

**STUDI PEMBUATAN SARI BUAH APEL INSTAN MENGGUNAKAN
PENGERING SEMPROT**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S1)**

Oleh :

**ERLYN ADRIANA SUPLIG
NIM.0411020033-102**



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2011

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : STUDI PEMBUATAN SARI BUAH APEL INSTAN
MENGUNAKAN PENERING SEMPROT

Nama : Erlyn Adriana Suplig

NIM : 0411020033- 102

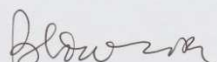
Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Telah di setujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Bambang Dwi Aro, DEA

NIP. 196 0710 198601 1 001



Ir. Nur Komar, MS

NIP. 195 40405 198103 1 002

Tanggal Persetujuan :

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

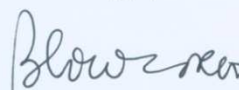
Judul Skripsi : Studi Pembuatan sari Buah Apel Instan Menggunakan Pengering Semprot (*spray dryer*)

Nama : Erlyn Adriana Suplig


Nim : 0411020033-102

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Penguji I,  <u>Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA</u> NIP.19610710 198601 1 001 Tanggal Persetujuan :	Penguji II,  <u>Ir. Nur Komar, MS</u> NIP. 19540405 98103 1 002 Tanggal Persetujuan :
Penguji III,  <u>La Choviva Hawa, STP, MP</u> NIP. 19780307 200212 2 001 Tanggal Persetujuan :	Penguji IV,  <u>Mochamad Bagus Hermanto, STP, Msc</u> NIP. 19820805 200501 1 003 Tanggal Persetujuan :

Ketua Jurusan ,


Dr. Ir. Ruslan Wirosoedarmo, MS
 NIP.19530112 198003 1 003



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Erlyn Adriana Suplig

NIM : 0411020033 – 102

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul Skripsi : Studi Pembuatan Sari Buah Apel Instan Menggunakan Pengering
Semprot.

Menyatakan bahwa,

Skripsi dengan judul diatas merupakan karya asli penulis tersebut di atas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Malang, Februari 2011

Pembuat Pernyataan,

RIWAYAT HIDUP



Penulis dengan nama lengkap Erlyn Adriana Suplig, dilahirkan di kota Ujung Pandang pada tanggal 22 Desember 1985 sebagai anak kedua. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Inpres Karang Mulia Nabire, Papua pada tahun 1998, kemudian melanjutkan ke Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SLTPN 5 Nabire, Papua dan selesai pada tahun 2001, selanjutnya menyelesaikan Sekolah Menengah Umum di SMUN 1 Nabire pada tahun 2004. Kemudian pada tahun 2004 penulis melanjutkan studinya di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang masuk melalui jalur PSB (Penjaringan Siswa Berprestasi) dan selesai pada tahun 2011.

Semasa kuliah, penulis aktif dalam organisasi PMK EFRATA dan pernah menjabat sebagai Komisi 3 (2004/2005), Komisi 2 (2005/2006) dan Komisi 1 (2006-2007). Penulis juga pernah menjadi panitia Orientasi Pengenalan Jurusan (OPJ) sebagai sie.acara (2005/2006) serta panitia Seminar Nasional Revolusi Biru Dunia Pertanian (2007) sebagai sie.acara.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan anugerah-Nya, hingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “STUDI PEMBUATAN SARI BUAH APEL INSTAN MENGGUNAKAN PENERING SEMPROT”. Penyusunan skripsi dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian.

Pembuatan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengetahuan yang sangat berguna kepada penyusun.
2. Ir. Nur Komar, MS selaku Dosen Pembimbing yang juga telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengetahuan yang sangat berguna kepada penyusun.
3. Keluarga atas dukungan dan doanya selama ini.
4. Teman – teman 2004 atas semua dukungan dan bantuan serta semangatnya selama ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini hingga selesai.

Menyadari adanya keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, maka penyusun sangat mengharapkan saran dan masukannya demi semakin baiknya skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi penyusun maupun semua pihak yang membutuhkan.

Malang, Desember 2010

Penyusun



Erlyn Adriana Suplig, 0411020033-102. **STUDI PEMBUATAN SARI BUAH APEL INSTAN MENGGUNAKAN PENGERING SEMPROT. SKRIPSI.**

Dosen Pembimbing: 1. DR. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA

2. Ir. Nur Komar,MS

=====

RINGKASAN

Apel (*Malus domestica borkh*) merupakan jenis tumbuhan buah-buahan sub tropis yang sudah dikembangkan di Indonesia. Selama ini pasar apel Indonesia dipenuhi melalui impor dari negara-negara Eropa dan Australia. Sejak berkembangnya apel di Indonesia, pasar ini sedikit demi sedikit diambil alih oleh produksi dalam negeri. Hal ini dapat dilihat dari data BPS yang menunjukkan peningkatan produksi apel nasional 7.303.372 ton menjadi 9.046.276 ton atau meningkat 17.5 %. Dengan teknologi yang ada khususnya dalam bidang mekanisasi pertanian, maka produksi apel dapat divariasikan menjadi suatu minuman setengah jadi yang siap dikonsumsi dan lebih awet.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekatronik Alat dan Mesin Pertanian, Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret 2010 sampai selesai. Alat yang digunakan untuk proses pengeringan buah apel antara lain : Mesin *spray dryer* (pengering semprot), untuk proses pengeringan buah apel. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain : buah apel sebagai bahan baku, maltodekstrin sebagai bahan pengisi dan air. Metode penelitian yang digunakan adalah metode ekperimental, yaitu mengadakan percobaan untuk mengetahui variabel yang diteliti dan kemudian mencari dan mengetahui perlakuan terbaik. Adapun perlakuan yang akan diteliti adalah penggunaan suhu diantaranya suhu 105 °C, 110 °C dan 115 °C. Perlakuan lain yang juga diteliti dalam penelitian ini adalah penambahan filler yaitu maltodekstrin dengan konsentrasi 8 %, 10 % dan 12 %.

Hasil penelitian diperoleh nilai kadar air terbaik adalah pada perlakuan dengan suhu 115 °C dengan penambahan filler sebesar 10 % yaitu 3.37 %. Hal ini dikarenakan adanya aliran panas pada alat yang mengakibatkan terjadinya penguapan uap air pada bahan yang dikeringkan. Sedangkan untuk jumlah rendemen terbaik dihasilkan pada perlakuan dengan suhu 115 °C dengan penambahan filler sebesar 12 % yaitu 3.35 %. Tinggi rendahnya nilai rendemen yang ditunjukkan pada grafik dikarenakan ada sebagian produk yang masih tertinggal didalam ruang silinder dan mempunyai kadar air yang relatif tinggi, sehingga tidak dapat dicampur dengan produk akhir.

Karakteristik fisik produk untuk warna kasat mata, produk yang dihasilkan mengalami perubahan warna yang lebih banyak dipengaruhi oleh penambahan filler dari pada kenaikan suhu. Untuk kelarutan, semua perlakuan memiliki tingkat kelarutan yang sangat tinggi. Jika semakin tinggi daya larut produk, maka produk tersebut semakin baik. Artinya daya larut produk tersebut cepat larut dalam air. Untuk daya serap uap air masing-masing perlakuan memiliki daya serap yang kecil. Sedangkan kandungan vitamin C pada produk meningkat sangat tinggi. Hal ini dikarenakan adanya penambahan filler.

Kata kunci : Apel, Spray Dryer, Filler.

Erlyn Adriana Suplig. 0411020033-102. **THE STUDY OF INSTANT APPLE JUICE MAKING BY USING SPRAY DRYER. SCRIPT.**

Advisor : 1. DR. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA
2. Ir. Nur Komar,MS

ABSTRACT

Apples (*Malus domestica borkh*) is a species of sub tropical fruits that have been developed in Indonesia. So far, Indonesia apple market are met through imports from European countries and Australia. Since the development of apple in Indonesia, this market gradually taken over by domestic production. This can be seen from the BPS data that showed increased national apple production 7,303,372 tons to 9,046,276 tons, an increase of 17.5 %. With existing technology, especially in the field of agricultural mechanization, the production of apples can be varied into a half-finished drinks that are ready to be consumed and more durable.

This research was conducted at the Laboratory of Mechatronics and Machine Tools Agriculture, Department of Agricultural engineering, Faculty of Agricultural Technology, UB. Time study conducted in March 2010 to complete. The instrument used for the drying process apples, among others: machine spray dryer (spray dryer), to the process of drying apples. While the materials used include: apples as raw materials, maltodextrin as a filler material and water. The research method used was experimental method, which held a trial to determine the variables and then search for and find the best treatment. The treatment to be investigated is the use of such temperature 105 °C temperature, 110 °C and 115 °C. Other treatments are also examined in this study is the addition of filler is maltodextrin with a concentration of 8 %, 10 % and 12 %.

The results obtained by the best water content is in treatment with a temperature of 115 °C with the addition of filler at 10 % which is 3.37 %. This is because the heat flow on the tool that resulted in the evaporation of water vapor in the dried material. As for the amount produced the best yield on treatment with a temperature of 115 °C with the addition of filler is 12 % which is 3.35 %. High yield low value indicated on the chart because there are some products that are still lagging behind in the cylinder chamber and having a relatively high water content, which can not be mixed with the final product.

The physical characteristics of the product for visible color, the product color change is more influenced by the addition of filler from the temperature rise. For solubility, all treatments have a very high level of solubility. If the higher solubility of the product, the product is getting better. This means that the solubility of the product is rapidly soluble in water. For moisture absorption of each treatment has a small absorption. While the vitamin C content in the product increased very high. This is due to the addition of filler.

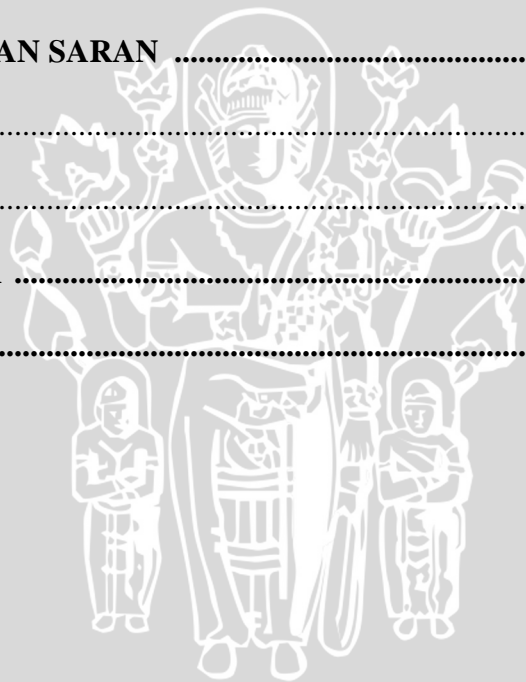
Key word : Apple, dryer, spray dyer, filler.

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
RINGKASAN	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Bahan Baku	3
2.1.1 Buah Apel	3
2.1.2 Jenis – jenis Buah Apel	4
2.1.3 Manfaat dan Khasiat Buah Apel	5
2.1.4 Kandungan Zat Gizi Pada Buah Apel	5
2.2 Bahan Pengisi	7

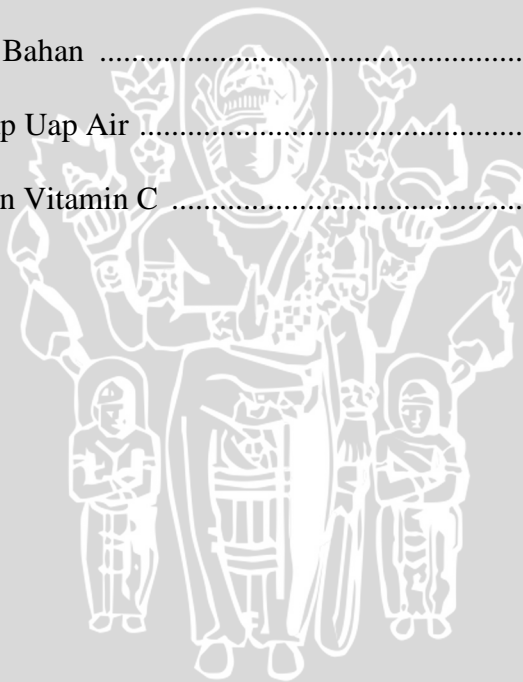
2.2.1 Bahan Tambahan	7
2.2.2 Maltodekstrin	8
2.3 Bubuk Sari Buah	9
2.4 Pengeringan	10
2.5. Faktor – faktor Yang Mempengaruhi Proses Pengolahan	18
2.5.1 Pencoklatan (<i>Browning</i>).....	18
2.5.2 Suhu	20
2.5.3 Kadar Air	21
2.5.4 Rendemen	21
III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	23
3.3 Metode Penelitian	23
3.4 Parameter Penelitian	25
3.5 Pelaksanaan Penelitian	28
3.6 Pengamatan	30
3.7 Analisa Data	31
3.8 Skema Kerja	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Proses Pengeringan	34
4.2 Karakteristik Fisik Produk	35

4.2.1 Kadar Air	35
4.2.2 Rendemen	38
4.2.3 Debit Aliran	40
4.2.4 Warna	42
4.2.5 Kelarutan	45
4.2.6 Daya Serap Uap Air	47
4.3 Karakteristik Kimia Produk	49
4.3.1 Kandungan Vitamin C	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57



DAFTAR TABEL

No	Teks	Hal
1	Kandungan zat gizi dalam buah apel	6
2	Kombinasi perlakuan	22
3	Nilai kadar air bahan dan kadar air produk	33
4	Data Rendemen Sari Buah Bubuk Apel	39
5	Data Debit Aliran Bahan	41
6	Data Pengujian Warna Laboratorium	44
7	Data Kelarutan Bahan	45
8	Data Daya Serap Uap Air	48
9	Data Kandungan Vitamin C	50



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Hal
1	Buah Apel	5
2	Maltodekstrin	10
3	Mesin Pengeringan Tray Dryer	14
4	Mesin Pengeringan Drum Dryer	15
5	Mesin Pengeringan Solar Dryer	16
6	Spray Dryer dan Alur Prosesnya	18
7	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	31
8	Skema Kerja	33
9	Grafik Kadar Air Bahan Awal	36
10	Grafik Kadar Air Produk	36
11	Grafik Laju Penguapan	37
12	Grafik Rendemen Sari Buah Bubuk Apel	39
13	Grafik Debit Aliran	41
14	Grafik Kelarutan Produk	47
15	Grafik Daya Serap Uap Air	49
16	Grafik Kandungan Vitamin C Produk	51
17	Gambar Alat	57
18	Buah Apel Setelah Dikupas dan Dipotong-potong	69
19	Buah Apel Setelah Direbus	69
20	Buah Apel Setelah Diblender	69
21	Ampas	69
22	Bubuk Apel Setelah Dikeringkan	69
23	Pengovenan Bubuk Apel	69
24	Pendinginan Bubuk Apel Dengan Desikator	69
25	Bubuk Apel Setelah Pengovenan	69

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	No. Persamaan	Halaman
KA	Kadar air	%	1,2,3	21, 22, 26
Wa	Bobot basah	Gram	1,2,3	21, 22
Wb	Bobot kering	Gram	1	21
m_1	Massa awal bahan	Gram	3	21, 26
m_2	Massa akhir bahan	Gram	3	21, 26
m_b	Massa awal bahan	Gram	-	22, 23, 26
Ka_1	Kadar air awal bahan	%	-	26
Ka_2	Kadar air produk kering	%	-	28
V	Volume bahan	Liter	-	26
T_{s1}	Suhu awal bahan	$^{\circ}C$	-	26
T_{s2}	Suhu produk	$^{\circ}C$	-	26
T_{a1}	Suhu awal pengeringan	$^{\circ}C$	-	26
T_{a2}	Suhu akhir pengeringan	$^{\circ}C$	-	26
Pv	Tekanan vakum	Bar/Psi	-	26
t	Waktu proses pengeringan	sekon	-	26
mp	Massa produk kering	Gram	4	21, 23, 28



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apel (*Malus domestica borkh*) merupakan jenis tumbuhan buah-buahan sub tropis yang sudah dikembangkan di Indonesia. Selama ini pasar apel Indonesia dipenuhi melalui impor dari negara-negara Eropa dan Australia. Sejak berkembangnya apel di Indonesia tahun 1987, pasar ini sedikit demi sedikit diambil alih oleh produksi dalam negeri. Data BPS menunjukkan peningkatan produksi apel nasional 7.303.372 ton menjadi 9.046.276 ton per lima tahun atau meningkat 17.5 %. Apabila apel dalam keadaan baik, maka apel dapat menghasilkan buah perbatang mencapai 50-200 kg pada umur 5 sampai 10 tahun dan biasa petani memiliki 100-5000 batang apel yang berproduksi dan harga per kilogram mencapai Rp5000 - Rp7000.

