

**PENGERINGAN VAKUM TEMPE
DAN EVALUASI PRODUKNYA**

SKRIPSI

Oleh :

RAHAYU LESTARI

032880011

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

SERPONG

1998

PENGERINGAN VAKUM TEMPE DAN EVALUASI PRODUKNYA

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**

Pada

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

Oleh :

RAHAYU LESTARI

032880011

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

SERPONG

1998

PENGERINGAN VAKUM TEMPE DAN EVALUASI PRODUKNYA

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

RAHAYU LESTARI

032880011

Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal : 10 Oktober 1997

Skripsi tersebut telah diterima sebagai
salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

Serpong, Oktober 1997

Institut Teknologi Indonesia

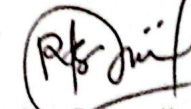
Fakultas Teknologi Pertanian

Jurusan Teknologi Industri Pertanian

Dosen Pembimbing I


(Ir. Siti Isnijah)

Dosen Pembimbing II


(Ir. Raskita Saragih, MS)

Dekan


Dr. Ir. M. Hasroel Thayib



LEMBAR HASIL PEMERIKSAAN SKRIPSI

Skripsi Mahasiswa Program Sarjana Lengkap (S-1)

Dengan Judul

**PENGERINGAN VAKUM TEMPE
DAN EVALUASI PRODUKNYA**

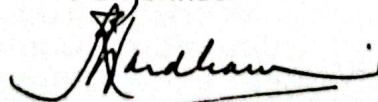
Nama : Rahayu Lestari
NRP/NIRM : 032880011/883206523450032
Jurusan : Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Teknologi Indonesia

Telah Diperiksa dan Memenuhi Persyaratan
Sesuai Dengan Ketentuan Yang Berlaku
di

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

Serpong, Agustus 1998

Pemeriksa



(Ir. M.M. Koeswardani, Msi)

RINGKASAN

Tempe adalah produk hasil fermentasi yang bernilai gizi tinggi. Dengan proses fermentasi kedelai yang diolah menjadi tempe, rasanya menjadi lebih enak dan lebih mudah dicerna tubuh dibandingkan kedelai yang dimakan tanpa mengalami fermentasi. Keuntungan lain adalah bau langunya hilang, serta cita rasa dan aroma kedelai bertambah sedap.

Tempe segar yang baru jadi dapat disimpan satu sampai dua hari pada suhu ruang tanpa banyak mengalami proses pembusukan. Hasil olahan tempe berupa tepung tempe, dapat menjadi bahan campuran pembuatan kue, misalnya cookies, sehingga dapat disimpan untuk jangka waktu lama.

Tujuan dari penelitian adalah meningkatkan daya terima masyarakat terhadap penggunaan tepung tempe sebagai bahan tambahan dalam pembuatan makanan bergizi melalui pengkajian proses pengeringan tempe secara vakum yang akan menghasilkan tepung tempe dengan kualitas lebih baik.

Penelitian dilakukan dua tahap yaitu pengkajian proses pengeringan tempe secara vakum dan pembuatan cookies dengan unsur tempe. Proses pengeringan vakum dilakukan dengan variasi pengurangan tekanan (-15 inHg, -20 inHg, -25 inHg), suhu (60°C, 70°C, 80°C) dan waktu (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam). Pembuatan cookies dilakukan dengan variasi substitusi tepung tempe yaitu 20%, 15%, dan 0%.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan pengulangan dua kali. Analisis yang dilakukan pada tepung tempe dan cookies adalah kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar serat serta kadar karbohidrat. Uji organoleptik pada cookies meliputi, warna, rasa, aroma dan after taste.

Dari hasil penelitian diketahui adanya pengaruh waktu dan suhu terhadap proses pengeringan. Proses pengeringan dengan pengurangan tekanan dapat memperpendek waktu pengeringan. Pengeringan dalam waktu 3 jam sudah dapat menghasilkan tempe kering dengan warna produk lebih terang. Penggunaan tepung tempe hasil pengeringan vakum masih mempunyai keterbatasan, Penggunaan 20% sebagai substitusi tepung terigu dalam pembuatan cookies menghasilkan produk cookies dalam taraf kurang disukai, namun dari segi nutrisi terutama kandungan proteinnya meningkat sekitar 4%, Sedangkan kandungan lemaknya naik sekitar 10%.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tangerang, pada Tanggal 20 Januari 1970 dari bapak Oetomo dan Ibu Munarsih sebagai anak ketiga dari enam bersaudara.

Penulis menamatkan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Curug, pada tahun 1982, kemudian menamatkan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Curug, 1985, dan menamatkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Tangerang pada tahun 1988.

Sejak tahun 1988 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Institut Teknologi Indonesia, Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Teknologi Industri Pertanian.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan hidayat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Pengeringan Vakum Tempe dan Evaluasi Produknya .

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknologi Industri Pertanian dari Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Teknologi Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr.Ir. M. Hasroel Thayib, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Teknologi Indonesia.
2. Ir.Muhami, MS, selaku Ketua Jurusan Teknologi Industri Pertanian , Institut Teknologi Indonesia.
3. Ir.Siti Isnijah, sebagai Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia memberikan pengarahan dan bimbingan selama penelitian sampai tersusunnya skripsi ini.
4. Ir.Raskita Saragih, MS. Sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bantuan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
5. Orang tua tercinta serta seluruh keluarga yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan moril maupun material.

6. Neri, Ellen, Hardi, Budi, Ir Indri, Ir Nani, Alik, Now, Fauzi, Bayu dan rekan-rekan yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Akhirnya dengan hati terbuka penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan skripsi ini, semoga laporan ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Berpong, Agustus 1998

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	V
Riwayat Hidup	VI
KATA PENGANTAR	VII
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR LAMPIRAN	XIV
 I. PENGANTAR	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Kerangka Pemikiran	3
D. Maksud dan Tujuan Penelitian	4
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Botani Kacang Kedelai	5
B. Tempe	6
C. Pengeringan	9
D. Pengeringan Vakum	9
E. Cookies	10
F. Uji Organoleptik	11
 III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu	13
B. Bahan	13
C. Alat	13
D. Metode	14
D.1. Proses Pengeringan Tempe Secara Vakum	14
D.2. Pembuatan Cookies Dengan Unsur Tempe	16
E. Rancangan Percobaan	17
F. Analisis	18
F.1. Analisis Proses Pengeringan Tempe Secara Vacuum ...	18
F.1.1. Analisis Banyaknya Air Yang Teruapkan Untuk Setiap Perlakuan	18
F.1.2. Penentuan Warna Produk	18

F.2. Analisis Pembuatan Cookies Dengan Unsur Tepung Tempe	19
F.2.1. Uji Organoleptik Cookies	19
F.2.2. Analisis Kimia Cookies	19
F.2.2.1. kadar Air	19
F.2.2.2. Kadar Abu	20
F.2.2.3. Kadar Protein	20
F.2.2.4. Kadar Serat Kasar	22
F.2.2.5. Kadar Lemak	23
F.2.2.6. Kadar Karbohidrat	23

