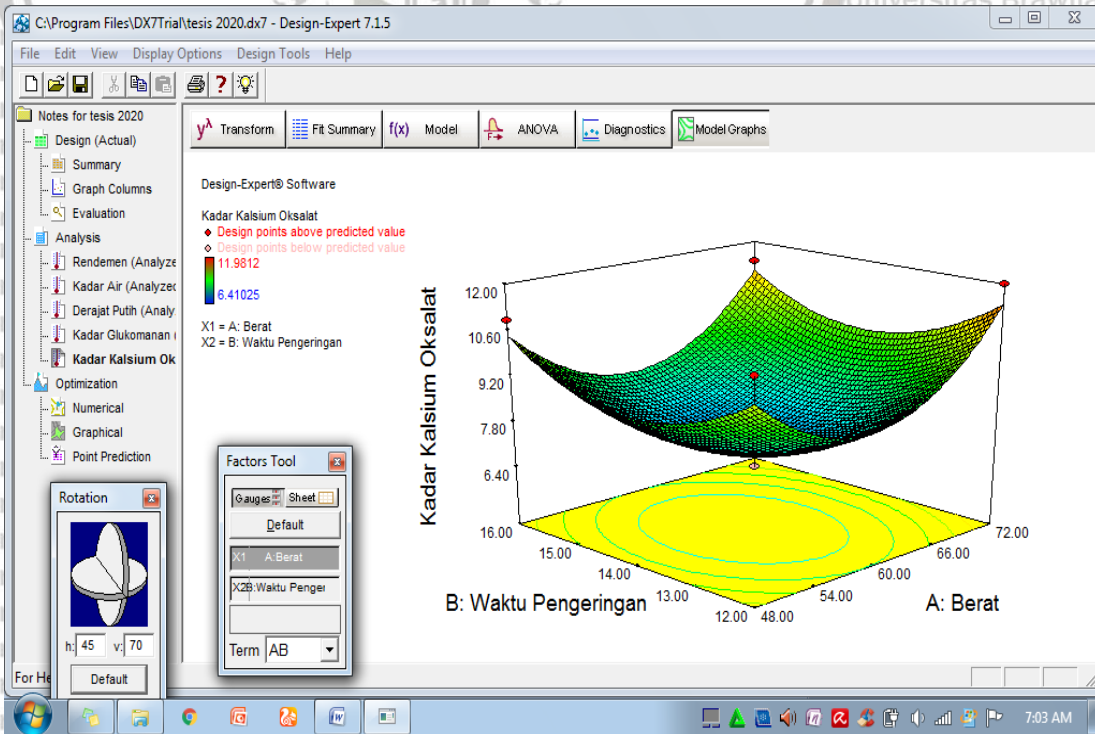
Persamaan kuadrat



Normal plot

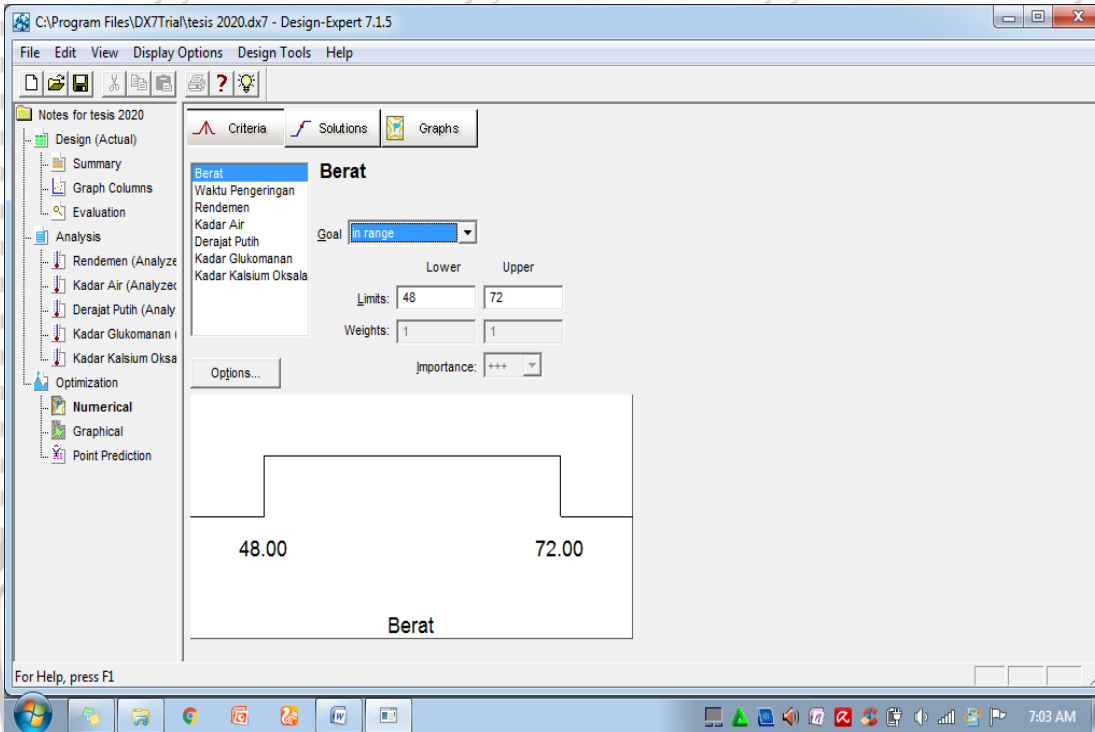


Kntur 3D

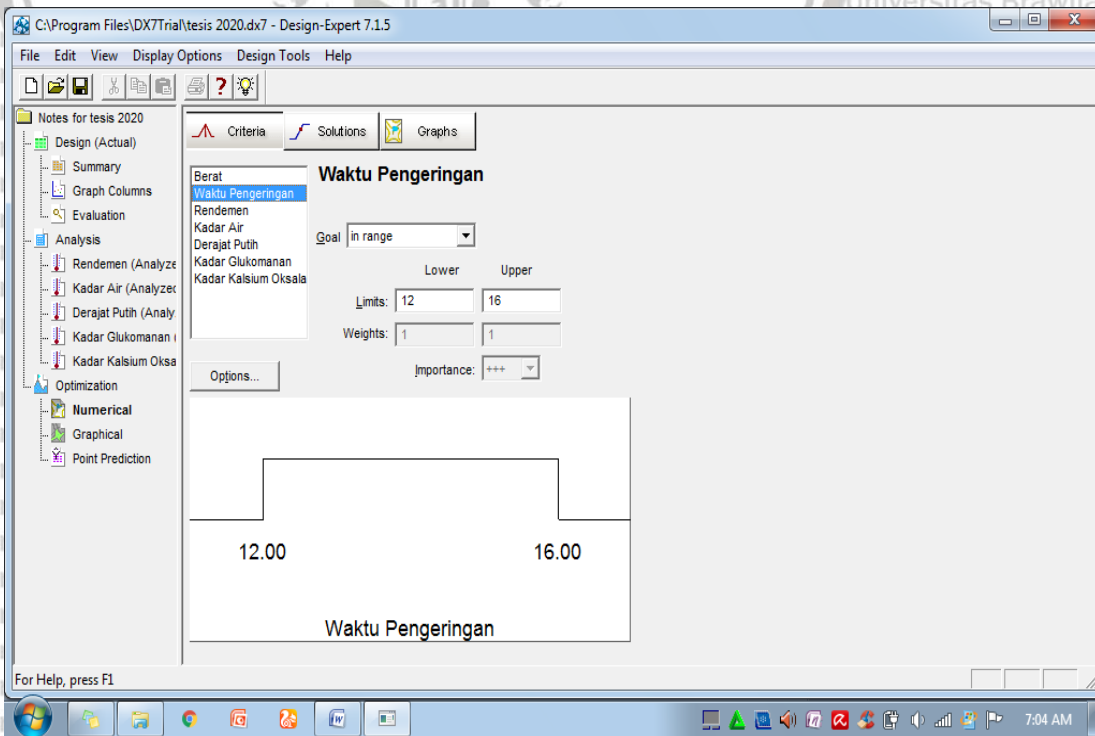