Buah apel telah banyak diolah menjadi produk-produk jadi yang siap dikonsumsi seperti keripik apel, dodol apel, tea apel dan sari buah apel. Penulis mencoba memvariasikan pengolahan apel guna menambah nilai jual dan mengubah bentuk apel menjadi olahan yang lebih sederhana, tahan lama dan lebih praktis.

Menurut data yang terlampir ternyata faktor produksi merupakan salah satu trend produksi hasil olahan buah apel di Jawa Timur. Teknologi yang ada saat ini mencoba mengaplikasikan metode tersebut pada pengolahan buah apel menjadi sari buah instan. Dan diharapkan proses pengolahannya

tidak mengurangi nilai gizi yang terkandung didalamnya, namun tetap bisa bermanfaat bagi para konsumen. Sehingga untuk kedepannya, pengolahan ini dapat menjadi keuntungan bagi industri yang sedang berkembang untuk menambah variasi pada pengolahan buah apel.

1.2 Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh suhu dan pengaruh penambahan *filler* (bahan pengisi) pada proses pembuatan bubuk sari apel menggunakan pengering semprot terhadap karakteristik fisik dan karakteristik kimia bubuk apel.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini diharapkan konsumen dapat menikmati produk pangan yang dapat lama disimpan, sehingga bisa lebih awet. Juga untuk memberikan kontribusi terhadap industri pengolahan aneka makanan dan minuman dari buah apel.

1.4 Batasan Masalah

Proses pembuatan sari buah apel instan dengan pengaruh suhu dan penambahan *filler* dan tidak membahas masalah analisa ekonomi dari proses keseluruhan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Buah Baku

2.1.1 Buah Apel

Apel ialah jenis buah yang pertama kali di tanam di Asia Tengah.

Buah apel biasanya merah diluar saat masak (siap di makan), namun bisa juga hijau atau kuning. Kulit buahnya sangat lembek namun daging buahnya keras. Kebanyakan apel dimakan mentah (tak dimasak) dan juga untuk digunakan banyak jenis makanan pesta. Apel dimasak sampai lembek dan di buat saos apel. Apel juga dibuat menjadi minuman jus apel dan sari buah apel.

Tekstur buah apel renyah, rasanya bervariasi dari masam hingga manis. Pada daerah subtropis, ditempat yang tinggi, biasanya, tanaman apel berbunga pada musim semi. Buah apel akan matang pada musim gugur. Pertumbuhan buah apel pada daerah tropis berbeda dengan yang didaerah yang didaerah subtropis (Ashari, 2004).

Menurut Anonymous (2011), apel berkembang di banyak daerah di dunia yang lebih dingin. Nama ilmiah pohon apel adalah :

Kerajaan : [Plantae](#)

Divisi : [Magnoliophyta](#)

Kelas : [Magnoliopsida](#)

Ordo : [Rosales](#)

Famili : [Rosaceae](#)

Subfamili : [Maloideae](#)

Genus : *Malus*

Spesies : *M. Domestica*



Sumber : (<http://www.purwakarta.org>)

Gambar 1. Buah apel hijau

2.1.2 Jenis – jenis Buah Apel

Apel terdiri dari banyak jenis yang berbeda, baik rasa maupun penampakan luarnya, antara lain :

- Apel Malang
- Granny smith
- Pink Lady
- Golden Delicious
- Red Delicious
- Gala

2.1.3 Manfaat dan Khasiat Buah Apel

Di negara-negara maju, seperti di Amerika dan Eropa, sangat diyakini oleh masyarakatnya, bahwa dengan mengkonsumsi sebuah apel sehari seseorang akan tetap sehat. Bahkan bukan hanya sehat, tetapi juga cantik, dengan kulit yang halus serta tubuh yang langsing. Bagi kesehatan, buah apel mempunyai manfaat yang nyata, yaitu : menurunkan kolesterol darah, menurunkan tekanan darah, menstabilkan gula darah, membunuh virus infeksi, memperlancar pencernaan, mempertahankan kesehatan syaraf, agen anti kanker, menjaga kesehatan jantung.

2.1.4 Kandungan Zat Gizi Pada Buah Apel

Khasiat buah apel bagi kesehatan, berhubungan dengan zat-zat gizi maupun non gizi yang terkandung di dalam buah apel. Kandungan zat-zat gizi dalam 100 gram buah apel adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Kandungan zat gizi dalam buah apel

Zat Gizi	Jumlah terkandung
Energi	58.00 kal
Protein	0.30 gram
Lemak	0.40 gram
Karbohidrat	14.90 gram
Kalsium	6.00 mg
Fosfor	10.00 mg
Serat	0.70 gram
Besi	1.30 gram
Vitamin A	24.00 RE
Vitamin B1	0.04 mg
Vitamin B2	0.03 mg
Vitamin C	5.00 mg
Niacin	0.10 mg

Sumber : <http://www.purwakarta.org>

Dibandingkan dengan jeruk, apel mengandung 50% lebih banyak vitamin A. Vitamin ini berfungsi untuk menyembuhkan influenza dan infeksi lainnya. Khasiat lainnya menjaga mata dalam kondisi baik dan mencegah kebutaan. Apel mempunyai kandungan vitamin C dan B yang penting untuk mempertahankan kesehatan saraf. Vitamin C penting untuk pembentukan tulang dan gigi. Mineral besi (Fe) pada buah apel, meskipun kandungannya tidak tinggi tetapi mempunyai kemampuan untuk membantu penyerapan Fe dari makanan lain seperti telur dan hati. Demikian pula kalsium dalam apel, dapat membantu sistem pencernaan untuk menyerap kalsium dari makanan lain (<http://agribisnis.deptan.go.id>).

Di samping zat-zat gizi tersebut di atas, apel juga dapat mencegah penyakit, terletak pada kandungan karoten dan pektinnya yang merupakan serat larut dalam air. Pektin merupakan salah satu tipe serat kasar yang mempunyai beberapa keuntungan, karena merupakan serat yang berbentuk

gel. Pektin dapat memperbaiki otot pencernaan dan mendorong sisa makanan pada saluran pembuangan. Pektin juga dikenal sebagai antikolesterol, karena bila berinteraksi dengan vitamin C dapat menurunkan kolesterol darah. Selain itu, pektin juga dapat menyerap kelebihan air dalam usus dan memperlunak feces serta mengikat dan menghilangkan racun dalam isi usus. Apel juga mengandung sejumlah senyawa yang berfungsi sebagai anti kanker. Penemuan mengemukakan bahwa senyawa tersebut meliputi: ellagic, asam caffeic, klorogenik dalam jumlah 100-130 mg/100 g, terutama terdapat pada apel segar. Buah apel mempunyai indeks glikemik (indeks pengukuran tentang cepatnya peningkatan gula darah) yang sangat rendah. Hal ini berarti bahwa pergantian gula yang terdapat secara alami pada apel tidak akan memacu kecepatan naiknya gula darah. Apel juga berfungsi mengontrol keluarnya insulin, sehingga tidak berlebihan. Bila dilakukan secara teratur dapat menjaga keseimbangan gula darah, selain itu apel juga dapat menurunkan tekanan dan kolesterol darah (<http://www.purwakarta.org>).

2.2 Bahan Pengisi

2.2.1 Bahan Tambahan

Bahan tambahan secara definitif dapat diartikan sebagai bahan yang ditambahkan dengan sengaja dan kemudian terdapat dalam makanan sebagai akibat dari berbagai tahap budidaya, pengolahan, penyimpanan maupun pengemasan. Pada kenyataannya, berbagai bahan tambahan yang

dikenal sekarang merupakan modifikasi bahan-bahan yang secara alamiah ada dalam bahan makanan sebelumnya (Winarno, 2007)

2.2.2 Maltodekstrin

Maltodekstrin menurut Kennedy, (1995) didefinisikan sebagai produk hidrolisis pati yang mengandung unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1.4 glikosidik dengan DE (*Dextrose Equivalent*) merupakan besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen) kurang dari 20.

Maltodekstrin dapat bercampur dengan air membentuk cairan koloid bila dipanaskan dan mempunyai kemampuan sebagai perekat, tidak memiliki warna dan bau yang tidak enak serta tidak toksik (Mahdi *dkk.*, 2004).

Perbedaan maltodekstrin dengan pati antara lain rasa maltodekstrin yang lebih manis dan penyerapannya lebih cepat. Bila dibandingkan dengan gula sederhana (dekstrosa, fruktosa, sukrosa), masa penyerapan maltodekstrin berjalan lebih lambat (Anonim, 1998).

Maltodekstrin dapat digunakan pada makanan karena maltodekstrin memiliki sifat-sifat spesifik tertentu. Misalnya, memiliki proses dispersi yang cepat, memiliki daya larut yang tinggi, mampu membentuk film, memiliki sifat higroskopisitas yang rendah, mampu membentuk "body", proses "browning" rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang baik (Hui, 1992).

Maltodekstrin sangat baik digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan volume dalam sistem pangan. Umumnya, maltodekstrin digunakan dalam campuran bubuk kering, makanan ringan, produk-produk roti, permen, keju, pangan beku dan saos karena kemudahan membentuk dispersi, kelarutan cepat, higroskopisitas rendah, sifatnya dapat meningkatkan volume produk dan sebagai pengikat (Whistler dan Miller, 1999).



Sumber : <http://udbiz.famerise.com>

Gambar 2. Maltodekstrin

2.3 Bubuk Sari Buah

Sari buah atau "fruit juice" didefinisikan sebagai jus yang diperoleh dari proses mekanis, dapat difermentasi, mempunyai karakteristik warna, aroma dan flavor yang sama dari buah asalnya (Varnam *and* Sutherland, 1994).

Produk sari buah digunakan sebagai bahan untuk membuat minuman sari buah secara cepat dan praktis. Produk ini berbentuk bubuk atau granula (partikel kasar) dan biasanya sudah ditambah dengan gula Kristal. Gula ditambahkan selain untuk memperbaiki kelarutannya (Muchtadi dan

Sugiyono, 1992). Bahan pangan berbentuk bubuk memiliki kadar air sebesar 2-4 % (Fellows, 1990).

Kriteria bubuk sari buah yang baik antara lain mempunyai rasa, bau, warna dan kenampakan yang sebanding dengan produk segar atau produk-produk yang diolah dengan cara lain, dapat rekonstitusi dengan mudah dan masih mempunyai nilai gizi tinggi. Dengan kata lain bubuk sari buah memiliki karakteristik nutrisi dan mutu organoleptik yang baik. Selain itu, bubuk sari buah harus mempunyai stabilitas penyimpanan yang baik (Desrosier, 1988; Mirsa, 2001).

Sari buah dari apel yang masak mempunyai kandungan gula bervariasi antara 7-15%. Jika dirata-rata sekitar 11%. Pada umumnya sari buah dari buah apel musim panas memiliki kandungan gula yang terendah. Buah apel tua masak mengandung kadar gula yang besar. Sedangkan buah apel yang hijau memiliki kadar gula kecil. Buah apel yang lewat masak, kadar gulanya lebih kecil dari pada buah apel yang masak.

2.4 Pengerinan

Pada umumnya pengeringan (drying) zat padat berarti pemisahan sejumlah kecil air atau zat cair lain dari bahan padat, sehingga mengurangi kandungan sisi zat cair di dalam zat padat itu sampai suatu nilai rendah yang dapat diterima. Kandungan zat cair di dalam bahan yang dikeringkan berbeda dari satu bahan ke bahan lain. Zat padat yang dikeringkan biasanya terdapat dalam berbagai bentuk serpih (*flake*), butiran (*granula*), kristal, serbuk,

lempeng, slab, atau lembaran sinambung (*continuous sheet*) dengan sifat-sifat yang mungkin sangat berbeda satu sama lain. Zat cair yang diuapkan mungkin terdapat pada permukaan, maupun di dalam zat padat. Misalnya pemisahan zat pelarut dari lembaran polimer, atau sebagian diluar, sebagian didalam. Umpan terhadap beberapa pengering mungkin berupa zat cair dimana zat padat itu melayang sebagai partikel, atau mungkin pula berbentuk larutan. Hasil pengeringan ada yang tahan terhadap penanganan kasar dan lingkungan yang sangat panas, tetapi ada pula yang memerlukan penanganan hati-hati pada suhu rendah atau sedang (<http://anakmangkang.blogspot.com>).

Pada umumnya pengeringan (*drying*) zat padat berarti pemisahan sejumlah kecil air atau zat cair lain dari bahan padat, sehingga mengurangi kandungan sisi zat cair di dalam zat padat itu sampai suatu nilai rendah yang dapat diterima. Pengeringan biasanya merupakan langkah terakhir dari sederetan operasi. Kandungan zat cair yang ada di dalam bahan akan dikeringkan berbeda dengan dari bahan ke bahan lain. Zat padat yang dikeringkan biasanya terdapat dalam berbagai bentuk serpih (*flake*), butiran (*granula*), kristal, serbuk, lempeng, slab atau lembaran sinambung (*continuous sheet*) dengan sifat-sifat yang mungkin sangat berbeda satu sama lain. Zat cair yang diuapkan mungkin terdapat pada permukaan maupun di dalam zat padat.

Peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi dua proses, yaitu :

- a. Proses perpindahan panas, yaitu proses menguapkan air dari dalam bahan atau proses perubahan bentuk cair ke bentuk gas (Anonymous, 2009).

- b. Proses perpindahan massa, yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke udara.

Proses pengeringan diawali dengan terjadinya penurunan suhu bola kering (Tbk), disertai dengan kenaikan kelembaban mutlak (W), kelembaban relatif (RH), tekanan uap dan suhu pengembunan kering. Enthalpi dan suhu bola basah udara pengering tidak menunjukkan perubahan (Taib, 1988).

Parameter-parameter yang mempengaruhi waktu pengeringan adalah suhu dan kelembaban udara, laju aliran udara, kadar air awal dan kadar air bahan kering. Faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua golongan yaitu: faktor yang berhubungan dengan udara pengering antara lain suhu, kecepatan volumerik, aliran udara pengering dan kelembaban udara. Sedangkan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan antara lain ukuran bahan, kadar air awal dan tekanan parsial dalam bahan (Hall, 1957).

Berdasarkan kondisi fisik yang digunakan untuk memberikan panas pada sistem dan memindahkan uap air, proses pengeringan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu: (Geankoplis, 1993)

1. Pengering kontak langsung

Menggunakan udara panas sebagai medium pengering pada tekanan atmosferik. Pada proses ini uap yang terbentuk terbawa oleh udara.

2. Pengeringan vakum

Menggunakan logam sebagai medium pengontak panas atau menggunakan efek radiasi. Pada proses ini penguapan air berlangsung lebih cepat pada tekanan rendah.

3. Pengering beku

Pengeringan yang melibatkan proses sublimasi air dari suatu material beku.

Menurut Anonymous (2010), mesin pengeringan dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain :

1. Batch *Tray Dryer* (*Batch drying*)

Metode *batch* merupakan metode *tray drying* yang paling sederhana. *Tray dryer* terdiri dari bilik pemanasan yang terbuat dari kayu atau logam-logam tertentu. *Tray*/kolom yang telah dimasukkan material yang ingin dikeringkan kemudian di letakkan secara bersusun dalam kolom. Setelah ruangan ditutup, maka udara panas dialirkan ke dalam ruang pemanas hingga semua bahan menjadi kering. Udara panas yang masuk dari sebelah bawah ruang menyebabkan material yang ada kolom yang paling bawah menjadi yang paling pertama kering. Setelah tenggat waktu tertentu, *tray* akan dikeluarkan dan material yang telah kering diambil. Material lain yang ingin dikeringkan dimasukkan dan prosedur terjadi berulang-ulang.



Sumber : <http://majarimagazine.com>

Gambar 3. Mesin Pengering Tray Dryer

2. Drum Dryer

Pengering drum merupakan sebuah drum yang berputar secara kontinyu yang dipanaskan dengan tungku atau gas *ifier*. Alat pengering ini juga dapat bekerja pada aliran udara melalui poros silinder pada suhu 1200-1800°F. Kadang-kadang pengering ini digunakan pada suhu 400-900°F misalnya untuk mengeringkan arang. Alat pengering *rotary dryer*, terutama dipakai untuk mengeringkan biji kedelai, namun tidak menutup kemungkinan model tersebut dapat dipakai atau diterapkan untuk mengeringkan biji kedelai hasil pertanian yang berbentuk biji- bijian pada jenis komoditi yang lain seperti, jagung, gabah, kopi, dan lain- lain (Sumarsono, 2004).

Selain itu, pengering ini biasa digunakan untuk mengeringkan bahan yang berbentuk bubuk, granula, gumpalan yang tidak dapat digoreng, partikel padat dalam ukuran besar dalam berbagai tingkat pemasukan umpan. Pemasukkan dan pengeluaran bahan terjadi secara

otomatis dan berkesinambungan akibat gerakan vibrator, putaran lubang umpan, gerakan berputar dan gaya gravitasi. Sumber panas yang digunakan dapat berasal dari uap, listrik, batubara, minyak tanah dan gas. Debu yang dihasilkan dikumpulkan oleh scrubber dan penangkap air elektrostatis.

Pengaruh perputaran silinder pengering terhadap distribusi suhu udara di dalam pengering yaitu, semakin cepat perputaran silinder pengering maka bahan yang di dalam (yang teraduk) juga semakin cepat sehingga energi panas dari udara pengering dimanfaatkan secara efektif untuk menguapkan kandungan air bahan dan menaikkan suhu bahan, maka dengan perputaran silinder pengering yang semakin cepat, distribusi udara di dalam silinder pengering menjadi lebih rendah dan perbedaannya hanya kecil karena setiap awal sirkulasi proses pengeringan, besarnya suhu udara pengering kembali ke pada kondisi awal suhu udara pengering



umber : <http://majarimagazine.com>

Gambar 4. Mesin Pengering Drum Dryer

3. Solar Dryer

Solar drying merupakan metode pengeringan yang saat ini sering digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan makanan hasil panen. Metode ini bersifat ekonomis pada skala pengeringan besar karena biaya operasinya lebih murah dibandingkan dengan pengeringan dengan mesin. Prinsip dari *solar drying* ini adalah pengeringan dengan menggunakan bantuan sinar matahari. Perbedaan dari pengeringan dengan sinar matahari biasa adalah *solar drying* dibantu dengan alat sederhana sedemikian rupa sehingga pengeringan yang dihasilkan lebih efektif. Metode solar drying sering digunakan untuk mengeringkan padi. Namun karena pada prinsipnya pengeringan adalah untuk mengurangi jumlah air (kelembaban) bahan, maka metode ini juga bisa diaplikasikan untuk bahan makanan lain.



Sumber : <http://majarimagazine.com>
Gambar 5. Mesin Pengering Solar Dryer

4. Spray Dryer (Pengering Semprot)

Alat pengering tipe semprot (*spray dryer*) digunakan untuk mengeringkan suatu larutan, campuran atau produk cair lainnya menjadi bentuk powder pada kadar air yang mendekati kesetimbangan dengan

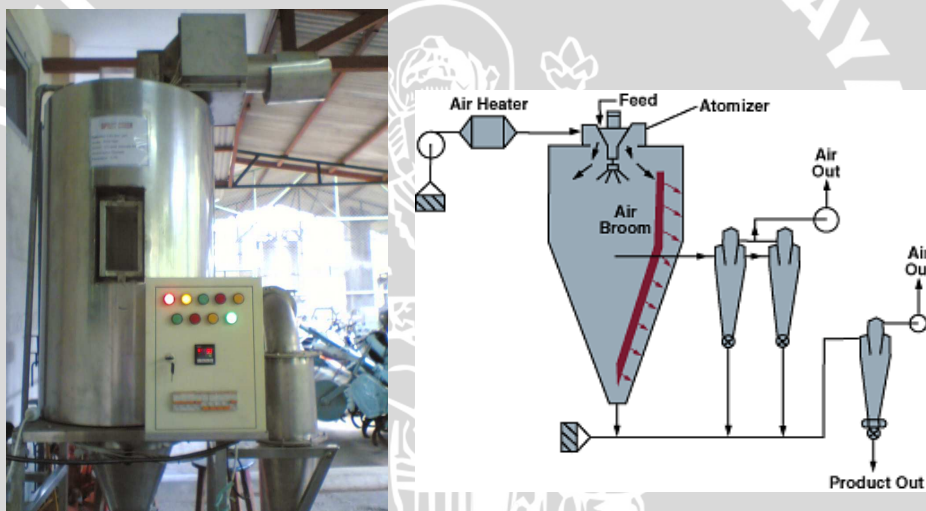
kondisi udara pada tempat produk keluar. Selain digunakan untuk mengeringkan bahan pangan juga digunakan untuk mengeringkan bahan kimia dan produk farmasi. Kopi instan dan susu bubuk umumnya dikeringkan dengan *spray dryer* (Wirakartakusumah, dkk. , 1989)

Mesin pengering semprot dipakai untuk mengeringkan bahan yang berbentuk larutan kental serta berbentuk pasta. Larutan maupun pasta dimasukkan kedalam *injector pneumatic* dan melalui lubang kecil (*nozzle*) larutan tersebut ditekan (untuk mendapatkan pengkabutan) ke dalam ruang-ruang yang dipanaskan (ruang pengering). Pengkabutan bahan dapat pula dilakukan dengan bantuan sentrifugal pada putaran / kecepatan tinggi, dimana bahan akan terkabut, dan dengan dukungan suhu permukaan kontak (antara uap panas dan *cream* terkabut) serta luasan kontak yang besar (Suharto, 1991).

Produk bahan pangan yang dihasilkan pada pengering semprot tidak diangkut oleh rak pengering tetapi didispersikan sebagai droplet yang halus yang tersuspensikan didalam udara pengering. Keuntungan dari cara ini adalah waktu pengeringannya sangat singkat dan jika dikerjakan dengan semestinya sebagian besar cita rasa, warna dan nilai gizi dapat dipertahankan (Desrosier, 1988).

Pengering semprot digunakan untuk menguapkan dan mengeringkan larutan dan bubur (*slurry*) sampai kering dengan cara termal, sehingga didapatkan hasil berupa zat padat yang kering. Pengering semprot dapat menggabungkan fungsi evaporasi, kristalisator, pengering, unit penghalus

dan unit klasifikasi. Penguapan dari permukaan tetesan menyebabkan terjadinya pengendapan zat terlarut pada permukaan. Dalam pengering semprot, bubuk atau larutan didispersikan ke dalam arus gas panas dalam bentuk kabut atau tetesan halus. Kandungan air akan menguap dengan cepat dari tetesan itu, dan meninggalkan partikel zat padat kering, yang kemudian dipisahkan dari arus gas. Aliran zat cair dan gas itu dapat searah, lawan arah, maupun gabungan dari keduanya dalam satu unit (<http://anakmangkang.blogspot.com>).



Sumber : <http://proses-heating.com>

Gambar 6. Spray Dryer dan Alur Prosesnya

2.5 Faktor – faktor Yang Mempengaruhi Proses Pengolahan

2.5.1 Pencoklatan (*Browning*)

Pencoklatan merupakan reaksi kompleks yang banyak terjadi pada bahan pangan. Pencoklatan adalah reaksi yang menyebabkan warna dari suatu produk coklat atau gelap. Pencoklatan dapat dibagi menjadi dua

bagian yaitu pencoklatan enzimatis dan pencoklatan non enzimatis (Winarno, 1992).

Pencoklatan non enzimatis dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu reaksi mailard, karamelisasi dan pencoklatan karena vitamin C. Pencoklatan yang berlangsung selama pemanasan dan penyimpanan bahan makanan adalah reaksi mailard (Tranggono dan Sutardi, 1990).

Pencoklatan pada buah apel dan buah lainnya setelah dikupas disebabkan oleh pengaruh enzim Polypenol Oxidase (PPO), yang dengan bantuan oksigen akan mengubah gugus monophenol menjadi O-hidroksi phenol, yang selanjutnya akan diubah lagi menjadi O-kuinon Gugus O-kuinon inilah yang membentuk warna coklat. Untuk mencegah terbentuknya warna coklat pada buah-buahan kita dapat melakukan dengan cara blanching atau pemanasan. Caranya, setelah dikupas dan dipotong-potong, buah apel diredam dalam air panas (suhu 82 – 93 derajat Celcius) atau dikenai uap air panas selama tiga menit, selanjutnya direndam dalam larutan vitamin C, dengan ukuran 200 milligram per liter (dalam liter air diberi tablet kecil vitamin C). Maksudnya untuk menonaktifkan enzim penyebab pencoklatan itu. Dengan demikian akan diperoleh apel yang tetap segar penampilannya dan memperoleh tambahan vitamin C dalam buah tersebut.

2.5.2 Suhu

Suhu atau temperatur berbeda dengan panas. Suhu itu suatu relatif tingkat kepanasan atau tingkat kedinginan terhadap air, dengan unit

ukurannya dalam derajat Celcius, Fahrenheit, Kelvin atau derajat Rankin (Winarno, 2007).

Suhu udara pengering yang terkontrol menjamin proses pengeringan dilakukan secara benar dan efisiensi penggunaan energi, sehingga kualitas bahan kering terjamin. Suhu yang terkontrol pada kisaran tertentu berpengaruh pada :

- a. Laju perpindahan panas dari udara pengering ke bahan yang dikeringkan;
- b. Laju penguapan air dari bahan ke udara pengering; dan
- c. Penguapan bahan aromatik yang menimbulkan cita rasa khas pada buah.

Ketiga hal ini berpengaruh pada laju perubahan fisik bahan yang dikeringkan, yaitu tekstur, warna, daya awet serta cita rasa produk. Pengeringan bahan hasil pertanian menggunakan aliran udara pengering yang baik adalah antara 45°C sampai 75°C . Pengeringan pada suhu di bawah 45°C mikroba dan jamur yang merusak produk masih hidup, sehingga daya awet dan mutu produk rendah. Namun pada suhu udara pengering di atas 75°C menyebabkan stuktur kimiawi dan fisik produk rusak, karena perpindahan panas dan massa air yang cepat yang berdampak perubahan struktur sel, dampak lain adalah zat aromatik khas untuk buah teruapkan (Yohanes, 2002).

2.5.3 Kadar Air

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air

bahan tersebut yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*). Dalam penentuan kadar air bahan hasil pertanian biasanya berdasarkan bobot basah (*wet basis*) yang mana berlaku rumus :

$$KA = \frac{W_a}{W_b} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Di dalam suatu analisa bahan, biasanya kadar air bahan ditentukan berdasarkan sistem bobot kering karena bobot kering bahan selalu tetap yang mana berlaku rumus :

$$KA = \frac{W_a}{W_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Sehingga diperoleh rumus kadar air sebagai berikut :

$$KA = \frac{m_1(\text{massa awal bahan}) - m_2(\text{massa akhir bahan})}{m_1(\text{massa awal bahan})} \dots\dots\dots(3)$$

2.5.4 Rendemen

Rendemen merupakan perbandingan antara berat produk yang dihasilkan dengan berat bahan dasarnya sehingga kita dapat mengetahui persentase rendemen yang di hasilkan.

$$\text{Rendemen} = \frac{mp}{mb} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekatronik Alat dan Mesin Agroindustri, Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret 2010 sampai Oktober 2010.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk proses pengeringan buah apel antara lain :

1. Mesin *spray dryer* (pengering semprot), untuk proses pengeringan buah apel
2. Kompresor, untuk memberikan tekanan ke bahan pada waktu proses pengeringan
3. Blender, untuk menghancurkan buah
4. Oven, untuk mengeringkan sampel
5. Desikator, untuk mendinginkan sampel setelah proses pengovenan
6. Timbangan digital, untuk mengetahui massa bahan
7. Cawan, untuk tempat sampel saat dioven
8. Gelas ukur, untuk mengukur volume bahan
9. Thermometer, untuk mengukur suhu bahan

10. Stopwatch, untuk menghitung waktu pengeringan

11. Saringan kain, untuk menyaring buah apel yang telah dihancurkan

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Buah apel jenis Manalagi yang masih segar, digunakan sebagai bahan yang akan dikeringkan;
2. Maltodekstrin, digunakan sebagai bahan tambahan atau pengisi pada saat proses pengeringan;
3. Air, digunakan untuk membantu proses penghancuran buah.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode ekperimental dan metode empiris yaitu mengadakan percobaan untuk mengetahui variabel yang diteliti setelah itu dilakukan perhitungan langsung dengan data yang ada sehingga dapat diketahui mana perlakuan terbaik. Adapun perlakuan yang akan diteliti adalah penggunaan suhu diantaranya suhu 105 °C (T_1), 110 °C (T_2) dan 115 °C (T_3). Dan juga penambahan *filler* yaitu maltodekstrin dengan konsentrasi 8 % (F_1), konsentrasi 10 % (F_2) dan konsentrasi 12 % (F_3) sebagai perlakuan. Sehingga pada perlakuan ini terdapat sembilan perlakuan.