IV. HASIL DAN ANALISIS HASIL

A. Pengkajian Proses Pengeringan Secara Vakum	24
A.1. Pengaruh Waktu Dan Suhu Pengeringan Terhadap Banyaknya Air Yang Teruapkan Pada Operasi Dengan Pengurangan Tekanan 15 inHg	24
A.1.1. Pengaruh Waktu Pengeringan	24
A.1.2. Pengaruh Suhu Pengeringan	25
A.1.3. Interaksi Antara Waktu dan Suhu Pengeringan	26
A.2. Pengaruh waktu dan Suhu Pengeringan Terhadap Banyaknya Air Yang Teruapkan Pada Operasi Dengan Pengurangan Tekanan 20 inHg	28
A.2.1. Pengaruh waktu Pengeringan	28
A.2.2. Pengaruh Suhu Pengeringan	29
A.2.3. Interaksi Antara Waktu dan Suhu Pengeringan	29
A.3. Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Terhadap Banyaknya Air Yang Teruapkan Pada Operasi Dengan Pengurangan Tekanan 25 inHg	31
A.3.1. Pengaruh Waktu Pengeringan	31
A.3.2. Pengaruh Suhu Pengeringan	32
A.3.3. Interaksi Antara waktu dan Suhu Pengeringan	32
B. Pembuatan Cookies Dengan Unsur Tempe	34
B.1. Uji Organoleptik Cookies	34
B.2. Uji Proksimat Tepung Tempe	35
B.3. Uji Proksimat Cookies	37

V. PEMBAHASAN DAN PENDAPAT

A. Pengeringan Tempe Secara Vakum	38
---	----

B. Pembuatan Cookies dengan Unsur Tepung Tempe	41
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	43
Kesimpulan	43
Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Proses Pembuatan Tepung Tempe	15
2. Bagan Proses Pembuatan Cookies Dengan Unsur Tepung	16
3. Penampakan Fisik Cookies Dengan Berbagai Substitusi Tepung- Tepung Tempe (A) 20% tempe, (B) 15% tempe, (C) 0% tempe	36
4. Penampakan Fisik Tepung Tempe Proses Vakum	36
5. Grafik Waktu Dengan Persentase Air Teruapkan Pada Pengurangan Tekanan 15 inHg	40
6. Grafik Waktu Dengan Persentase Air Teruapkan Pada Pengurangan Tekanan 20 inHg	40
7. Grafik Waktu Dengan Persentase Air Teruapkan Pada Pengurangan Tekanan 25 inHg	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Kedelai dan Tempe	8
2. Syarat Mutu Cookies Sesuai SII No. 0177	12
3. Uji Duncan Hasil Analisa Waktu Pengeringan Vakum Terhadap Presentasi Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 15 inHg	24
4. Uji Duncan Hasil Analisa Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Presentasi Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 15 inHg	26
5. Uji Duncan Hasil Analisa Interaksi Antara Waktu dan Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Presentasi Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 15 inHg	27
6. Uji Duncan Hasil Analisa Waktu Pengeringan Vakum Terhadap Presentasi Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 20 inHg	28
7. Uji Duncan Hasil Analisa Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Presentasi Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 20 inHg	29
8. Uji Duncan Hasil Analisa Interaksi Antara Waktu dan Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Presentasi Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 20 inHg	30
9. Uji Duncan Hasil Analisa Waktu Pengeringan Vakum Terhadap Presentasi Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 25 inHg	31
10. Uji Duncan Hasil Analisa Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Presentasi Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 25 inHg	32
11. Uji Duncan Hasil Analisa Interaksi Antara Waktu dan Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Presentasi Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 25 inHg	33
12. Hasil Rata-rata Organoleptik Cookies Terhadap wama, Rasa, Aroma, dan "After taste"	35
13. Komposisi Proksimat Tepung Tempe	35
14. Komposisi Kimia Cookies	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 15 inHg pada suhu 60°C	48
2. Persentasi air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 15 inHg pada suhu 80°C	48
3. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 15 inHg pada suhu 80°C	49
4. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 20 inHg pada suhu 60°C	50
5. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 20 inHg pada suhu 70°C	50
6. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangn tekanan 20 inHg pada suhu 80°C	51
7. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangn tekanan 25 inHg pada suhu 60°C	52
8. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangn tekanan 25 inHg pada suhu 70°C	52
9. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangn tekanan 25 inHg pada suhu 80°C	53
10.a. Rekapitulasi data pengaruh waktu dan suhu pengeringan vakum tempe pada tekanan 15 inHg	54
10.b. Daftar hasil sidik ragam pengeringan vakum tempe pada tekanan 15 inHg	54
11.a. Rekapitulasi data pengaruh waktu dan suhu pengeringan vakum tempe pada tekanan 20 inHg	55
11.b. Daftar hasil sidik ragam pengeringan vakum tempe pada tekanan 20 inHg	55

12.a. Rekapitulasi data pengaruh waktu dan suhu pengeringan vakum tempe pada tekanan 25 inHg	56
12.b. Daftar hasil sidik ragam pengeringan vakum tempe pada tekanan 25 inHg	56
13. Hasil rata-rata analisis sensori warna pada Cookies	57
14. Hasil rata-rata analisis sensori rasa pada Cookies	58
15. Hasil rata-rata analisis sensori aroma pada Cookies	59
16. Hasil rata-rata analisis sensori after taste pada Cookies	60

I. PENGANTAR

A. Latar Belakang

Pola konsumsi pangan masyarakat Indonesia umumnya berupa makanan pokok, lauk pauk, sayuran dan buah-buahan.

- Makanan pokok menduduki bagian terbesar dan menjadi sumber utama, khususnya berasal dari karbohidrat.
- Lauk pauk yang melezatkan, terdiri dari bahan makanan hewani dan nabati yang menjadi sumber protein dan lemak.
- Sayur yang berfungsi melancarkan pencernaan merupakan sumber vitamin dan mineral.
- Buah yang menyegarkan berfungsi sebagai makanan penutup, merupakan sumber vitamin dan mineral.

Dalam meningkatkan sumberdaya manusia diperlukan penyediaan pangan yang bermutu yaitu makanan yang mengandung zat-zat nutrisi yang seimbang, sehingga dengan demikian diharapkan dapat meningkatkan sumberdaya manusia baik kualitas maupun kuantitas.

Tempe adalah makanan yang unggul dari segi nutrisinya terutama protein. Sampai saat ini tempe masih dianggap sebagai bahan makanan kelas menengah ke bawah yang harganya relatif murah. Nilai nutrisi tempe cukup tinggi, yang tidak kalah dengan daging, maka peranan tempe tidak boleh dikesampingkan (Sarwono, 1985).