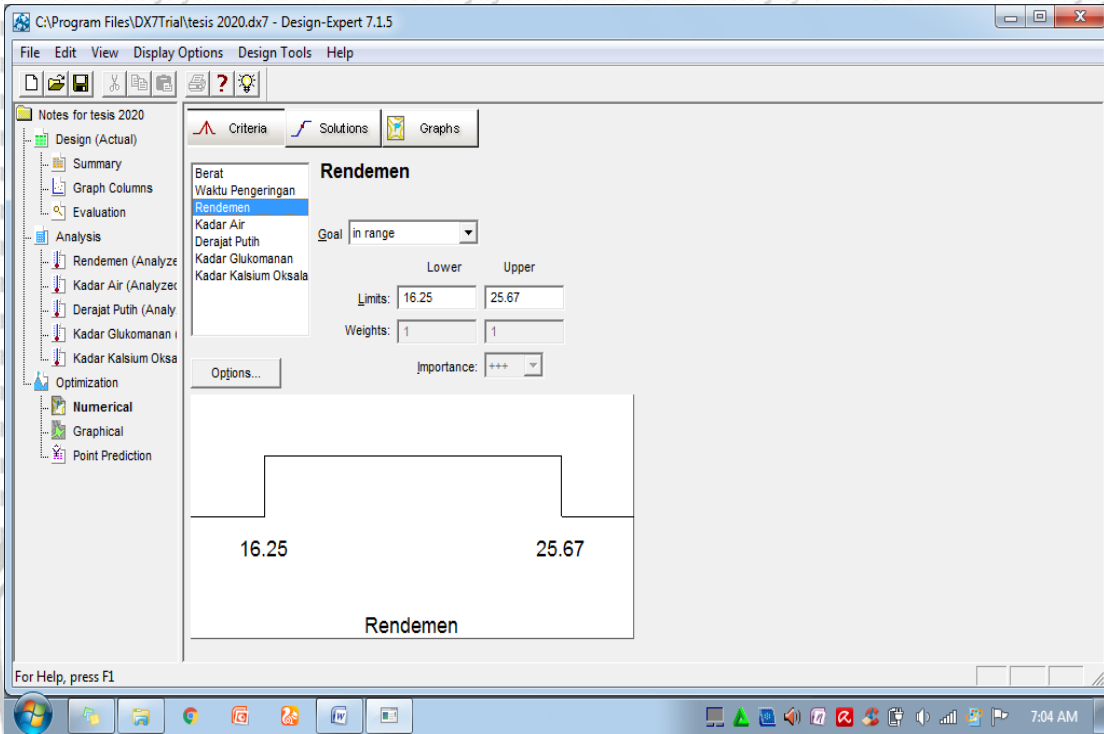
Optimasi



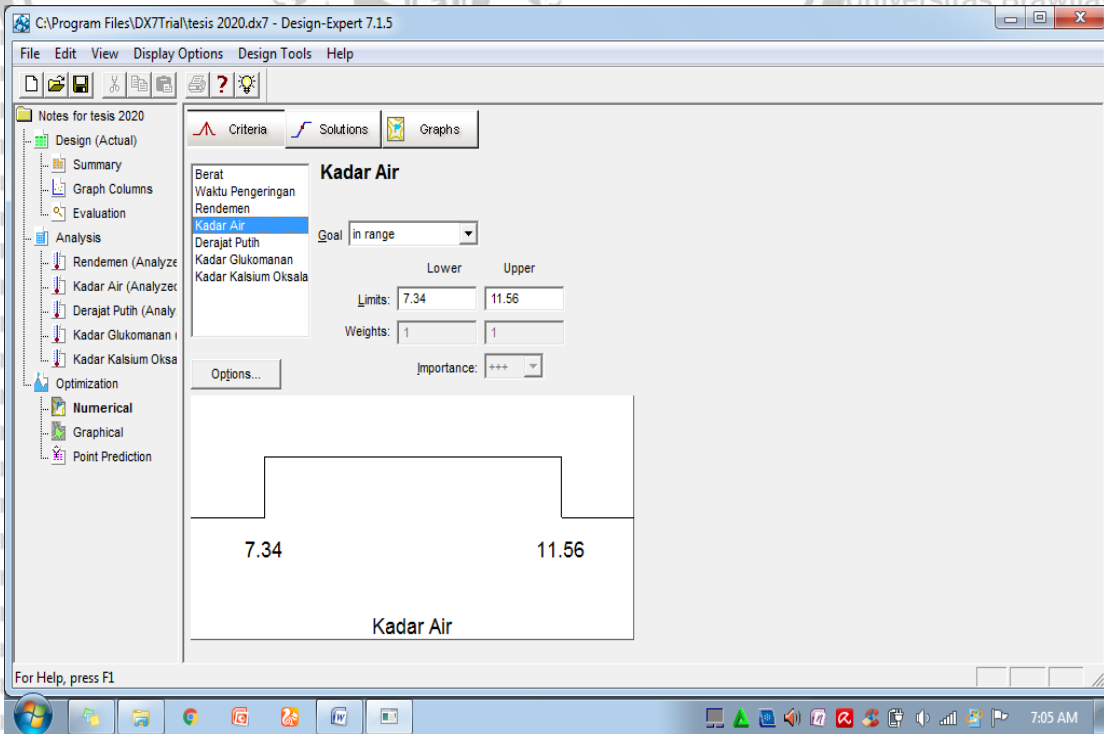
Waktu pengeringan



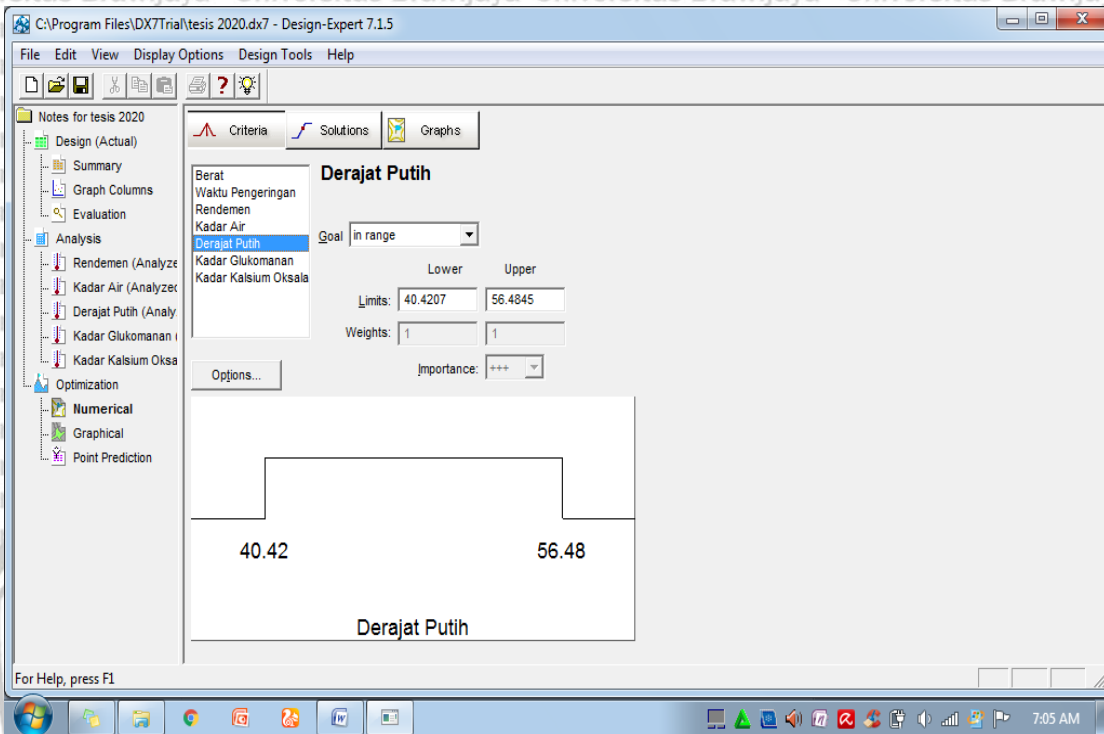
Rendemen



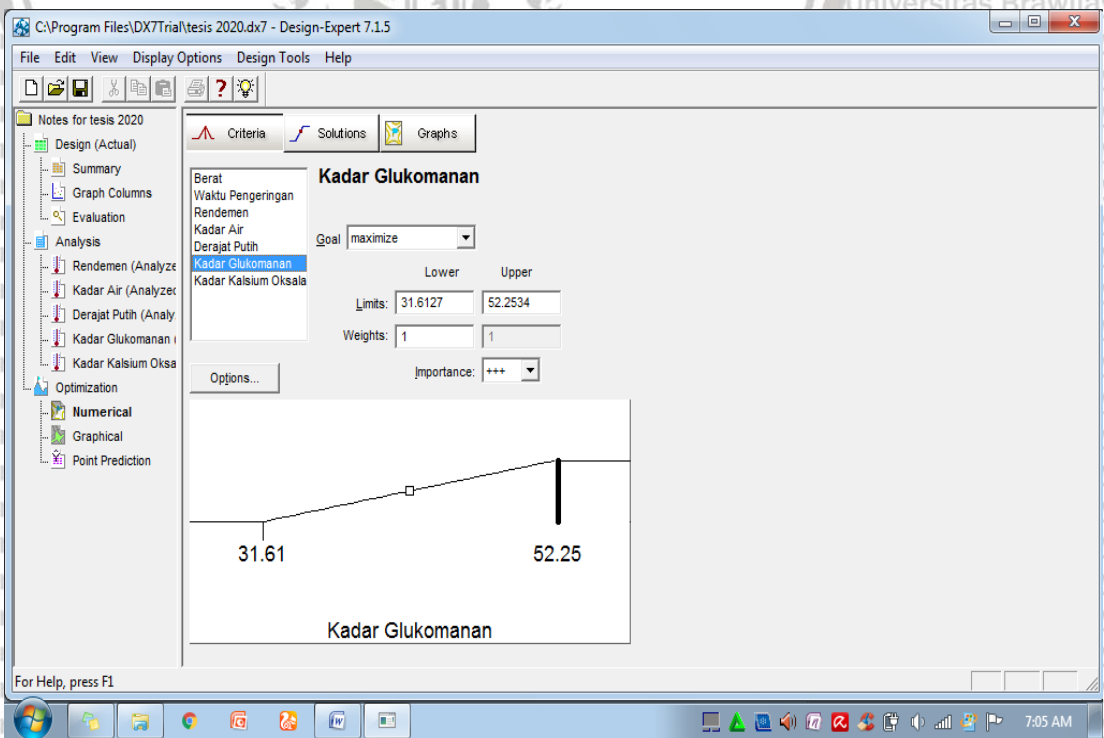