Pembanding I : Suhu pengeringan ($^{\circ}\text{C}$)

$$T_1 = 105$$

$$T_2 = 110$$

$$T_3 = 115$$

Pembanding II : Konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan (%)

$$F_1 = \text{konsentrasi maltodekstrin 8}$$

$$F_2 = \text{konsentrasi maltodekstrin 10}$$

$$F_3 = \text{konsentrasi maltodekstrin 12}$$

Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak satu kali. Dan dari perlakuan tersebut diperoleh kombinasi seperti pada tabel berikut :

Tabel 2 : Kombinasi Perlakuan

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Konsentrasi Filler (%)		
	F₁ (8)	F₂ (10)	F₃ (12)
T₁	T ₁ F ₁	T ₁ F ₂	T ₁ F ₃
T₂	T ₂ F ₁	T ₂ F ₂	T ₂ F ₃
T₃	T ₃ F ₁	T ₃ F ₂	T ₃ F ₃

Keterangan :

T₁F₁ : Suhu pengeringan 105 $^{\circ}\text{C}$, filler 8 %

T₁F₂ : Suhu pengeringan 105 $^{\circ}\text{C}$, filler 10 %

T₁F₃ : Suhu pengeringan 105 $^{\circ}\text{C}$, filler 12 %

T₂F₁ : Suhu pengeringan 110 $^{\circ}\text{C}$, filler 8 %

T₂F₂ : Suhu pengeringan 110 $^{\circ}\text{C}$, filler 10 %

T₂F₃ : Suhu pengeringan 110 $^{\circ}\text{C}$, filler 12 %

T₃F₁ : Suhu pengeringan 115 $^{\circ}\text{C}$, filler 8 %

T₃F₂ : Suhu pengeringan 115 °C, filler 10 %

T₃F₃ : Suhu pengeringan 115 °C, filler 12 %

Pengering semprot dapat menggabungkan fungsi evaporasi, kristalisator, pengering, unit penghalus dan unit klasifikasi. Penguapan dari permukaan tetesan menyebabkan terjadinya pengendapan zat terlarut pada permukaan. Dalam pengering semprot, bubuk atau larutan didispersikan ke dalam arus gas panas dalam bentuk kabut atau tetesan halus. Kandungan air akan menguap dengan cepat dari tetesan itu dan meninggalkan partikel zat padat kering, yang kemudian dipisahkan dari arus gas. Aliran zat cair dan gas itu dapat searah, lawan arah, maupun gabungan dari keduanya dalam satu unit. Zat padat kering yang didapatkan sebagai hasil akhir pengering semprot (*spray dryer*) biasanya sangat berpori.

3.4 Parameter Penelitian

Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Karakteristik fisik produk, yang terdiri dari :

- Kadar air produk

Pengukuran kadar air merupakan salah satu parameter yang penting yang dapat menentukan kualitas suatu produk hasil pengeringan. Kadar air yang dihasilkan pada proses pengeringan dengan *spray dryer* sangat dipengaruhi oleh besarnya suhu dan penambahan filler. Semakin besar perbedaan suhu bahan dan medium pengeringan mempercepat proses pengeringan sehingga semakin besar pula proses pindah panas ke

dalam bahan pangan yang akan menyebabkan penguapan air dari bahan akan lebih banyak dan lebih cepat. Kadar air produk dapat di hitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$KA (\%bb) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Keterangan :

Ka = Kadar air bahan (%)

m₁ = Massa awal (gram)

m₂ = Massa akhir (gram)

- Rendemen

Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui besarnya perbandingan bahan baku dengan produk akhir yang dihasilkan yang berupa bubuk apel. Rendemen berpengaruh pada penambahan filler. Jika semakin banyak filler yang ditambahkan, maka rendemen juga akan semakin meningkat (Master, 1979).

Rendemen dapat di hitung menggunakan persamaan berikut :

$$Rendemen = \frac{m_p}{m_b} \times 100\%$$

Keterangan :

m_p = Massa produk kering (gram)

m_b = Massa awal bahan (gram)

- Warna

Untuk pengukuran warna bubuk apel dapat diukur dengan alat color reader dengan parameter pembacaan L*, a* dan b*. L* menunjukkan tingkat terang dengan kisaran 0 sampai 100. Nilai 0 menunjukkan

sangat gelap atau hitam, sedangkan nilai 100 menunjukkan sangat terang atau putih. Nilai a^* menyatakan tingkat hijau-merah dengan kisaran nilai -100 sampai +100. Nilai negatif (-) menyatakan kecenderungan warna hijau dan nilai positif (+) menyatakan kecenderungan warna merah. Nilai b^* menyatakan tingkat biru-kuning dengan kisaran nilai -100 sampai +100. Nilai negatif (-) menyatakan kecenderungan warna biru dan nilai positif (+) menyatakan kecenderungan warna kuning (Yuwono, 2001).

- Kelarutan

Kelarutan merupakan persen bahan lolos pada penyaringan dengan kertas saring setelah serbuk apel didispersikan dengan air, dilakukan untuk mengetahui daya kelarutan dari bahan-bahan bubuk. Bahan dengan kadar air tinggi sulit untuk larut dibandingkan dengan bahan yang berkadar air rendah.

- Daya serap uap air

Menurut Sudarmadji (1989), suatu bahan yang telah mengalami proses penyaringan ternyata lebih higroskopis dari pada bahan asalnya. Sifat higroskopis suatu produk akan meningkat seiring dengan peningkatan kandungan gula dalam bahan.

2. Karakteristik kimia yaitu kandungan *vitamin C* yang terdapat pada produk.

Vitamin C merupakan vitamin yang sangat mudah larut dalam air dan peka terhadap suhu tinggi, namun sampai saat ini belum ada penelitian yang dapat mengemukakan dengan pasti suhu kritis dari vitamin C. Metode

yang sering digunakan untuk mengukur kadar vitamin C pada produk adalah dengan metode titrasi yodium. Cara ini paling sering digunakan karena mudah, murah, sederhana dan tidak memerlukan peralatan laboratorium yang canggih.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi beberapa tahapan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Persiapan pembuatan larutan apel, yang meliputi beberapa tahapan, yaitu :
 - a. Buah apel disiapkan kemudian dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran yang terdapat dipermukaan kulit, kemudian ditimbang untuk mengetahui massa awal bahan. Bahan yang telah dicuci dan ditimbang kemudian dikupas dan dipotong-potong, hal ini dilakukan untuk mempermudah penghancuran buah pada saat diblender. Setelah dipotong-potong, buah apel dimasak selama 3 menit dengan cara direbus untuk meminimalkan proses *browning* pada buah. Buah apel yang telah dimasak kemudian dimasukkan kedalam blender untuk dihancurkan, setelah itu disaring dengan saringan kain untuk memisahkan ampas dengan larutan. Kemudian bahan diambil sampel untuk dikeringkan menjadi bubuk apel;

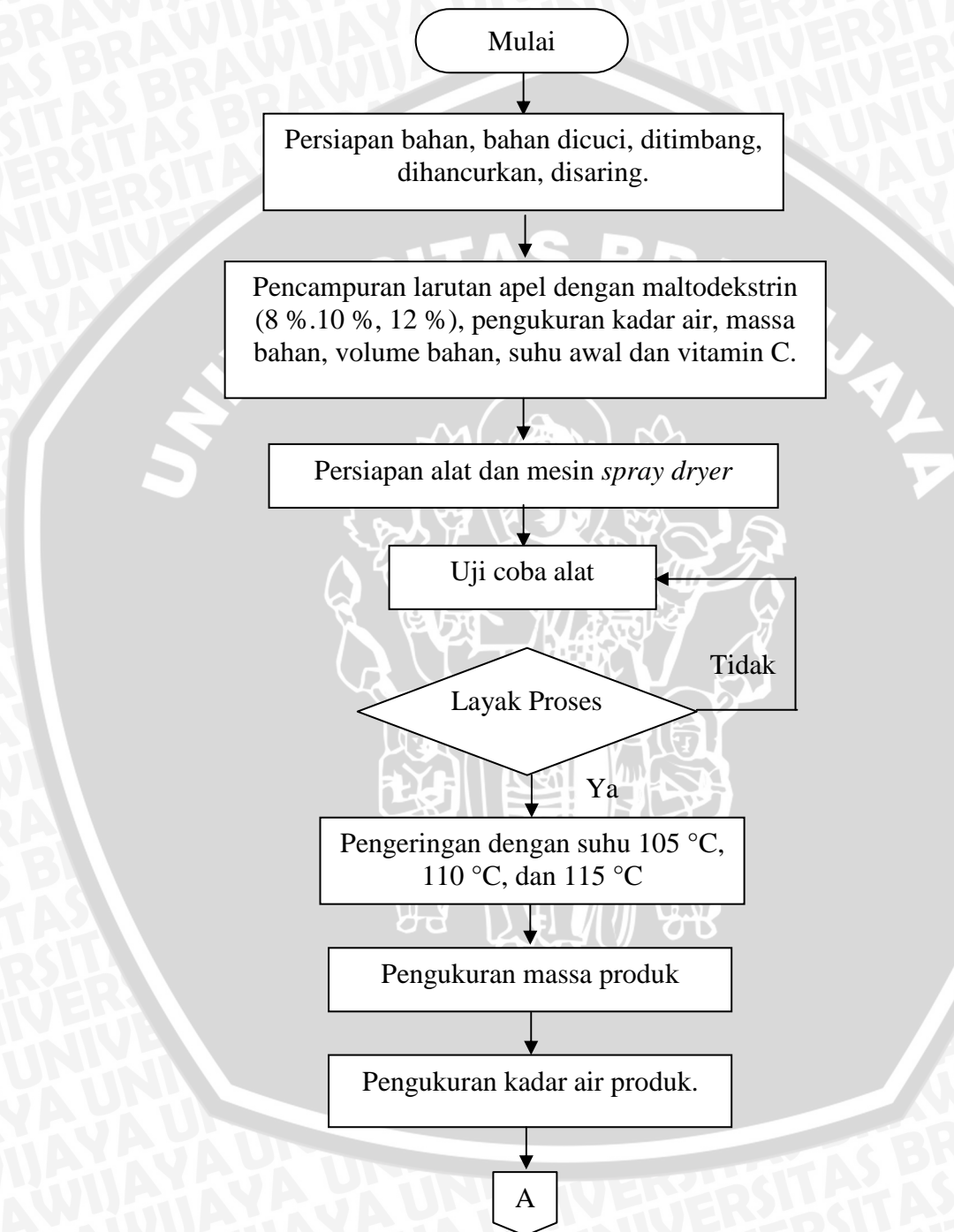
- b. Buah yang telah dihancurkan dan menjadi larutan, masing-masing ditambahkan dengan maltodekstrin dengan masing-masing konsentrasi 8 %, 10 % dan 12 %;
 - c. Larutan yang telah ditambahkan *filler* ditimbang untuk mengetahui volume bahan. Kemudian dimasak dan diukur suhunya, kemudian dimasukkan kedalam tempat bahan pada alat untuk dikeringkan.
2. Proses pembuatan bubuk apel, yang meliputi beberapa tahapan, yaitu :
- a. Menyalakan mesin pengering semprot (*spray dryer*) dan mengatur suhu pada kontrol panel sesuai dengan suhu yang dikehendaki, yaitu 105 °C, 110 °C dan 115 °C;
 - b. Menyalakan kompresor dengan tekanan 3 bar;
 - c. Proses pengeringan dimulai jika suhu pada kontrol panel telah sesuai dengan suhu yang ditentukan. Jika suhu telah stabil, buka *nozzle* sampai menghasilkan cairan yang halus (mengembun);
 - d. Mencatat besarnya tekanan pada tempat bahan dan kompresor;
 - e. Mencatat waktu yang digunakan selama proses pengeringan;
 - f. Mengukur suhu produk.
3. Setelah proses pengeringan, massa produk kemudian ditimbang. Kemudian diambil masing-masing sampel untuk diukur kadar airnya;
4. Pengujian produk, yang meliputi beberapa tahapan pengujian, yaitu :
- a. Pengujian karakteristik fisik produk, yaitu : pengujian warna, kelarutan dan serap uap air;
 - b. Pengujian kandungan vitamin C yang terdapat pada produk.