Tempe mempunyai prospek yang baik karena cukup disukai. Secara umum konsumen menghendaki penampakan yang menarik, cita rasa yang enak, tekstur yang menarik dan dapat disimpan dalam jangka waktu cukup lama. Selain itu tempe mengandung senyawa bioaktif yang dapat menurunkan kadar kolesterol dan berperan sebagai anti diare (Winarno, 1985)

Tepung tempe sebagai produk olahan tempe yang dibuat dengan cara mengeringkan tempe sebelum dilakukan penggilingan dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam biskuit untuk menaikkan nilai gizi dari biskuit tersebut.

Tepung tempe memiliki warna kecoklatan dan akan mempengaruhi warna biskuit yang dihasilkan. Proses pengeringan dengan cara vakum akan memperpendek waktu pengeringan dan suhu pengeringan dapat lebih rendah. Pengeringan dengan vakum dalam arti kata proses pengeringan dilakukan dengan mengurangi tekanan operasi, diharapkan dapat memperbaiki warna tepung tempe yang dihasilkan.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji pengaruh waktu dan suhu operasi proses pengeringan secara vakum terhadap kecepatan pengeringan tempe dan evaluasi produk tepung tempe dengan cara memanfaatkan tepung tempe sebagai bahan tambahan dalam pembuatan roti.

B. Identifikasi Masalah

Tempe merupakan makanan dengan kandungan protein tinggi tetapi mempunyai kandungan air yang tinggi pula sehingga mempunyai daya simpan yang pendek. Tepung tempe merupakan produk berasal dari tempe yang dapat tahan lama dan dapat digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan kandungan protein dalam pembuatan biskuit. Tepung tempe yang dibuat dengan mengeringkan tempe pada tekanan atmosfer berlangsung lama dan menghasilkan produk dengan warna kecoklatan. Pengurangan warna akan memperbaiki penampilan produk dan dapat diperoleh dengan mempercepat waktu pengeringan atau menurunkan suhu pengeringan.

C. Kerangka Pemikiran

Proses pewarnaan yang timbul akibat pemanasan dapat disebabkan karena panas yang tinggi dan berlangsung dalam periode lama. Pemanasan yang dilakukan pada suhu lebih rendah dan dalam waktu yang singkat akan mengurangi warna. Dengan tekanan yang dikurangi, maka air akan menguap pada suhu lebih rendah dan akan berjalan lebih cepat. Demikian pula air yang terkandung dalam tempe akan diuapkan lebih cepat atau lebih rendah suhunya apabila tekanannya lebih rendah.

Warna yang akan dihasilkan oleh produk biskuit juga akan lebih baik apabila dipergunakan tepung tempe yang warnanya lebih terang. Pengurangan tekanan diharapkan pula untuk mengurangi bau tempe pada biskuit.

D. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian adalah untuk mengkaji proses pengeringan tempe secara vakum untuk menghasilkan tepung tempe dengan kualitas lebih baik

Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan daya terima masyarakat terhadap penggunaan tepung tempe sebagai bahan tambahan dalam pembuatan makanan dengan unsur tempe sehingga akan meningkatkan diversifikasi produk tempe.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Botani Kacang Kedelai

Biji tanaman kedelai (*Glycine max*) dapat diolah (difermentasi) menjadi tempe, dan kini telah dibudidayakan sampai diseluruh dunia. Kedelai yang telah dibudidayakan tersebut diperkirakan berasal dari jenis tanaman liar *Glycine soya* yang banyak terdapat di Cina, Jepang, Korea dan Rusia.

Tanaman kedelai termasuk jenis tanaman bersemak dan tingginya kira-kira 50 - 90 cm, mampu menyesuaikan terhadap kondisi cuaca di negara lain. Tanaman kedelai pada umumnya memerlukan curah hujan yang cukup dan banyak membutuhkan sinar matahari yang cukup.

Buah kedelai berbentuk polong dengan jumlah biji 1-4 butir per polong. Kulit polong berbulu, warna polong kuning kecokelatan atau abu-abu. Dalam proses pemasakan, warna polong berubah menjadi kehitaman, keputihan atau kecoklatan. Polong yang sudah kering mudah pecah dan melenyapkan bijinya.

Kedelai merupakan sumber protein yang sangat baik dan sudah sejak lama dipergunakan oleh orang cina untuk bahan makanan seperti kecap dan tofu. Untuk negara barat seperti Inggris, kedelai baru dikembangkan untuk makanan pada tahun 1920 untuk pembuatan roti. Sekitar tahun 1960 baru dikembangkan untuk industri makanan lain. Saat ini dengan nilai nutrisinya yang baik terutama kandungan proteinnya maka protein kedelai mempunyai potensi yang besar untuk menggantikan protein hewani. Tidak diragukan lagi pengembangan olahan

dengan bahan baku kedelai merupakan usaha penyediaan sumber protein yang secara kualitas maupun kuantitas cukup baik dan dari segi ekonomi murah harganya dibandingkan dengan protein berasal dari hewani. Hal yang tidak kalah pentingnya adalah kelemahan yang ada pada kedelai yaitu adanya bau kedelai yang sebagian besar konsumen kurang menyukai. Dengan bau kedelai yang tajam membatasi pemakaian unsur kedelai dalam makanan. Bau yang terdapat dalam kedelai tersebut berasal dari senyawa volatil yang dihasilkan melalui proses enzimatik dari komponen non-volatil seperti protein, peptida, karbohidrat dan vitamin. Di Indonesia konsumsi kedelai untuk makanan dalam jumlah besar antara lain untuk pembuatan tempe, tahu dan kecap. Kebutuhan kedelai diprediksi akan terus meningkat karena konsumsi kedelai sejak pelita I hingga saat ini terus meningkat, dari 3,43 kg menjadi 13,41 kg per kapita.

B. Tempe

Tempe merupakan salah satu bahan makanan tradisional Indonesia yang berasal dari kedelai. Proses pembuatan tempe dilakukan melalui proses fermentasi dengan menumbuhkan kapang *Rhizopus* pada kedelai yang sudah dimasak dan dikuliti. Dengan bahan dasar kedelai, maka tempe merupakan bahan makanan yang mempunyai nilai gizi tinggi dan dari hasil penelitian para peneliti baik peneliti di Indonesia maupun dari manca negara terbukti bahwa tempe selain mempunyai nilai gizi yang unggul yaitu mengandung protein yang

mutunya setara dengan daging, tempe juga mengandung beberapa senyawa bioaktif yang sangat bermanfaat untuk kesehatan.

Menurut Heseltine dkk (1969), pembuatan tempe dari kedelai bervariasi, akan tetapi secara umum melalui tahap-tahap pencucian, perebusan, pengupasan, penirisan, inokulasi dengan kapang dan inkubasi selama dua hari. Kapang yang digunakan dalam proses fermentasi ini, menurut Shurtleff dan Aoyagi (1979) adalah genus *Rhizopus*, yaitu *R. Stolonifer*, *R. Oligosporus* dan *R. Arhizus*.

Ko (1965) menganalisis 81 contoh tempe dari berbagai tempat di pulau Jawa dan Sumatera. Ternyata *R. Oligosporus* selalu terdapat pada tempe yang bermutu baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa *R. Oligosporus* merupakan kapang utama dalam pembuatan tempe.