Kadar air



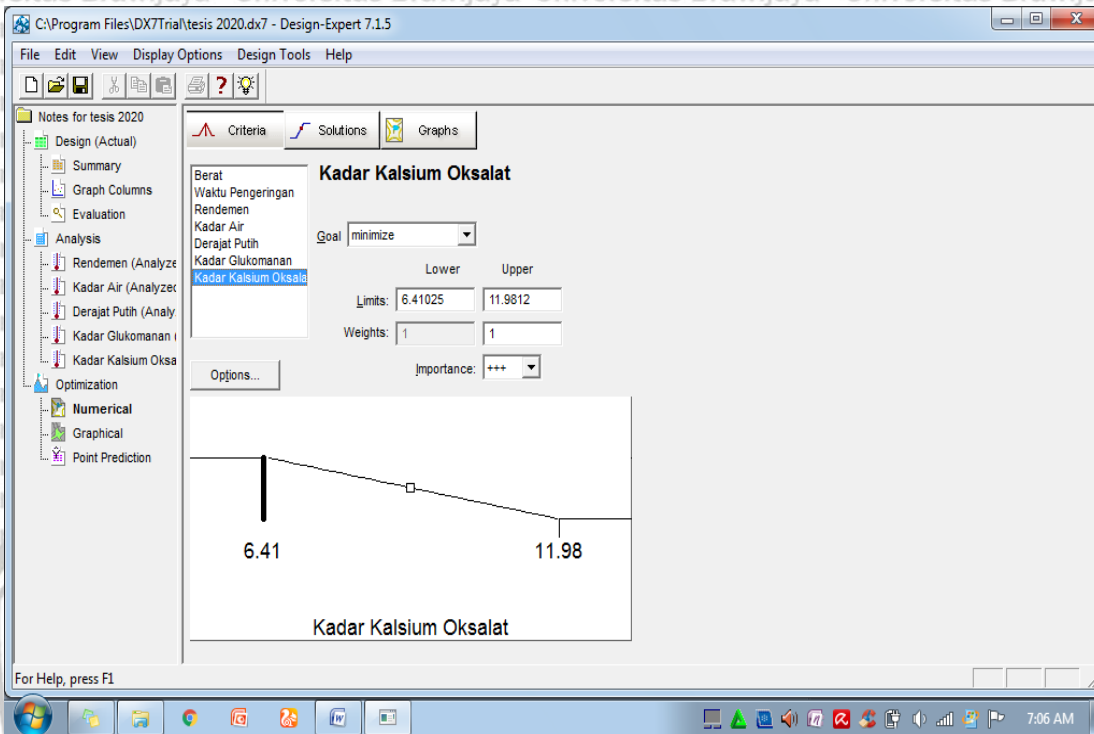
Derajat putih



Kadar glukomanan



Kadar kalsium oksalat



Kadar kalsium oksalat

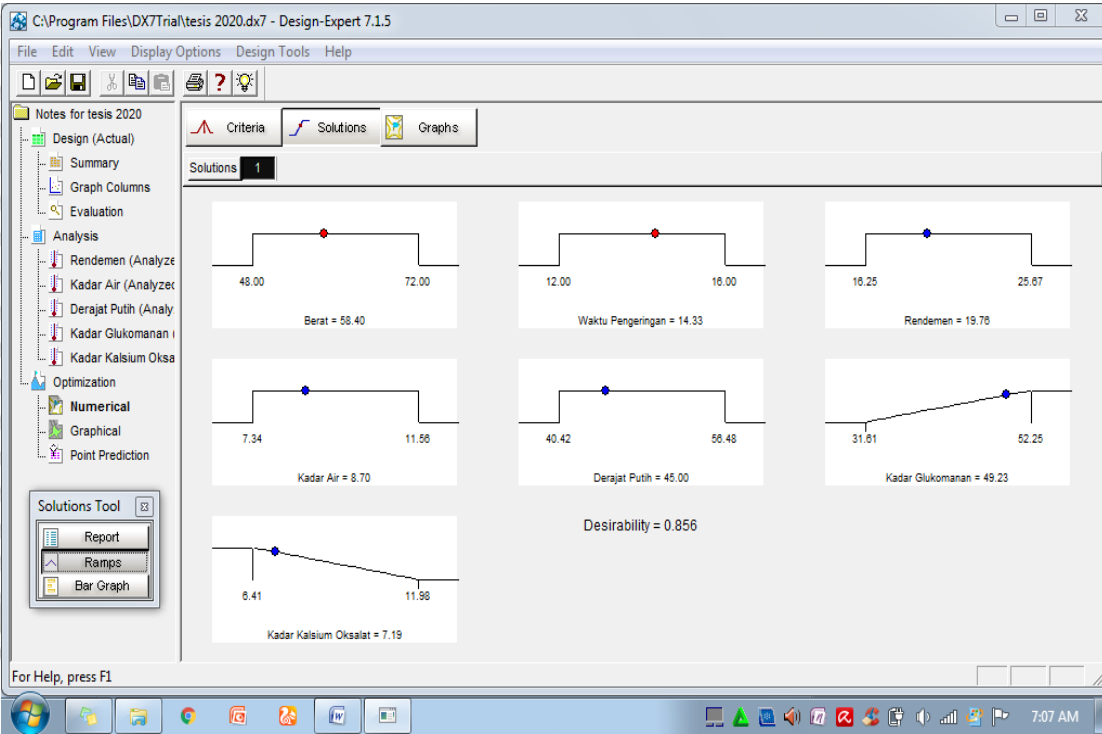
Design-Expert 7.1.5 - Solutions

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Weight	Importance
Berat	is in range	48	72	1	3
Waktu Pengerin	is in range	12	16	1	3
Rendemen	is in range	16.25	25.67	1	3
Kadar Air	is in range	7.34	11.56	1	3
Derajat Putih	is in range	40.4207	56.4845	1	3
Kadar Glukoman	maximize	31.6127	52.2534	1	3
Kadar Kalsium C	minimize	6.41025	11.9812	1	3

Number	Berat Waktu Pengeri	Rendemen	Kadar Air	Derajat Putih	Kadar Glukom	Kadar Kalsium	Desirability		
1	58.40	14.33	19.76	8.70	45.00	49.23	7.19	0.856	Selected

1 Solutions found



### Kontur 3D