3.6 Pengamatan

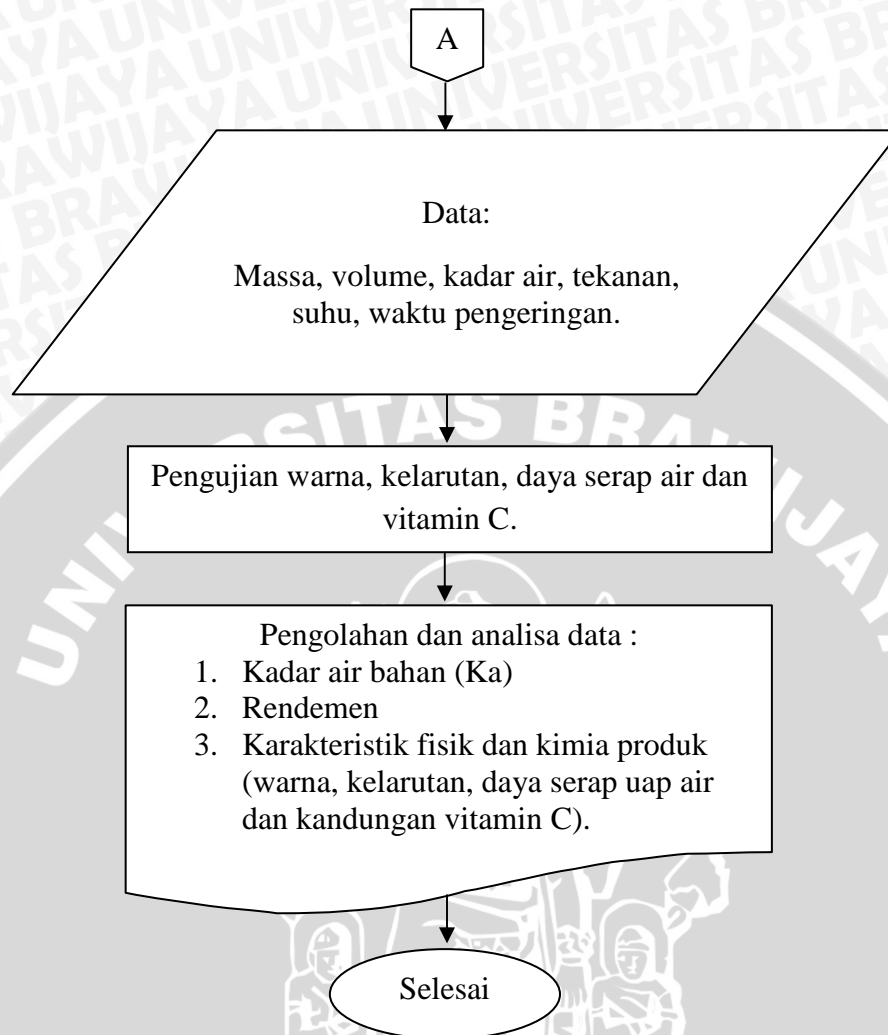
Pada penelitian ini ada beberapa pengamatan dan data yang diambil, antara lain adalah :

1. Sebelum proses pengeringan
 - a. Massa awal bahan (m_b) (gram)
 - b. Kadar air awal bahan (Ka_1) (gram)
 - c. Volume bahan (V) (liter)
 - d. Suhu awal bahan (T_{s_1}) ($^{\circ}C$)
2. Selama proses pengeringan
 - a. Suhu awal pengeringan (T_{a_1}) ($^{\circ}C$)
 - b. Tekanan kompresor (psi)
 - c. Tekanan vakum (P_v) (psi)
 - d. Waktu proses pengeringan (t) (sekon)
 - e. Suhu akhir pengeringan (T_{a_2}) ($^{\circ}C$)
 - f. Suhu produk (T_{s_2}) ($^{\circ}C$)
3. Setelah proses pengeringan
 - a. Massa produk kering (m_p) (gram)
 - b. Kadar air produk kering (Ka_2) (%)
4. Pengujian warna, kelarutan, daya serap uap air dan kandungan vitamin C.

3.7 Analisa Data

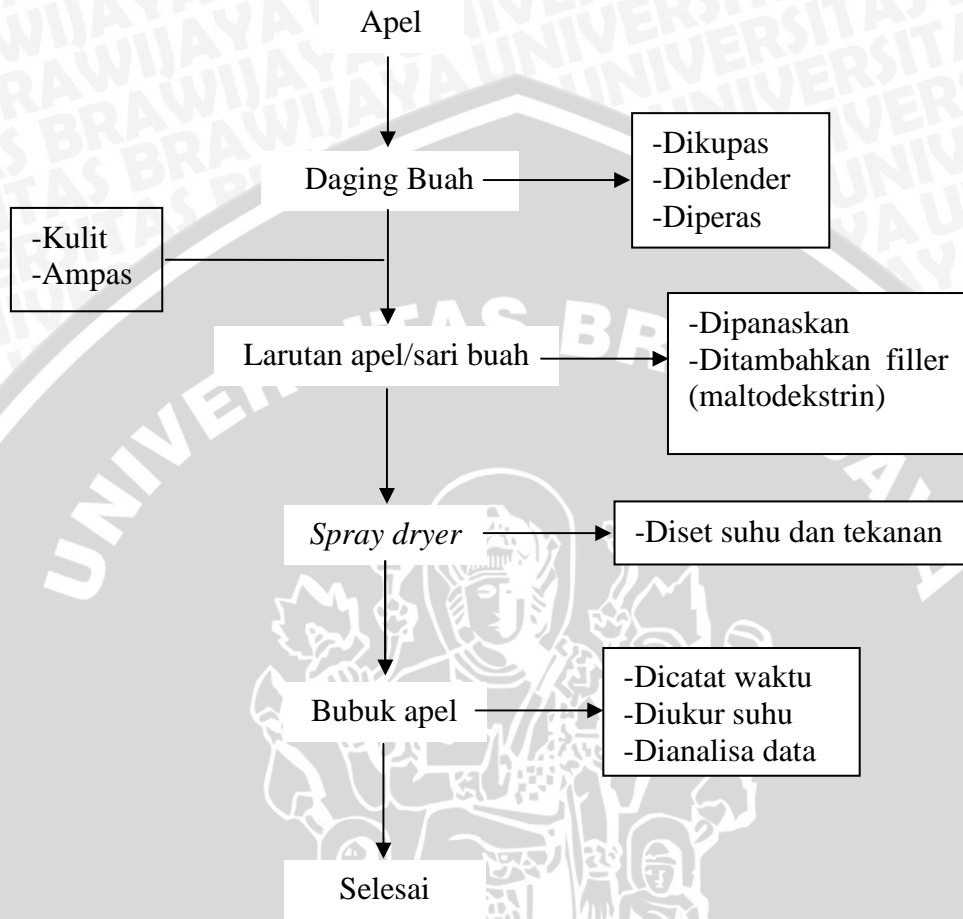


Gambar 7. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian



Gambar 7. (Lanjutan)

3.8 Skema Kerja



Gambar 8. Skema Kerja

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pengeringan

Mikroorganisme membutuhkan air untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Jika kadar air pangan dikurangi, maka pertumbuhan mikroorganisme akan diperlambat. Pengeringan semprot cocok digunakan untuk membantu proses pengeringan pada produk pangan tertentu, salah satunya adalah Apel.

Proses pengeringan apel dilakukan pada suhu 105°C, 110°C dan 115°C pada tekanan vakum. Proses pengeringan ini dilakukan dengan cara disemprot menggunakan *nozzel*. Dalam pengering semprot, larutan didispersikan ke dalam arus gas panas dalam bentuk kabut atau tetesan halus. Kandungan air akan menguap dengan cepat dari tetesan itu dan meninggalkan partikel zat padat kering yang kemudian dipisahkan dari arus gas. Aliran zat cair dan gas itu dapat searah, lawan arah maupun gabungan dari keduanya dalam satu unit.

Udara pengering yang digunakan dalam penelitian ini adalah udara panas yang mengalir, tetapi kondisi udara yang panas pada ruangan membuat proses penguapan airnya terjadi di dinding ruang pengering, hal tersebut membuat proses pengeringan menjadi tidak sempurna karena butiran yang kering menempel di dinding ruang pengering.

Bubuk apel yang dihasilkan dari penelitian ini secara keseluruhan telah dapat larut dalam air, tetapi belum layak di konsumsi secara langsung

karena komposisi bubuk yang dibuat bukan untuk bubuk yang dikonsumsi secara langsung. Bubuk apel yang dibuat ini dapat digunakan sebagai penambah rasa pada industri makanan atau minuman.

4.2 Karakteristik Fisik Produk

4.2.1 Kadar Air

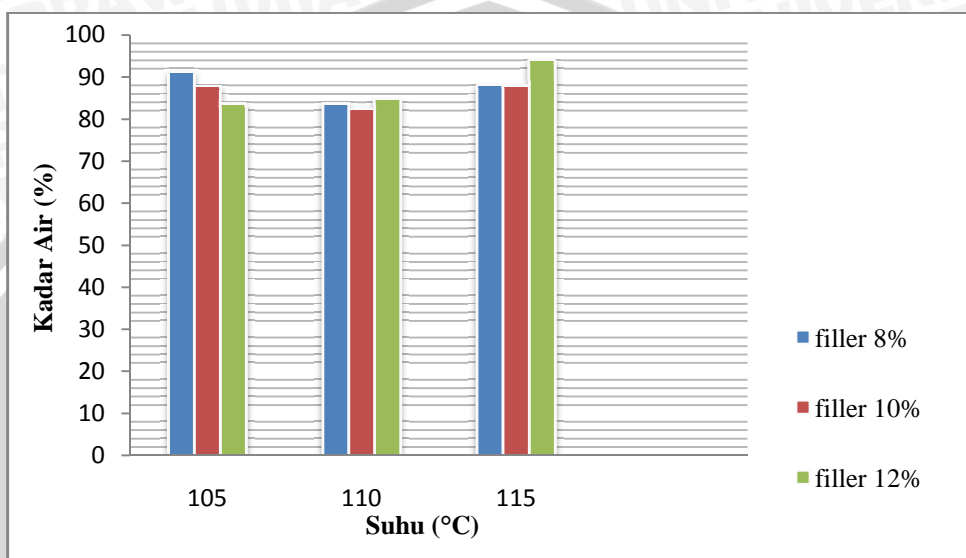
Menguapkan air yang ada dalam bahan dengan jalan pemanasan. Kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang berarti semua air sudah diuapkan.

Sesuai dengan data yang diperoleh dari proses pengeringan larutan sari buah apel menjadi bubuk sari buah apel menggunakan pengeringan semprot (*spray dryer*) pada suhu 105°C, 110°C dan 115°C dengan penambahan filler berupa maltodekstrin sebanyak 8%, 10% dan 12%, dihasilkan jumlah kadar air tiap perlakuan yang diperlihatkan pada tabel berikut :

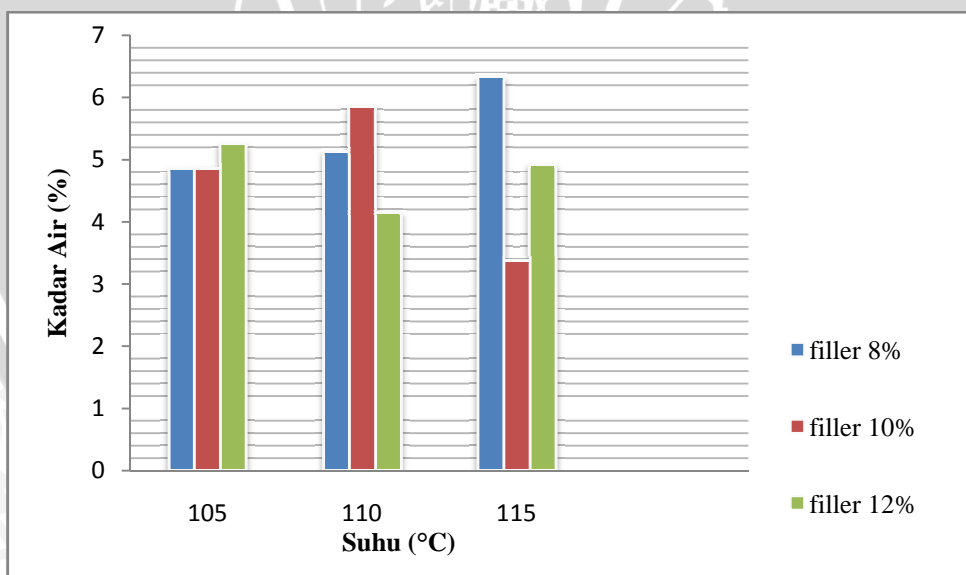
Tabel 3. Nilai Kadar Air Bahan dan Kadar Air Produk

Suhu Pengeri ng (°C)	Filler (%)	Kadar Air Bahan (%)	Kadar Air Produk (%)	Laju Penguapan (g/s)
105	8	91.28	4.85	0.05
	10	87.79	4.86	0.04
	12	83.56	5.28	0.04
110	8	83.71	5.12	0.02
	10	82.30	5.85	0.02
	12	84.72	4.15	0.03
115	8	88.08	6.33	0.02
	10	87.94	3.37	0.04
	12	94.01	4.92	0.14

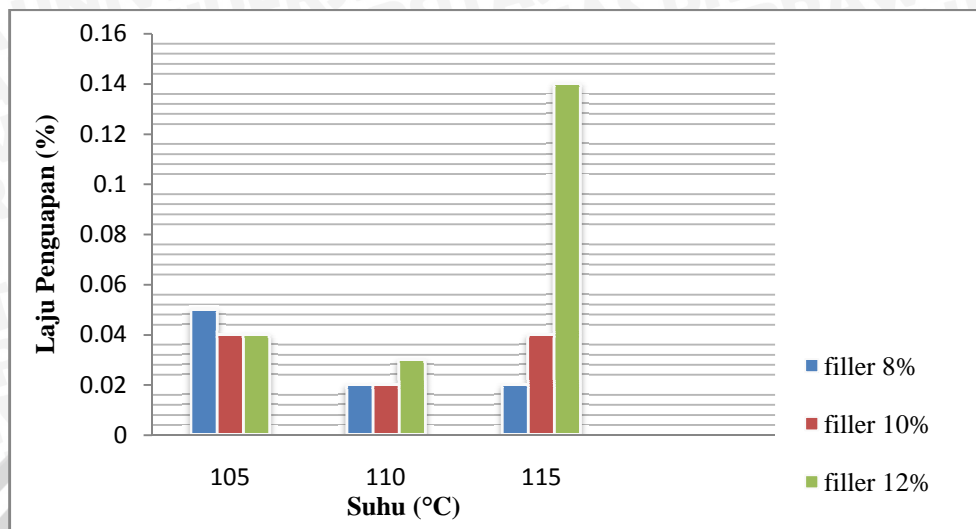
Grafik kadar air produk dengan suhu pengeringan dapat di tunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10. Dan grafik laju penguapan ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 9. Grafik Kadar Air Bahan Awal



Gambar 10. Grafik Kadar Air Produk



Gambar 11. Grafik Laju Penguapan

Sesuai dengan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa setiap adanya kenaikan suhu pengeringan, mengakibatkan terjadinya penurunan kadar air, hal ini dikarenakan adanya aliran panas pada alat yang membuat terjadinya penguapan air pada bahan yang dikeringkan. Selain itu juga, penambahan bahan pengisi yaitu maltodekstrin juga mempengaruhi jumlah kadar air pada produk.

Menurut Sudarmadji *dkk*, (1989), prinsip penguapan air yang ada dalam bahan adalah dengan cara pemanasan, kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang berarti semua air diuapkan.

Kadar air menunjukkan kandungan air persatuan bobot bahan. Pengukuran kadar air merupakan salah satu parameter penting yang menentukan kualitas suatu produk hasil pengeringan. Kadar air pada suatu produk akan mempengaruhi daya tahan suatu produk karena terkena air. Pengeringan akan menyebabkan produk kering yang dihasilkan lebih mampat dan lebih ringan dari bahan awal. Selama pengeringan bahan yang

memiliki total padatan tinggi akan mengalami proses evaporasi yang lebih cepat sehingga produk yang dihasilkan akan memiliki kadar air yang lebih rendah.