Menurut Hermans 1972, kedelai dapat menghilangkan zat-zat anti gizinya pada waktu proses pemasakan. Sedangkan Wang et.al (1968) untuk pertama kalinya mengemukakan bahwa beberapa jenis bakteri gram positif terhambat pertumbuhannya oleh tempe. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Karyadi dan Hermans, (1995) yang mengungkapkan bahwa proses fermentasi kedelai menjadi tempe menghasilkan protein dalam kedelai menjadi lebih mudah dicerna dan mudah diserap tubuh disamping tempe juga mengandung zat bio aktif yang bersifat anti - infeksi.

komposisi kimia kacang kedelai (100%) menunjukkan adanya zat gizi
 yang penting untuk kesehatan yaitu protein dan lemak yang menyebabkan daya pada
 produk ini. Komposisi kimia kacang kedelai dan tempe dapat dilihat pada tabel 1
 Tabel 1. Komposisi kimia kacang kedelai dan tempe

Komposisi	Kedelai (dalam 100 gram)	
	Kedelai	Tempe
Protein (%)	36,3	48,8
Lemak (%)	18,1	28,46
Karbohidrat (%)	28,8	30,2
Serat (%)	3,7	1,2
Air (%)	8,1	3,8
Kalsium (mg)	264	347
Fosfor (mg)	181	129
Besi (mg)	11	9
Kalsium (g)	12	18

Sumber: Balai Koperasi Bahan Makanan (BKBM)
 Direktorat JKS, Departemen Kesehatan, 1992

Zat gizi tempe umumnya dijual dalam keadaan segar. Karena daya tahan
 tempe singkat yaitu hanya tahan dua hari, maka produsen sulit meningkatkan
 produksinya karena daerah pemasarannya hanya sekitar lokasi produksinya.
 Dengan meningkatnya popularitas tempe sebagai makanan bergizi dan unggul
 untuk kesehatan, maka konsumsi tempe semakin meningkat. Untuk memperluas
 daerah pemasaran perlu adanya suatu perlakuan tempe, sehingga dapat lebih
 awet dan dapat dipasarkan di daerah yang lebih jauh.

Diversifikasi produk olahan tempe perlu dikembangkan untuk membantu
 meningkatkan kapasitas produksi produsen tempe. Salah satu olahan tempe

yang potensi untuk dikembangkan adalah pembuatan tepung tempe untuk keperluan olahan lebih lanjut tempe, seperti untuk pembuatan cookies. Menurut Sapuan, (1995) tepung tempe dapat pula digunakan sebagai sumber protein dalam makanan tambahan anak seperti bubur, bumbu masak tempe, minuman dan lain sebagainya.

C. Pengeringan

Pengeringan suatu bahan adalah proses penghilangan air pada suatu bahan. Pengeringan dilakukan untuk memperoleh bahan dengan kandungan air tertentu. Proses pengeringan dapat dilakukan secara alami atau secara buatan yang menggunakan pemanas buatan. Berbagai jenis pengering (dryer) dapat dipakai sesuai dengan kegunaannya. Sebagai contoh drum dryer dipergunakan untuk pengeringan atau penghilangan air pada suatu bubur dari bahan yang akan dikeringkan.

D. Pengeringan vakum

Pembuatan tepung tempe dilakukan dengan mengeringkan tempe yang dilanjutkan dengan penggilingan sampai diperoleh bubuk halus. Pengeringan tempe dengan menggunakan rak dibawah tekanan atmosfer menghasilkan tempe dengan warna kecoklatan. Penggunaan pengering vakum diharapkan akan mengurangi warna pada tepung.

Pengeringan vakum biasa dipakai untuk mengeringkan bahan yang peka terhadap panas seperti obat-obatan, makanan dan sebagainya (Zein Nasution dan Sri Setijahartini, 1978). Perpindahan panas berlangsung secara konveksi dan secara pancaran (radiasi). Air yang teruapkan dikondensasikan atau ditangkap dengan absorber. Pengeringan vakum dilakukan dengan kondisi tekanan yang dikurangi. Penggunaan pengering vakum disamping untuk bahan yang peka terhadap panas juga dipergunakan untuk produk yang ingin dipertahankan mutu gizi dan organoleptiknya. Dengan menggunakan vakum maka tekanan inert mendekati nol dan hambatan pada transfer massa dieliminasi.

E. Cookies

Cookies adalah kue kering manis dan mempunyai bentuk kecil-kecil. Pada prinsipnya, pembuatan *cookies* atau kue kering meliputi tahap persiapan bahan, pencampuran yang terdiri dari pembentukan krim dan pembentukan adonan, pencetakan dan pemanggangan (Ismariarsi, 1982).

Dalam pembuatan *cookies* diperlukan bahan-bahan yang dibagi dalam dua kelompok, yaitu bahan utama seperti; tepung terigu, susu dan telur serta bahan tambahan untuk pelembut dan rasa seperti; gula halus, shortening (mentega) garam dan baking powder.

Dalam proses pembuatan *cookies*; tepung terigu, telur dan baking powder merupakan komponen yang memegang peranan penting dan berpengaruh

terhadap sifat-sifat *cookies*, khususnya sifat fisik dan cita rasa, sedangkan waktu dan temperatur pengaruhnya cukup kecil (Matz, 1978).

Mentega, gula, telur, garam dan susu bubuk dibuat krim terlebih dahulu. Selanjutnya dilakukan pencampuran krim dengan tepung dan bahan lainnya hingga bahan menjadi satu adonan yang rata (homogen). Setelah adonan yang homogen terbentuk, maka dilakukan pencelakan.

Pencelakan *cookies* dapat bervariasi tergantung selera. Tahap akhir adalah pembakaran. Pembakaran dapat dilakukan dalam oven bersuhu antara 140 - 150^o C selama 15 - 20 menit. Oven tidak terlalu panas ketika kue dimasukkan, sebab bagian luar akan terlalu cepat matang sehingga menghambat pengembangan. Hal ini akan mengakibatkan permukaan *cookies* menjadi retak-retak (Peckham, 1969).

F. Uji Organoleptik

Uji organoleptik suatu makanan adalah penilaian dengan menggunakan alat indra penglihat, pencicip dan pembau. Dengan uji organoleptik ini dapat diketahui penerimaan suatu makanan (Sukarto, 1985).

Menurut Winarno (1988) penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat tergantung pada beberapa faktor antara lain cita rasa, warna, konsistensi, kerenyahan, dan lain-lain.

Daya terima terhadap makanan dapat diukur dari cita rasanya. Menurut Nasution (1970) faktor utama yang dinilai dari cita rasa adalah rupa meliputi aroma dan rasa dilengkapi dengan penampilan yaitu warna, bentuk dan ukuran.