Hasil analisa menunjukkan bahwa perlakuan dengan suhu 115°C yang berpengaruh nyata terhadap kadar air bubuk apel. Kadar air pada suhu 115°C lebih rendah dari pada kadar air dengan perlakuan suhu 105°C dan 110°C. Hal ini dikarenakan tingginya suhu mengakibatkan proses penguapan menjadi lebih cepat, sehingga jumlah kadar air pada bahan banyak yang teruapkan. Sedangkan untuk perlakuan dengan penambahan filler kadar air terendah rata-rata terjadi pada penambahan filler sebesar 10%. Salah satu sifat maltodekstrin yang dapat mengikat air sangat membantu proses pengeringan pada bahan. Jika pada produk, tinggi kadar air, maka produk akan mengalami penggumpalan dan menjadi cepat rusak.

4.2.2 Rendemen

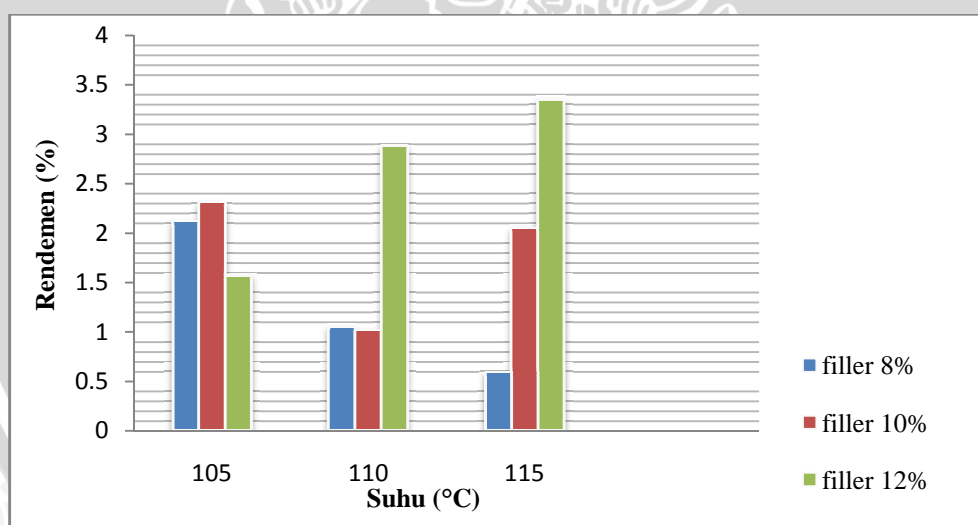
Bahan pengisi merupakan bahan yang diambahkan pada proses pengolahan pangan untuk melapisi komponen-komponen flavor, meningkatkan jumlah padatan, memperbesar volume dan mencegah kerusakan bahan akibat panas.

Rendemen sari buah apel instan yang dihasilkan setelah melakukan penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Rendemen Sari Buah Bubuk Apel

Suhu Pengeringan (°C)	Filler (%)	Rendemen (%)
105	8	2.12
	10	2.31
	12	1.57
110	8	1.05
	10	1.02
	12	2.88
115	8	0.59
	10	2.05
	12	3.35

Grafik rendemen sari buah apel instan dengan suhu pengeringan dan penambahan filler yaitu maltodekstrin dapat di tunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Rendemen Sari Buah Apel Instan

Hasil analisa seharusnya dengan kenaikan jumlah *filler* yang ditambahkan maka rendemen juga semakin tinggi, Tetapi pada penelitian ini terjadi penurunan rendemen pada penambahan *filler* 8%, hal ini diduga adanya produk yang menempel pada dinding silinder. Bahan pengisi

merupakan bahan yang ditambahkan pada proses pengolahan pangan untuk melapisi komponen-komponen flavor, meningkatkan jumlah total padatan, memperbesar volume, mempercepat proses pengeringan dan mencegah kerusakan bahan akibat panas.

Pada grafik untuk semua perlakuan dengan suhu 105°C pada penambahan filler 8%, nilai rendemen mengalami peningkatan, sedangkan untuk semua perlakuan dengan suhu 110°C pada penambahan filler 10%, nilai rendemen pada semua perlakuan mengalami penurunan. Setelah penambahan filler sebesar 12% grafik kembali mengalami kenaikan. Tinggi rendahnya nilai rendemen yang ditunjukkan pada grafik dikarenakan ada sebagian produk yang masih tertinggal didalam ruang silinder dan mempunyai kadar air yang relatif tinggi, sehingga tidak dapat dicampur dengan produk akhir.

Perlakuan terbaik dari produk yang dihasilkan adalah pada perlakuan dengan suhu 115°C dan penambahan *filler* yaitu maltodekstrin sebesar 12%.

4.2.3 Debit Aliran

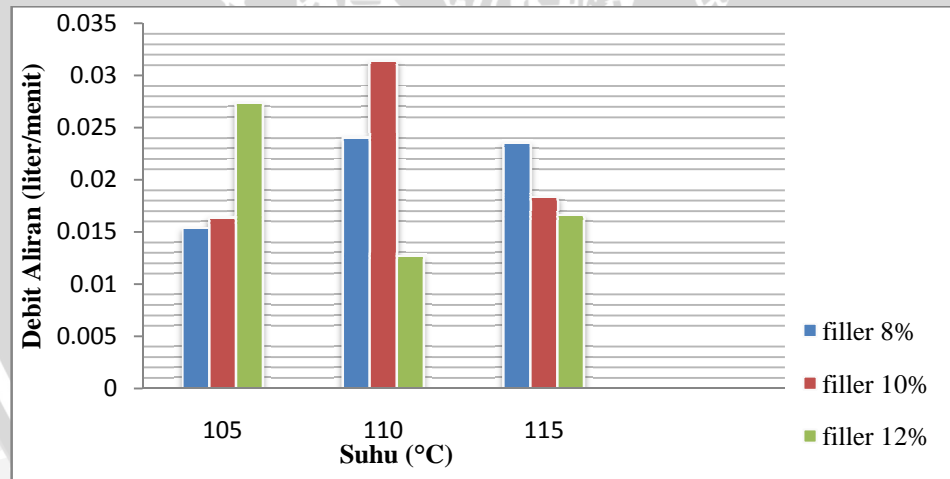
Debit aliran adalah banyaknya air yang mengalir pada setiap jam. Nilai debit aliran dari hasil penelitian pada proses pengeringan larutan sari buah apel menjadi serbuk sari buah apel menggunakan pengering semprot (*spray dryer*) pada suhu 105°C , 110°C dan 115°C dengan

penambahan *filler* yaitu maltodekstrin sebanyak 8%, 10% dan 12% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Debit Aliran Bahan

Suhu Pengeringan (°C)	Filler (%)	Debit Aliran (liter/menit)
105	8	15.34×10^{-3}
	10	16.34×10^{-3}
	12	27.35×10^{-3}
110	8	24.02×10^{-3}
	10	31.34×10^{-3}
	12	12.66×10^{-3}
115	8	23.48×10^{-3}
	10	18.28×10^{-3}
	12	16.55×10^{-3}

Grafik debit aliran dengan suhu pengeringan dan penambahan *filler* yaitu maltodekstrin dapat di tunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Debit Aliran

Proses pengaliran bahan dapat diatur melalui penyetelan *nozzle*. Masing-masing perlakuan menghabiskan waktu selama kurang lebih dua jam untuk dua liter bahan. Debit aliran pada penelitian ini menunjukkan nilai yang tidak teratur. Besarnya debit aliran untuk masing-masing

perlakuan berbeda-beda, hal disebabkan oleh semprotan *nozzle* yang tidak selalu sama semprotannya pada masing-masing perlakuan, diduga *nozzle* mengalami penyumbatan karena kotor.

Data diatas dapat disimpulkan bahwa debit aliran yang tertinggi terjadi pada perlakuan dengan suhu 110°C dengan penambahan *filler* 10% yaitu 31.35⁻³ liter/menit. Sedangkan untuk debit aliran terendah terjadi pada perlakuan dengan suhu 110°C pada penambahan *filler* 12% yaitu 12.34⁻³ liter/menit.

Grafik dengan perlakuan suhu 105°C, dari penambahan *filler* 8% sampai 12% mengalami kenaikan sesuai dengan penambahan *filler* yang juga semakin banyak. Sedangkan untuk perlakuan suhu 110°C dan 115°C, grafik yang diperoleh pada penambahan *filler* 12% keduanya mengalami penurunan. Penurunan grafik pada konsentrasi ini diduga karena bukaan *nozzle* yang tidak menentu. Jika bukaan *nozzle* semakin besar, maka cairan yang keluar juga semakin banyak. Pada produk, semprotan *nozzel* yang terlalu besar akan menghasilkan produk yang tidak sempurna.

4.2.4 Warna

Warna pada suatu produk sangat berhubungan dengan penampilan dari produk, sehingga nantinya dapat maningkatkan nilai jual dari produk tersebut. Perubahan warna pada bahan sangat dipengaruhi oleh suhu dan penambahan *filler*.

Menurut Yuwono (2001), R menunjukkan tingkat terang dengan kisaran 0 sampai 100. Nilai 0 menunjukkan sangat gelap atau hitam, sedangkan nilai 100 menunjukkan sangat terang atau putih. Nilai G menyatakan tingkat hijau-merah dengan kisaran nilai -100 sampai +100. Nilai negatif (-) menyatakan kecenderungan warna merah. Nilai B menyatakan tingkat biru-kuning dengan kisaran nilai -100 sampai +100. Nilai negatif (-) menyatakan kecenderungan warna biru dan nilai positif (+) menyatakan kecenderungan warna kuning.

Pengujian warna bubuk apel diukur dengan alat *color reader* dengan parameter pembacaan R, G, dan B. *Color reader* memiliki batas atas yaitu 1023 dan batas bawah yaitu 0. Batas atas dan batas bawah alat nantinya akan dikalibrasi dengan nilai yang muncul pada *color reader* dengan skala 0-1023 sampai 0-255.

Hasil penelitian diperoleh tingkat kecerahan warna bubuk apel dapat dilihat pada Tabel 6. Nilai derajat kecerahan yang dihasilkan menunjukkan warna produk yang cenderung berwarna coklat sampai coklat muda. Kecenderungan warna ini merupakan pengaruh berbagai suhu pengeringan dan konsentrasi bahan pengisi atau *filler*. Diduga proses pengeringan menyebabkan kerusakan warna pada bahan.

Pengaruh perlakuan penambahan maltodekstrin dan suhu pengeringan terhadap derajat kecerahan bubuk apel dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Pengujian Warna Laboratorium Setelah Dikonversi Skala 0-1023 sampai 0-255

Suhu Pengeringan (°C)	Filler (%)	Indeks Warna		
		R	G	B
105	8	187.19	76.27	49.85
	10	255	147.81	116.15
	12	255	149.06	125.87
110	8	250.26	100.70	73.28
	10	255	145.85	117.30
	12	255	167.75	139.09
115	8	255	126.37	89.48
	10	255	147.81	116.15
	12	255	166.51	141.08

Tabel diatas menunjukkan bahwa peningkatan kosentrasi maltodekstrin sangat berpengaruh pada tingkat kecerahan produk. Semakin banyak penambahan *filler*, warna produk menjadi semakin cerah. Hal ini dikarenakan maltodekstrin sendiri telah memiliki tingkat kecerahan yang cukup tinggi yaitu 77.60 (Hairunisya, 2006), dengan demikian maka semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan akan menyebabkan warna bubuk apel menjadi semakin cerah.

Perlakuan suhu pengering juga sangat berpengaruh pada tingkat kecerahan produk, dengan adanya kenaikan suhu, maka tingkat kecerahan produk akan semakin menurun. Diduga proses pengeringan menyebabkan kerusakan antosianin sehingga terjadi reaksi pencoklatan.

Metode pengeringan yang digunakan juga dapat mempengaruhi warna produk yang dihasilkan. Pengeringan menggunakan *spray dryer* menghasilkan warna yang lebih cerah dibandingkan dengan pengeringan menggunakan oven. Hal ini dikarenakan pengeringan pada *spray dryer* berlangsung sangat cepat (Effionora dkk., 2004).

4.2.5 Kelarutan

Kelarutan adalah jumlah produk yang terlarut dalam air. Nilai kelarutan bahan dari hasil penelitian pada proses pengeringan larutan sari buah apel menjadi bubuk sari buah apel menggunakan pengering semprot (*spray dryer*) pada suhu 105°C, 110°C dan 115°C dengan penambahan *filler* yaitu maltodekstrin sebanyak 8%, 10% dan 12% dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Kelarutan Bahan

Suhu Pengeringan (°C)	Filler (%)	Kelarutan (%)
105	8	99.97
	10	99.98
	12	99.97
110	8	99.95
	10	99.96
	12	99.98
115	8	99.92
	10	99.97
	12	99.98

Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat kelarutan bubuk apel akan meningkat dengan meningkatnya penambahan maltodekstrin yang digunakan. Hal ini dikarenakan maltodekstrin memiliki tingkat kelarutan

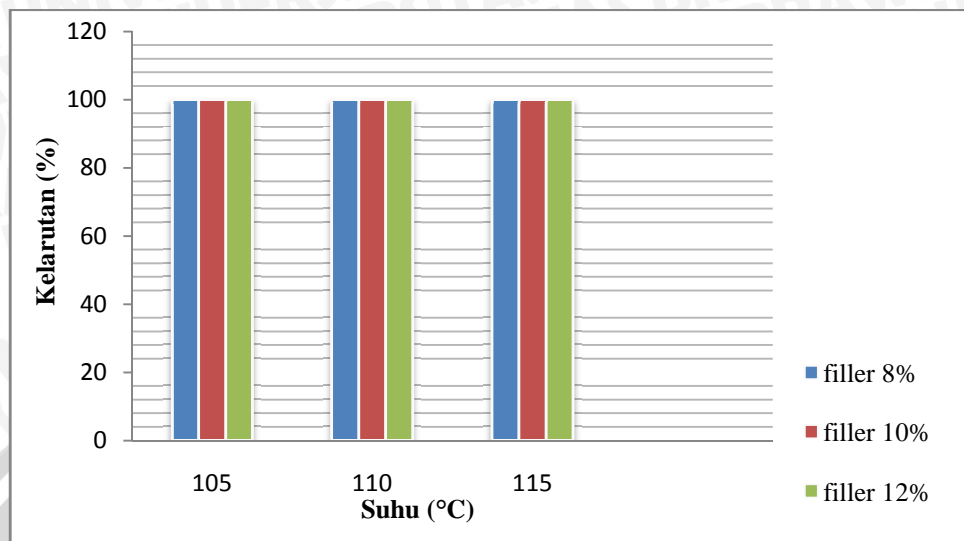
yang tinggi dalam air, yaitu 90.98% (Lesyana, 2004). Ketika bubuk dilarutkan, gugus hidroksil yang terdapat pada bahan pengisi akan berinteraksi dengan air sehingga kelarutan bubuk meningkat.

Kelarutan juga berhubungan dengan kadar air bahan, dimana bahan yang berkadar air tinggi sulit untuk larut dibandingkan dengan bahan yang berkadar air rendah. Kadar air yang tinggi pada produk mengakibatkan penggumpalan sehingga kemampuan produk untuk larut, menurun dan dibutuhkan waktu yang lama untuk memecahkan ikatan antar partikel.

Produk kering dapat menampung lebih banyak air dari pada produk lembab. Jika suatu bahan hasil pertanian dengan kadar air mula-mula tertentu ditempatkan dalam lingkungan dengan suhu dan kelembaban tertentu, maka kadar air bahan tersebut akan berubah sampai kadar air keseimbangan antara kadar air dalam bahan dan kadar air di udara. Kadar air keseimbangan adalah keseimbangan antara kadar air bahan dengan suhu dan kelembaban udara di sekelilingnya. Bahan akan melepas dan menyerap air biasa disebut sebagai bahan *higroskopis* (Taib dkk., 1988).

Kelarutan terbaik produk terjadi pada perlakuan dengan suhu 110°C dengan penambahan *filler* 12% yaitu sebesar 99.87%. Sedangkan kelarutan terendah produk terjadi pada perlakuan dengan suhu 105°C dengan penambahan *filler* 8% dan 10% yaitu sama-sama 99.78%.

Grafik kelarutan produk dengan suhu pengeringan dan penambahan *filler* yaitu maltodekstrin dapat di tunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Kelarutan Produk

4.2.6 Daya Serap Uap Air

Suatu bahan yang telah mengalami proses penyaringan ternyata lebih *higroskopis* dari pada bahan asalnya. Sifat *higroskopis* suatu produk akan meningkat seiring dengan peningkatan kandungan gula dalam bahan (Sudarmadji, 1989). Nilai daya serap uap air bahan dari hasil penelitian pada proses pengeringan larutan sari buah apel menjadi bubuk sari buah apel menggunakan pengering semprot (*spray dryer*) pada suhu 105°C, 110°C dan 115°C dengan penambahan *filler* yaitu maltodekstrin sebanyak 8%, 10% dan 12% dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Daya Serap Uap Air

Suhu Pengeringan (°C)	Filler (%)	Daya Serap Uap Air (%)
105	8	23.20
	10	23.80
	12	17.60
110	8	12.80
	10	10.10
	12	17.70
115	8	17.40
	10	23.90
	12	14.10

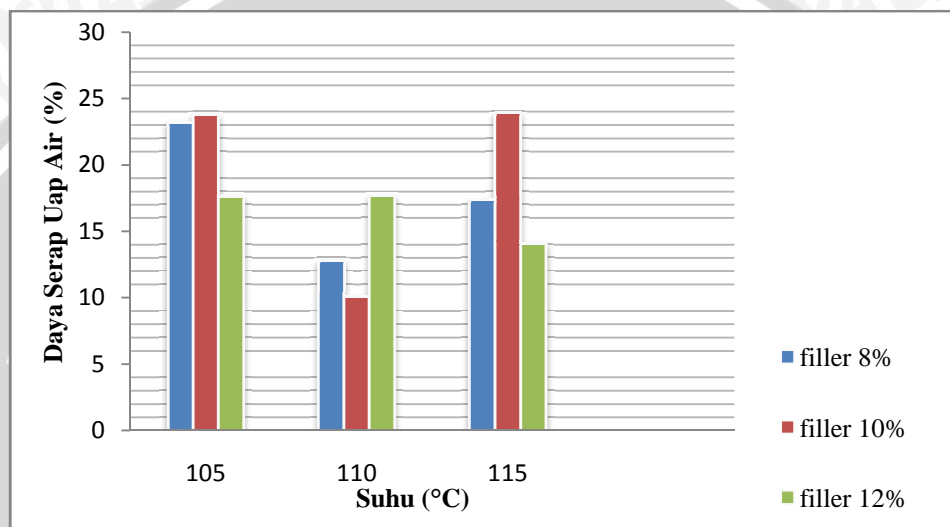
Daya serap uap air yang diperoleh memiliki nilai yang naik turun, seharusnya dengan adanya peningkatan suhu pengeringan, daya serap uap air akan semakin meningkat karena dengan peningkatan suhu pengeringan maka kadar air produk semakin menurun dan menghasilkan produk bubuk apel yang semakin *higroskopis* sehingga daya serap air meningkat. Sudarmadji (1989), suatu bahan yang telah mengalami proses pengeringan ternyata lebih bersifat *higroskopis* dari pada bahan asalnya.

Menurut Hairunisyah (2006), tingkat *higroskopis* dari maltodekstrin adalah 14.76%. *Higroskopis* suatu produk akan meningkat seiring dengan peningkatan kandungan gula dalam bahan. Dengan demikian semakin tinggi penambahan maltodekstrin menyebabkan bahan memiliki daya larut yang tinggi pula.

Data yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa daya serap uap air tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan suhu 115°C dengan penambahan *filler* 10% yaitu sebesar 23.90%. Sedangkan daya serap uap

air terendah terjadi pada suhu 110°C dengan penambahan *filler* 10% yaitu sebesar 10.10%.

Grafik daya serap uap air dengan suhu pengeringan dan penambahan *filler* yaitu maltodekstrin dapat di tunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik Daya Serap Uap Air

4.3 Karakteristik Kimia Produk

4.3.1 Kandungan Vitamin C

Vitamin C merupakan kandungan yang sangat peka terhadap suhu tinggi, namun sampai saat ini belum ada penelitian yang dapat mengemukakan dengan pasti suhu kritis dari vitamin C. Kandungan vitamin C pada buah apel sangat berbeda dengan kandungan vitamin C setelah pengeringan. Kandungan vitamin C pada buah apel adalah sebesar 9.65 mg/100g, pada literature kandungan vitamin C pada buah apel adalah sebesar 5.00gram. Sedangkan kandungan vitamin C pada produk dari hasil

penelitian pada proses pengeringan larutan sari buah apel menjadi bubuk sari buah apel menggunakan pengering semprot (*spray dryer*) pada suhu 105°C, 110°C dan 115°C dengan penambahan *filler* yaitu maltodekstrin sebanyak 8%, 10% dan 12% dapat dilihat pada Tabel 9.

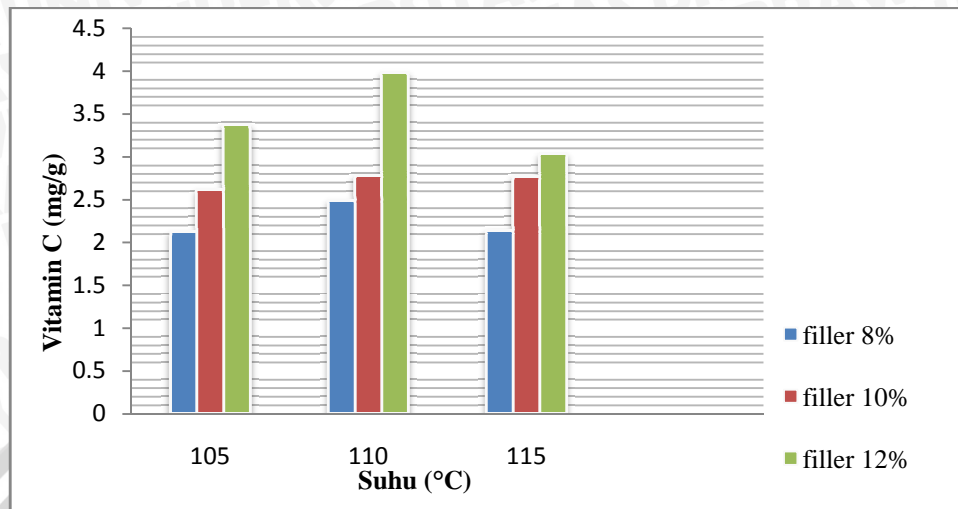
Tabel 9. Data kandungan vitamin C.

Suhu Pengeringan (°C)	Filler (%)	Kandungan Vitamin C (mg/g)
105	8	2.12
	10	2.61
	12	3.37
110	8	2.49
	10	2.78
	12	3.98
115	8	2.14
	10	2.77
	12	3.03

Tinggi rendahnya kandungan vitamin C pada masing-masing perlakuan dipengaruhi oleh penggunaan suhu dan penambahan maltodekstrin. Kerusakan vitamin C pada produk diduga rusak karena penggunaan suhu yang tinggi.

Kandungan vitamin C tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan suhu 110°C dan dengan penambahan maltodekstrin 12%, yaitu sebesar 3.98 mg/g. Sedangkan kandungan vitamin C terendah dihasilkan pada perlakuan dengan suhu 105°C dan dengan penambahan *filler* 8% yaitu sebesar 2.12 mg/g.

Grafik kandungan vitamin C dengan suhu pengeringan dan penambahan *filler* yaitu maltodekstrin dapat di tunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Kandungan Vitamin C Produk



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Karakteristik fisik produk untuk :

- a. *Kadar air*, faktor suhu dan penambahan *filler* pada proses pengeringan sari buah apel memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air bubuk apel. Semakin tinggi suhu, akan mempercepat proses pengeringan, sehingga penguapan yang terjadi juga semakin cepat dan menurunkan jumlah kadar air pada produk. Kadar air produk terkecil adalah pada suhu 115 °C, dengan penambahan *filler* 10 %, sebesar 3.37 %.
- b. *Rendemen*, penambahan maltodekstrin ternyata lebih berpengaruh pada produk yang dihasilkan dibandingkan dengan penggunaan suhu. Sifat maltodekstrin yang meningkatkan jumlah padatan, menambah jumlah rendemen produk. Rendemen terbesar dihasilkan pada suhu 115 °C dengan penambahan *filler* 12 %, sebesar 3.35 %.
- c. *Debit aliran*, semakin tinggi suhu, maka debit aliran pada proses pengeringan semakin cepat. Namun, harus disesuaikan juga dengan bukaan *nozzle*. Debit aliran terbesar adalah pada suhu 110°C dengan penambahan *filler* 10 %, sebesar 31.34×10^{-3} liter/menit.
- d. *Warna*, sangat berhubungan dengan penambahan *filler*. Dengan penambahan *filler* yang semakin lama semakin meningkat, maka

warna produk yang dihasilkan juga semakin terang. Warna terbaik dihasilkan pada suhu 115 °C dengan penambahan *filler* sebesar 12 %.

e. *Kelarutan*, tingginya tingkat kelarutan maltodekstrin mengakibatkan produk yang dihasilkan juga semakin cepat larut. Kelarutan terbaik adalah pada suhu 115 °C.

f. *Daya serap uap air*, peningkatan suhu mengakibatkan turunnya kadar air produk. Rendahnya kadar air produk mempercepat daya serap uap air pada produk. Daya serap uap air tercepat pada suhu 115 °C dengan penambahan *filler* 10 %, sebesar 23.90 %.

2. Karakteristik kimia untuk : *vitamin C*, terjadi penurunan dari 9.65 gram/100g menjadi 3.98 mg/gram, karena adanya peningkatan suhu pada proses pengeringan. Kandungan tertinggi yaitu pada suhu 110 °C dengan penambahan *filler* 12 %, sebesar 3.98 mg/gram.

5.2 Saran

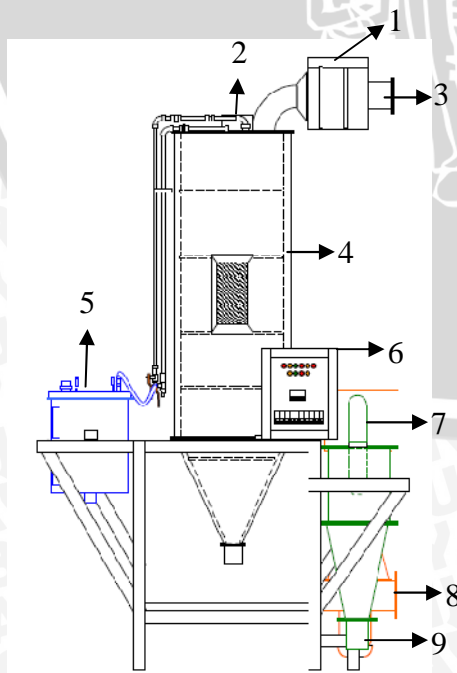
Berdasarkan penelitian, produk yang dihasilkan baru layak dikonsumsi jika ada perlakuan lebih lanjut setelah penelitian ini. Misalnya, penambahan gula, dan sebagainya. Untuk perlakuan suhu dan penambahan maltodekstrin masih dapat divariasikan dengan konsentrasi yang lebih tinggi sesuai dengan bahan yang akan dikeringkan. Untuk alat *spray dryer*, sejauh ini masih kurang efisien, sehingga masih perlu adanya perbaikan di beberapa bagian.

Lampiran 1. Rancangan Alat

1. Rancangan Fungsional Alat

- Nozzle berfungsi untuk memecah cairan menjadi butiran atau partikel yang dibantu oleh tekanan dari kompresor;
- Tempat bahan untuk meletakkan bahan yang diproses
- Ruang vakum (tempat bahan) untuk mengkondisikan bahan yang akan diproses sesuai dengan suhu dan tekanan yang dikehendaki;
- Siklon berfungsi untuk memindahkan partikel udara atau gas;
- Saringan udara pada saluran udara keluar (outlet out filler) untuk mengisap udara yang berlebih pada siklon;
- Kompresor untuk menghasilkan tekanan dalam proses pengeringan;
- Control panel untuk mengatur proses pengeringan.