Tabel 2. Syarat mutu cookies sesuai SII No. 0177

No.	Kriteria Uji	Persyaratan
1.	Keadaan :	
	a. Bau	normal
	b. Rasa	normal
	c. Warna	normal
	d. Tekstur	normal
2.	Air (%b/b)	maksimum 5
3.	Protein (%b/b)	maksimum 2
4.	Abu (%b/b)	maksimum 2
5.	Bahan tambahan makanan :	
	a. Pewarna	yang diizinkan
	b. pemanis buatan	tidak boleh ada
6.	Cemaran logam :	
	a. Tembaga (mg/kg)	maksimum 10
	b. Timbal (mg/kg)	maksimum 1,0
	c. Seng (mg/kg)	maksimum 40,0
	d. Merkuri (mg/kg)	maksimum 0,05
7.	Cemaran mikroba :	
	a. Angka komponen total (koloni/g)	maksimum 1×10^6
	b. <u>Coliform</u> (koloni/g)	maksimum 20
	c. <u>E. coli</u> (koloni/g)	kurang dari 3
	d. Kapang (koloni/gram)	maksimum 10

Sumber : Departemen Perindustrian, 1990

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Kimia Terapan (P3KT) di PUSPIPTEK Serpong, selama enam bulan yaitu mulai bulan Oktober 1995 sampai dengan bulan Maret 1996.

B. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tempe. Tempe untuk proses pengeringan vakum diperoleh dari Simpang Tiga Muncul Serpong.

Bahan baku untuk pembuatan *cookies* adalah tepung tempe, tepung terigu, susu, mentega, garam, telur, gula dan baking powder yang diperoleh dari toko Simpang Tiga Muncul Serpong.

Bahan kimia untuk analisis lemak, analisis protein, analisis serat kasar diperoleh dari laboratorium P3KT dengan kualitas untuk keperluan analisis.

C. Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan tepung tempe adalah pengering vakum, loyang dan blender. Sedangkan alat untuk pembuatan *cookies* adalah mixer, loyang, cetakan dan oven.

Peralatan untuk analisis proksimat adalah tanur, oven, cawan porselin, erlenmeyer, alat soxhlet, alat mikro Kjeldahl, gelas piala, dan lain-lain.

D. Metode

Penelitian terdiri dari dua kegiatan yaitu :

1. Pengkajian proses pengeringan tempe secara vakum dengan menggunakan variasi suhu, waktu dan tekanan.
2. Pembuatan cookies untuk evaluasi produk tepung tempe

D.1. Proses Pengeringan Tempe Secara Vakum

Proses pelaksanaan pengeringan tempe secara vakum adalah sebagai berikut :

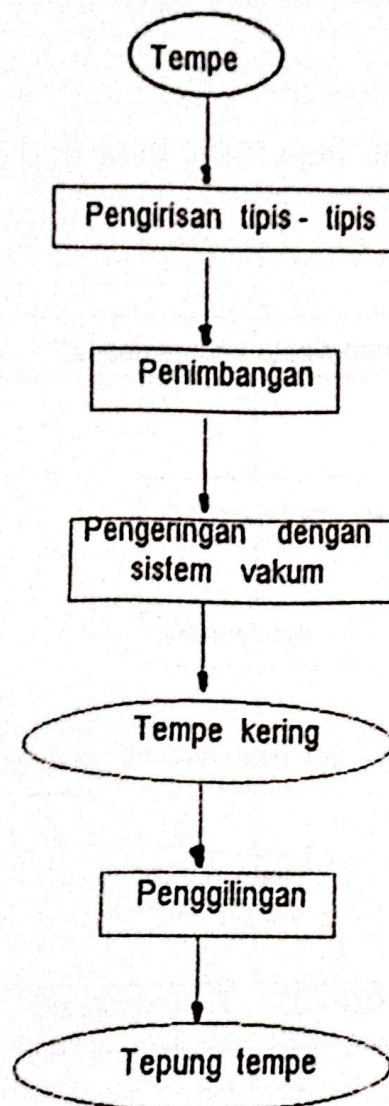
Tempe diiris tipis-tipis dan ditimbang. Kemudian disusun pada loyang berlubang dan dimasukkan kedalam alat pengering vakum dengan perlakuan suhu, waktu dan tekanan yang bervariasi.

Suhu pengeringan diatur dengan menggunakan skala pengatur dan dalam penelitian ini dipergunakan tiga jenis suhu secara rata-rata yaitu 60°C , 70°C dan 80°C . Sedangkan waktu pengeringan divariasikan yaitu 1,2,3,4 dan 5 jam. Dengan menggunakan pompa vakum, tekanan dalam ruang pengering dapat diatur dengan menggunakan katup udara yang ada pada pengering. Pengurangan tekanan yang dilakukan adalah sebesar 15 inHg, 20 inHg dan 25 inHg. Dengan demikian kondisi pengeringan yang dilakukan sebagai berikut :

1. Pengurangan tekanan 15 inHg pada suhu 60°C , 70°C , 80°C dengan waktu masing-masing 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam.

2. Pengurangan tekanan 20 inHg pada suhu 60°C , 70°C , 80°C dengan waktu masing-masing 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam.
3. Pengurangan tekanan 25 inHg pada suhu 60°C , 70°C , 80°C dengan waktu masing-masing 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam.

Bagan proses pembuatan tepung tempe dari tempe yang dikeringkan secara vakum dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :

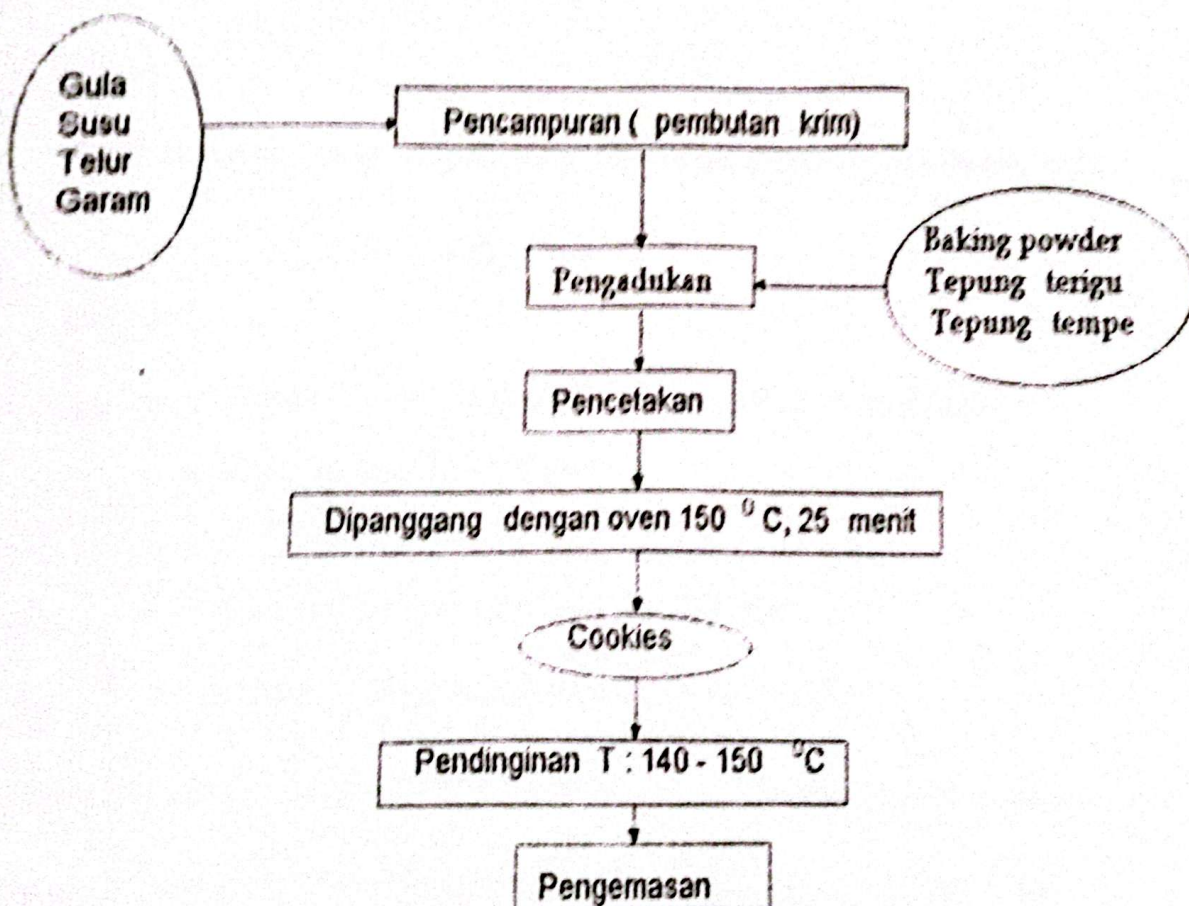


Gambar 1 : Bagan proses Pembuatan Tepung Tempe

D.2. Pembuatan Cookies Dengan Unsur Tepung Tempe

Pembuatan cookies dilakukan dengan cara sebagai berikut : gula, susu, telur dan garam dicampur dan dikocok sampai terbentuk krim, kemudian diaduk dengan baking powder, tepung terigu dan tepung tempe. Pemanggangan dilakukan dengan suhu $140 - 150^{\circ}\text{C}$ selama kurang lebih 25 menit. Cookies didinginkan dahulu, kemudian dilakukan pengemasan. Penggunaan tepung tempe untuk substitusi tepung terigu divariasikan yaitu sebesar 20% (T20), 15% (T15) dan 0% (T0).

Tahapan pembuatan cookies dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2 : Bagan Proses Pembuatan Cookies Dari Tepung Tempe

E. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam kegiatan pengkajian proses pengeringan tempe secara vakum penelitian pendahuluan ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial, dengan melakukan 2 kali ulangan pada setiap analisis untuk setiap perlakuan.

Faktor pertama (A) adalah waktu operasi terdiri atas lima taraf, yaitu :

- (a1) 1 jam (a3) 3 jam (a5) 5 jam
(a2) 2 jam (a4) 4 jam

Faktor ke dua (B) adalah suhu pengeringan vakum terdiri atas 3 taraf, yaitu :

- (b1) 60 °C (b3) 80 °C
(b2) 70 °C

Model rancangan acak lengkap yang digunakan adalah (Yitnosumarto, 1991)

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + A_iB_j + E_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada perlakuan yang ke-i (1,2,3,4,5 jam),
ulangan ke-j (60 °C, 70 °C, 80 °C)

U = Nilai tengah umum

A_i = Pengaruh perlakuan taraf ke-i (1,2,3,4,5 jam)

B_j = Pengaruh perlakuan taraf ke-j (60 °C, 70 °C, 80 °C)

$(AB)_{ij}$ = Pengaruh interaksi pada taraf ke-i faktor A dengan taraf ke-j faktor B

E_{ijk} = Pengaruh acak perlakuan A ke-i, B ke-j dengan Ulangan ke-k

F. Analisis

F.1. Analisis Proses Pengeringan Tempe Secara Vakum

F.1.1. Analisis Banyaknya Air Yang Teruapkan Untuk Setiap Perlakuan

Sebelum dikeringkan tempe ditimbang untuk menentukan berat awal dari tempe.

Kemudian dilakukan pengeringan sesuai perlakuan yang sudah ditentukan.

Setelah akhir proses untuk setiap perlakuan tempe diambil dari ruang pengering dan dimasukkan kedalam eksikator. Setelah dingin kemudian tempe ditimbang.

Untuk menentukan berat air teruapkan pada suatu kondisi operasi tertentu dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$W_A (\%) = \frac{W_{Ta} - W_{Tk}}{W_{Ta}} \times 100\%$$

WA = prosentase berat air teruapkan

WTa = berat tempe awal

WT = berat tempe setelah dikeringkan

F.1.2. Penentuan Warna Produk

Penentuan warna tepung dilakukan secara visual dan tepung tempe dari setiap kondisi operasi dibandingkan dengan tepung tempe yang dikeringkan dengan mempergunakan pengering tanpa vakum.

F.2. Analisis**Cookies Dengan Unsur Tepung Tempe****F.2.1. Uji Organoleptik Cookies**

Uji organoleptik cookies dilakukan dengan 20 orang panelis untuk menilai cookies dalam hal : warna, rasa, aroma dan rasa pasca (after taste).

Skor penilaian dalam uji organoleptik ditentukan dengan angka sebagai berikut :

Kriteria	Nilai skor
Sangat suka	8 (delapan)
Suka	7 (tujuh)
Kurang suka	6 (enam)
tidak suka	5 (lima)

F.2.2. Analisis Kimia Cookies

Analisis kimia dilakukan dengan menganalisa kadar air, abu, protein, serat kasar, lemak dan kadar karbohidrat.

F.2.2.1. Kadar Air, Metode Oven (Apriyantono et al., 1989).

Cawan kosong dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan kemudian didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang (untuk cawan aluminium didinginkan selama 10 menit dan cawan porselen didinginkan selama 20 menit). Sampel yang sudah dihomogenkan dalam cawan, ditimbang kurang lebih 5 gram. Cawan dimasukkan dalam oven suhu 105°C selama 3 jam. Kemudian sampel didinginkan dan ditimbang kembali. Lalu dikeringkan kembali sampai beralnya konstan.

$$\frac{100 \times \text{Kadar } \text{K}_2\text{O}}{\text{Kadar } \text{K}_2\text{O} + \text{Kadar } \text{K}_2\text{CO}_3} \times 100$$

Contoh:

- 1. Kadar K_2O dalam sampel = 10,5%
- 2. Kadar K_2CO_3 dalam sampel = 15,5%
- 3. Kadar K_2O dalam sampel = 10,5%

2.2.3. Kadar Protein, Metode Kjeldahl (Amdur et al, 1988)

Sebelum kerja sampel dilakukan, kita akan menambahkan

Reagen:

Sampel padat (berat sampel 10 mg) dimasukkan ke dalam

botol yang telah berisi reagen untuk analisis protein (10 ml)

Reagen:

Sampel padat (berat sampel 10 mg) dimasukkan ke dalam

botol yang telah berisi

$$\text{Kadar } \text{K}_2\text{O} (\%) = \frac{\text{Kadar } \text{K}_2\text{O} (\text{mg})}{\text{Kadar sampel} (\text{mg})} \times 100$$

2.2.3. Kadar Protein, Metode Kjeldahl (Amdur et al, 1988)

Sebelum kerja sampel dilakukan, kita akan menambahkan

3 - 10 ml HCl 0,1 N, dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 50 ml kemudian

ditambahkan $1,5 \pm 0,1$ gr K_2SO_4 , 40 $\pm$ 10 mg FeSO_4 , dan $2,0 \pm 0,1$ ml H_2SO_4

Jika sampel lebih dari 15 mg, ditambahkan 0,1 ml H_2SO_4 untuk setiap 10 mg

jumlah organik di atas 15 mg

Ditambahkan beberapa butir batu didih yang berguna supaya tidak mendidih (tidak meletup) dan dapat mempercepat proses pemanasan, lalu sampai dididihkan selama 1 sampai 1,5 jam sampai cairan menjadi jernih. Kemudian didinginkan dan ditambahkan sejumlah kecil air secara perlahan-lahan, kemudian didinginkan.

Isi labu dipindahkan ke dalam alat destilasi, lalu labu dicuci dan dibilas 5 - 6 kali dengan 1 - 2 ml air, kemudian pindahkan air cucian ini ke dalam alat destilasi. Erlenmeyer 125 ml diisi dengan 5 ml larutan H_3BO_3 dan 2 - 4 tetes indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2 % dalam alkohol dan 1 bagian metilen blue 0,2 % dalam alkohol) dan diletakkan di bawah kondensor.

Ujung tabung kondensor harus terendam di bawah larutan H_3BO_3 . Ditambahkan 8 - 10 larutan $NaOH - Na_2S_2O_3$, kemudian dilakukan destilasi sampai tertampung kira-kira 15 ml destilat dalam erlenmeyer.

Tabung kondensor dibilas dengan air dan bilasannya ditampung dalam erlenmeyer yang sama. Isi erlenmeyer diencerkan sampai kira-kira 50 ml kemudian dititrasi dengan HCl 0,02 N sampai terjadi perubahan warna menjadi biru-abu. Dilakukan juga untuk penetapan blanko.

Kadar protein ditentukan dengan menghitung kadar nitrogen (N) dalam sample, kemudian dikalikan dengan faktor koreksi (6,25). Kadar N(%) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\% N = \frac{(\text{ml HCl sample} - \text{ml HCl blank}) \times N_{\text{HCl}} \times 14 \times 100}{\text{mg sampel}}$$

$$\text{Kadar protein (\%)} = \% N \times (6.25)$$

F.2.3.4. Kadar Serat Kasar, Metode Gravitasi (Apriyantono *et al.*, 1989)

Sebanyak 2 gram sampel yang telah dihaluskan diekstrak lemaknya dengan metode soxhlet, lalu dipindahkan ke dalam erlenmeyer 600 ml. Kedalam sampel ini ditambahkan 0.5 gr asbes yang telah diijarkan, 3 tetes zat anti buih dan 200 ml larutan H_2SO_4 mendidih. Kemudian ditutup dengan pendingin balik dan dididihkan selama 30 menit sambil sekali-sekali digoyang. Suspensi disaring melalui kertas saring, sedangkan residu yang tertinggal di dalam erlenmeyer dicuci dengan air mendidih. Residu dalam kertas saring dicuci sampai air cucian bersifat asam lagi.

Residu kertas saring dipindahkan secara kuantitatif kedalam erlenmeyer kembali dengan menggunakan spatula. Sisanya dicuci lagi dengan 200 ml larutan NaOH mendidih sampai residu masuk kedalam erlenmeyer. Dididihkan dengan pendingin balik sambil sekali-sekali digoyangkan selama 30 menit. Setelah itu disaring kembali melalui kertas saring yang diketahui beratnya sambil dicuci dengan larutan K_2SO_4 10 %. Residu dicuci lagi dengan air mendidih kemudian dengan 15 ml alkohol 95 %.

Kertas saring dikeringkan pada 110°C sampai berat konstan (1 - 2 jam), didinginkan dalam desikator dan ditimbang (dikurangi dengan berat asbes jika ditambahkan asbes). Berat residu merupakan berat serat kasar.

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{\text{berat serat kasar}}{\text{berat sampel}} \times 100 \%$$

F.2.2.5. Kadar Lemak, Metode Soxhlet (Apriyantono *et al.*, 1989)

Labu Soxhlet dikeringkan dalam oven suhu 105° - 110° C, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Sampel dalam bentuk tepung ditimbang sebanyak 5 gram lalu dibungkus dengan kertas saring, atas dan bawahnya ditutup dengan kapas. Kertas saring yang berisi sampel ini dimasukkan dalam alat ekstraksi soxhlet, kemudian di atasnya di pasang kondensor dan labu Soxhlet dibawahnya. Pelarut n-Hexana dituangkan kedalam labu lemak secukupnya sesuai ukuran soxhlet yang digunakan.

Refluks dilakukan minimal selama 5 jam. Pelarut yang ada didalam labu lemak didestilasi dan pelarutnya diampung. Selanjutnya labu Soxhlet yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven suhu 105° C. Setelah dikeringkan sampai berat tetap dan didinginkan dalam desikator, labu lemak ditimbang.

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{\text{berat lemak}}{\text{berat sampel}} \times 100 \%$$

F.2.2.6. Kadar Karbohidrat (Winarno, 1988)

Kadar karbohidrat ditentukan dengan cara perhitungan (by difference),

yaitu :

$$\text{Kadar karbohidrat} = 100\% - (\% \text{ protein} + \% \text{ lemak} + \% \text{ abu} + \% \text{ air} + \% \text{ serat kasar})$$

IV. HASIL DAN ANALISIS HASIL

Pengkajian Proses Pengeringan Secara Vakum

Hasil Analisis banyaknya air teruapkan pada masing-masing kondisi operasi yang sudah ditentukan tercantum pada lampiran 1 s/d 9. Dari hasil analisis tersebut dilakukan uji sidik ragam untuk pengurangan tekanan 15 inHg, 10 inHg dan 25 inHg. Masing-masing hasil rekapitulasi data Pengaruh waktu dan suhu pengeringan vakum tempe dan daftar hasil sidik ragam pengeringan vakum tempe ditunjukkan pada lampiran 10 s/d 12.

Dengan uji Duncan dengan taraf kepercayaan hasil uji 95% maka dapat diketahui pengaruh waktu dan suhu pengeringan terhadap banyaknya air yang teruapkan.

1. Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Terhadap Banyaknya

Air yang Teruapkan pada Operasi dengan Pengurangan Tekanan 15 inHg.