2. Gambar alat



Keterangan Gambar :

1. Heater
2. Nozzle
3. Saringan Udara
4. Ruang Pengering
5. Tempat Bahan (vakum)
6. Kontrol Panel
7. Siklon
8. Blower
9. Tempat Hasil (*output*)

Lampiran 2. Prosedur Analisa

1. Pengukuran kadar air
2. Pengukuran rendemen
3. Pengujian karakteristik produk

a. Warna

- Pengujian dengan colorimeter/color reader;
- Siapkan sampel;
- Hidupkan colorimeter;
- Tentukan target pembacaan $L^*a^*b^*$ color space / $L^*c^*h^*$;
- Ukur warnanya

Keterangan : L untuk parameter kecerahan

a dan b koordinat kromatisitas

c untuk kroma

H untuk sudut hue (warna)

b. Kelarutan

- Sampel ditimbang sebesar 10 gram;
- Kertas saring dioven (suhu 105°C) selama 3 menit dinginkan dalam desikator dan timbang;
- Masukkan sampel dalam air 200ml (suhu 95°C), aduk (18 kali);
- Saring dengan kertas saring yang sudah diketahui beratnya;
- Kertas saring diambil lalu dioven (suhu 105°C) selama 3 jam;
- Dinginkan dalam destikator, lalu timbang;
- Rumus kelarutan :

$$\text{Kelarutan} = \frac{[(S \times T_p) - (K_2 - K_1)]}{(S \times T_p)} \times 100\%$$

Keterangan : S = berat sampel (g)

T_p = total padatan terlarut

K₁ = berat kertas saring (g) sebelum penyaringan

K₂ = berat kertas saring (g) setelah penyaringan

c. Daya serap uap air

- Stoples kaca diisi air (± setengahnya), disiapkan;
- Sampel 1.5 gram disiapkan, dimasukkan kertas saring dan diikat dengan benang;
- Sampel yang sudah diikat, digantung dalam stoples kaca yang telah disiapkan tadi. Tidak boleh terkena air. Setelah itu tutup toplesnya;
- Diamkan selama 4 jam, setelah itu timbang;
- Rumus daya serap air adalah sebagai berikut :

$$\text{Daya serap uap air} = \frac{\text{Berat akhir} - \text{berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

d. Uji vitamin C

- Rumus :

$$\text{Vitamin C} = \frac{\text{ml iod} \times N \text{ iod} \times P 88}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

Lampiran 3. Tabel Data Selama Penelitian

a. Data sebelum pengeringan

Suhu (°C)	Filler (%)	Massa Awal Bahan (mb) (gram)	KA Awal bahan (Kb ₁) (gram)	Volume Bahan (V) (m ³)	Suhu Awal Bahan (Ts ₁) (°C)
105	8	1886	4.92	0.002	68
	10	1886	4.17	0.002	70
	12	1953	4.32	0.002	72
110	8	1886	5.50	0.002	65
	10	1953	5.44	0.002	67
	12	1953	5.60	0.002	70
115	8	1886	6.28	0.002	72
	10	1886	5.57	0.002	68
	12	1953	5.96	0.002	67

b. Data selama proses pengolahan (pengeringan)

Suhu (°C)	Filler (%)	Suhu Awal Pengeringan (Ta ₁) (°C)	Tekanan Kompresor (psi)	Tekanan Vakum (psi)	Waktu Proses Pengeringan (t) (sekon)	Suhu Akhir Pengeringan (Ta ₂) (°C)
105	8	105	40	25	7821	112
	10	105	40	25	7340	119
	12	105	40	25	4386	123
110	8	110	40	25	4997	119

	10	110	40	25	3829	125
	12	110	40	25	9476	139
	8	115	40	25	5111	121
115	10	115	40	25	6564	136
	12	115	40	25	7249	142

c. Data setelah pengolahan (pengeringan)

Suhu (°C)	Filler (%)	Massa Produk Kering (mp) (gram)	KA Produk Kering (Ka ₂) (gram)	Pengujian Karakteristik		
				Kelarutan (%)	Daya Serap Uap air (%)	Kandungan Vit.C (mg/g)
105	8	39.93	0.22	99.78	23.2	2.12
	10	43.54	0.21	99.78	23.8	2.61
	12	30.66	0.24	99.85	17.6	3.37
110	8	19.78	0.21	99.81	12.8	2.49
	10	19.81	0.22	99.81	10.1	2.78
	12	56.03	0.16	99.84	17.7	3.98
115	8	11.15	0.26	99.87	17.4	2.14
	10	38.56	0.14	99.82	23.9	2.77
	12	65.33	0.19	99.81	14.1	3.03

Lampiran 4. Kadar Air Bahan (Ka)

Suhu pengeringan = 105°C

Waktu pengeringan = 24 jam

Suhu Pengeringan (°C)	Filler 8%			Filler 10%			Filler 12%		
	m ₁	m ₂	Ka	m ₁	m ₂	Ka	m ₁	m ₂	Ka
105°C	4.54	4.32	4.85	4.10	3.89	5.12	4.11	3.85	6.33
110°C	4.32	4.11	4.86	3.76	3.54	5.85	4.16	4.02	3.37
115°C	4.36	4.13	5.28	4.10	3.94	4.15	3.86	3.67	4.92

Contoh perhitungan kadar air untuk perlakuan dengan suhu 105°C dengan penambahan *filler* sebesar 8% (T1F1) adalah sebagai berikut :

Diketahui :

- Massa awal = 4.54 gram
- Massa akhir = 4.32 gram

Ditanya : KA ?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{KA} &= \frac{\text{massa awal(g)} - \text{massa akhir (g)}}{\text{massa awal (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{4.54 - 4.32}{4.32} \times 100\% \\ &= \frac{0.05}{4.32} \times 100\% \\ &= 4.85\% \end{aligned}$$

Lampiran 5. Debit Aliran (Q)

Suhu pengeringan (°C)	Filler (%)	Volume (V) (liter)	Waktu Pengeringan (t) (s)	Debit Aliran (Q) (liter/menit)
105	8	2	7821	0.02
	10	2	7340	0.02
	12	2	4386	0.02
110	8	2	4997	0.02
	10	2	3829	0.03
	12	2	9476	0.01
115	8	2	5111	0.02
	10	2	6564	0.02
	12	2	7249	0.02

Contoh perhitungan debit aliran untuk perlakuan dengan suhu 105°C dengan penambahan filler sebesar 8% (T1F1) adalah sebagai berikut :

Diketahui :

- Volume bahan (V) = 2 liter
- Waktu (t) = 7821 sekon

Ditanya : Debit aliran (Q) ?

Jawab :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V}{t} \\ &= \frac{2}{7821} \\ &= \mathbf{0.02 \text{ liter/menit}} \end{aligned}$$

Lampiran 6. Warna

Suhu Pengeringan (⁰ C)	Filler (%)	Indeks Warna		
		R	G	B
105	8	751	306	200
	10	1023	593	466
	12	1023	598	505
110	8	1004	404	294
	10	1023	585	460
	12	1023	673	558
115	8	1023	507	359
	10	1023	593	466
	12	1023	668	566

Contoh pengkalibrasian warna untuk perlakuan dengan suhu 105°C

dengan penambahan filler sebesar 8% (T1F1) adalah sebagai berikut :

Diketahui :

- Batas atas paint (computer) : 255
- Batas atas alat : 1023
- Batas bawah alat : 0

Jawab :

$$\text{Red (R)} = \frac{\text{Batas atas alat}}{\text{Batas atas pada komputer}} = \frac{\text{Nilai RGB}}{x}$$

$$= \frac{1023}{255} = \frac{751}{x}$$

$$= 1023x = 751 \times 255$$

$$x = \frac{191505}{1023}$$

$$R = x = \mathbf{187.19}$$

$$\text{Green (G)} = \frac{\text{Batas atas alat}}{\text{Batas atas pada komputer}} = \frac{\text{Nilai RGB}}{x}$$

$$= \frac{1023}{255} = \frac{306}{x}$$

$$= 1023x = 306 \times 255$$

$$x = \frac{78030}{1023}$$

$$G = x = 76.27$$

$$\text{Blue (B)} = \frac{\text{Batas atas alat}}{\text{Batas atas pada komputer}} = \frac{\text{Nilai RGB}}{x}$$

$$= \frac{1023}{255} = \frac{200}{x}$$

$$= 1023x = 200 \times 255$$

$$x = \frac{51000}{1023}$$

$$B = x = 49.85$$

Suhu Pengeringan (°C)	Filler (%)	Indeks Warna		
		R	G	B
105	8	187.19	76.27	49.85
	10	255	147.81	116.15
	12	255	149.06	125.87
110	8	250.26	100.70	73.28
	10	255	145.85	117.30
	12	255	167.75	139.09
115	8	255	126.37	89.48
	10	255	147.81	116.15
	12	255	166.51	141.08

Lampiran 7. Rendemen

Suhu (°C)	Filler 8%			Filler 10%			Filler 12%		
	m ₁	m ₂	Rend	m ₁	m ₂	Rend	m ₁	m ₂	Rend
105	1886	39.93	2.12	1886	19.87	1.05	1886	11.15	0.59
110	1886	43.54	2.31	1953	19.81	1.01	1886	38.56	2.05
115	1953	30.66	1.57	1953	56.03	2.87	1953	65.33	3.35

Contoh perhitungan rendemen untuk perlakuan dengan suhu 105°C dengan penambahan *filler* sebesar 8% (T1F1) adalah sebagai berikut :

Diketahui :

- Massa bahan kering (g) = 39.93 gram
- Massa awal bahan (g) = 1886 gram

Ditanya : Rendemen?

Jawab :

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{massa bahan kering (g)}}{\text{massa awal bahan (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{39.93}{1886} \times 100\% \\ &= 0.02 \times 100\% \\ &= \mathbf{2.12\%}\end{aligned}$$

Lampiran 8. Kelarutan

Suhu (°C)	Filler (%)	Sampel (g)	K ₁ (g)	K ₂ (g)	Ka produk (%)	Total Padatan	Kelarutan (%)
105	8	39.93	1.03	2.04	4.85	95.15	99.97
	10	43.54	0.99	1.99	4.86	95.13	99.98
	12	30.66	1.03	1.70	5.28	94.72	99.97
110	8	19.78	1.04	1.93	5,12	94.88	99.95
	10	19.81	1.06	1.79	5.85	94.15	99.96
	12	56.03	1.04	1.66	4.15	95.85	99.98
115	8	11.15	1.03	1.83	6.33	93.67	99.92
	10	38.56	0.97	1.92	3.37	96.64	99.97
	12	65.33	1.08	1.98	4.92	95.08	99.98

Contoh perhitungan kelarutan produk untuk perlakuan dengan suhu 105°C dengan penambahan *filler* sebesar 8% (T1F1) adalah sebagai berikut :

Diketahui :

- Berat sampel (S) = 39.93 gram
- Total padatan (Tp) = 100% - kadar air produk
= 100% - 4.85%
= **95.15 %**
- Berat kertas saring (g) sebelum penyaringan (K₁) = 1.03
- Berat kertas saring (g) setelah penyaringan (K₂) = 2.04

Ditanya : Kelarutan produk ?

Jawab :

$$\begin{aligned}
 \text{Kelarutan} &= \frac{[(S \times Tp) - (K_2 - K_1)]}{(S \times Tp)} \times 100\% \\
 &= \frac{[(39.93 \times 95.15\%) - (2.04 - 1.03)]}{(39.93 \times 95.15\%)} \times 100\% \\
 &= \mathbf{99.97 \%}
 \end{aligned}$$

Lampiran 9. Daya Serap Uap air

Suhu Pengeringan (°C)	Filler (%)	massa awal (m ₁) (g)	massa akhir (m ₂) (g)	Daya Serap Uap Air (%)
105	8	1.5	1.85	23.2
	10	1.5	1.86	23.8
	12	1.5	1.76	17.6
110	8	1.5	1.69	12.6
	10	1.5	1.65	10.1
	12	1.5	1.77	17.7
115	8	1.5	1.76	17.4
	10	1.5	1.86	23.9
	12	1.5	1.71	14.1

Contoh perhitungan daya serap uap air pada produk untuk perlakuan dengan suhu 105°C dengan penambahan *filler* sebesar 8% (T1F1) adalah sebagai berikut :

Diketahui ;

- Berat awal = 1.5 gram
- Berat akhir = 1.85 gram

Ditanya : Daya serap uap air produk?

Jawab :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya serap uap air} &= \frac{\text{berat akhir} - \text{berat awal}}{\text{berat awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{1.85 - 1.5}{1.5} \times 100\% \\
 &= 0.23 \times 100\% \\
 &= \mathbf{23.3\%}
 \end{aligned}$$

Lampiran 10. Dokumentasi



Gambar 18. Buah Apel Setelah Dikupas dan Dipotong-potong



Gambar 19. Buah Apel Setelah Direbus



Gambar 20. Buah Apel Setelah Diblender



Gambar 21. Ampas



Gambar 22. Bubuk Apel Setelah Dikeringkan



Gambar 23. Pengovenan



Gambar 24. Pendinginan Bubuk Apel Dengan Desikator



Gambar 25. Bubuk Apel Setelah Pengovenan

Special Thanks for. . .

- ♥ **My beloved Lord, Jesus Christ** for all He has done!!! Tiap hari Kau selalu membuatku terkagum-kagum dengan semua perbuatanMu. Aq tidak akan bisa sekuat ini tanpa kekuatanMu. Ajar aq untuk selalu mengerti kehendakMu dalam kehidupanku.
- ♥ **Papa** dan **Mama** buat dukungan dan semangat yang luar biasa memotivasi, huft... Samapi tak bs berkata-kata. Buat **om, tante**, dan **semua keluargaku**, makasih ya... ☺
- ♥ **A thousand words never explain what u means to me Findatia!** Makasi udah jadi crayon dalam kanvas kehidupanku. Mengenalmu, hidupku jadi berwarna =] Hidup cuma sekali, selalu berikan yang terbaik tanpa mengharap sesuatu. E pray 4 His best plan for U!!! Jangan berfikir E jauh, karena sebenarnya E selalu ada dibelakang K untuk selalu mendorong dan menyemangati K saat K lelah. **E ai K ... (^_^,,)**
- ♥ Ada **Jenkol, Wot, Muse** dan **Kim**. Temen2 terbaik dari yang terbaik. Banyak bnget yang sudah kalian lakuin buatku, dari yang bener sampai yang g bener, hahaha senang bnget bisa jadi bagian dari kalian... ☺ I will miss every moment with you guys T_T
- ♥ **EFRATAers**, walau aq sudah tak serajin dulu main ke sekber, tapi sebenarnya aq pengen bnget kesana (alesan) hihihi... ;p Kalian bener2 udah jadi keluarga buat aq. Banyak pelajaran yang sdh aq dapatkan di EFRATA. Tetap semangat untuk pelayanannya, selalu berikan yg terbaik buat Tuhan Yesus... Jaga EFRATA dengan sepenuh hati!!! Hug hug mwaaaaaaah q^o^p
- ♥ Temen2 **TEP 2004** tetap semangat buat yang blm lulus dan teruslah berprestasi untuk yang sudah lulus ☺ Aq tak akan bisa melupakan perjuangan dan kebersamaan kita dari awal kuliah dulu sampai lulus kayak sekarang ☺ BRAVO TEP !!!
- ♥ Temen2 **TEP 2003, 2005, 2006** dan semuanya, terima kasih y udh terlibat dalam kasus ini... hehehe
- ♥ Buat **penghuni kosan TerCik Gapan** dari yg tua sampai yg muda dengan suka duka yg tak bisa kulupain, terima kasih buat setiap candaan dan tetesan air mata selama aq bersama kalian. Maaf kalau selama ini aq sering ngrepotin kalian, suka bikin ribut dgn nyanyian2 g jelas dr kamar mandi, hahahaha you all d best. ☺
- ♥ Buat **tim akademik** dan **TSSU** yang juga udh banyak ku repotin, hehehe makaci... makaci... ☺
- ♥ Dan akhirnya, semua pihak yang udh bantuin secara langsung maupun tidak langsung, yang blm ku sebutin disini, thanks buat semua pujian atau bahkan caci makiannya ☺

GOD BLESS & Luph y0u aLL