1.1. Pengaruh Waktu Pengeringan

Hasil sidik ragam yang tercantum dalam lampiran 10b, menunjukkan bahwa waktu pengeringan vakum yang dilakukan dengan pengeringan tekanan 15 inHg terhadap persentase air teruapkan berpengaruh sangat nyata. Hasil analisis waktu pengeringan vakum pada label 3 menunjukkan adanya perbedaan label banyaknya air yang teruapkan untuk waktu operasi pengeringan selama 3 jam. Sedangkan untuk waktu pengeringan diatas 3 jam, diperoleh nilai

persentase air yang teruapkan yang hampir sama atau tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 3. Uji Duncan Hasil analisis Waktu Pengeringan Vakum Terhadap Persentase Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 15 inHg.

Perlakuan waktu 't)	Persentase Air Teruapkan	Hasil Uji Taraf kepercayaan 95% **)
a5	66,77	A
a4	66,47	A
a3	65,76	A
a2	61,12	B
a1	51,68	C

Keterangan :

*) a1 = 1 jam; a2 = 2 jam; a3 = 3 jam; a4 = 4 jam; a5 = 5 jam

**) Perbedaan nyata ditunjukkan dengan huruf yang berbeda. Sedangkan huruf yang sama menyatakan adanya perbedaan tidak nyata.

A.1.2. Pengaruh Suhu Pengeringan

Hasil sidik ragam yang tercantum dalam lampiran 10b, menunjukkan bahwa suhu pengeringan yang dilakukan pada pengurangan tekanan 15 inHg berpengaruh sangat nyata terhadap banyaknya air air yang teruapkan. Hasil analisis yang tercantum dalam tabel 4 menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata, banyaknya air yang teruapkan untuk suhu pengeringan 60°C, 70°C dan 80°C.

Tabel 4 Uji Duncan Hasil Analisis Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Persentase Air Teruapkan Pada Tempe Yang Dikeringkan Dengan Pengurangan Tekanan 15 inHg

Perlakuan suhu ^o)	Persentase Air Teruapkan (%)	Hasil Uji Taraf 95 % ^{**})
b3	66,44	A
b2	63,76	B
b1	58,47	C

Keterangan :

^{*)} b1 = 60 ^oC; b2 = 70 ^oC; b3 = 80 ^oC

^{**}) Perbedaan nyata ditunjukkan dengan huruf yang berbeda. Sedangkan huruf yang sama menyatakan adanya perbedaan tidak nyata

A.1.3. Interaksi Antara Waktu dan Suhu Pengeringan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi waktu dan suhu berpengaruh sangat nyata terhadap pengeringan tempe (lampiran 10a). Hasil uji Duncan (lihat pada tabel 5) menunjukkan interaksi waktu dan suhu operasi.

Tabel 5. Uji Duncan untuk Analisis Interaksi Waktu dan Suhu Terhadap Persentase Air Terevapkan pada Tempe yang Dikeringkan dengan Pengurangan Tekanan 15 inHg.

Perlakuan Waktu dan Suhu *)	Persentase Air Terevapkan	Hasil Uji Taraf 95% **)
a5b2	67,56	A
a5b1	67,46	A
a5b3	67,38	A
a4b2	67,05	A
a4b3	67,03	A
a3b3	66,93	A
a3b2	66,57	A
a4b1	66,23	A
a2b3	66,01	A
a3b1	63,78	A
a2b2	63,63	A
a1b3	59,25	B
a1b2	53,98	C
a2b1	53,70	C
a1b1	41,19	D

Keterangan :

*) a1 = 1 jam; a2 = 2 jam; a3 = 3 jam; a4 = 4 jam; a5 = 5 jam
b1 = 60 °C; b2 = 70 °C dan b3 = 80 °C

**) Perbedaan nyata ditunjukkan dengan huruf yang berbeda. Sedangkan huruf yang sama menyatakan adanya perbedaan tidak nyata.

A.2. Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Terhadap Banyaknya Air yang Teruapkan pada Operasi dengan Pengurangan Tekanan 20 inHg

A.2.1. Pengaruh Waktu Pengeringan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa waktu pengeringan vakum yang dilakukan dengan pengurangan tekanan 20 inHg terhadap persentase air teruapkan berpengaruh sangat nyata (lampiran 1c). Uji Duncan dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Uji Duncan Hasil Analisis Waktu Pengeringan Vakum Terhadap Persentase Air Teruapkan pada Tempe yang Dikeringkan dengan Pengurangan Tekanan 20 inHg.

Perlakuan waktu *)	Persentase Air Teruapkan	Hasil Uji Taraf 95% **)
a5	68,10	A
a4	66,81	AB
a3	65,86	AB
a2	64,71	B
a1	52,52	C

Keterangan :

*) a1 = 1 jam; a2 = 2 jam; a3 = 3 jam; a4 = 4 jam; a5 = 5 jam

**) Perbedaan nyata ditunjukkan dengan huruf yang berbeda. Sedangkan huruf yang sama menyatakan adanya perbedaan yang tidak nyata.

Hasil analisis waktu pengeringan yang ditunjukkan pada tabel 6 menunjukkan adanya perbedaan nyata terhadap banyaknya air yang teruapkan untuk waktu

1 jam, 2 jam dan 3 jam. Sedangkan untuk waktu antara 3 jam dari 4 jam tidak memberikan perbedaan yang nyata.

A.2.2. Suhu Pengeringan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa suhu pengeringan yang dilakukan dengan pengurangan tekanan 20 mmHg, memberikan perbedaan yang nyata terhadap persentase air teruapkan. Uji Duncan pada tabel 7, menunjukkan pengaruh suhu pengeringan terhadap banyaknya air teruapkan.

Tabel 7. Uji Duncan Hasil Analisis Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Persentase Air Teruapkan pada Tempe yang Dikeringkan dengan Pengurangan Tekanan 20 mmHg.

Pertakuan atau T^1	Persentase Air Teruapkan (%)	Hasil Uji Taraf MS % **
10	66,51	A
20	67,38	B
30	61,91	C

Keterangan:

1) 10 = 60 $^{\circ}$ C; 20 = 70 $^{\circ}$ C; 30 = 80 $^{\circ}$ C

**) Perbedaan nyata ditunjukkan dengan huruf yang berbeda. Sedangkan huruf yang sama menyatakan adanya perbedaan tidak nyata.

A.2.3. Interaksi Antara Waktu dan Suhu Pengeringan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi waktu dan suhu berpengaruh sangat nyata terhadap banyaknya air yang teruapkan (lampiran 11a).

hasil analisis Interaksi waktu dan suhu operasi dengan cara uji Duncan (tabel 8) menunjukkan adanya perbedaan

Tabel 8 : Uji Duncan untuk Analisis Interaksi Waktu dan Suhu Vakum Terhadap Persentase Air Teruapkan pada Tempe yang Dikeringkan dengan Pengurangan Tekanan 20 inHg.

Perlakuan Waktu dan Suhu *)	Persentase Air Teruapkan	Hasil Uji Taraf 95% **)
a5b3	70,96	A
a4b3	67,19	AB
a3b3	66,78	ABC
a5b1	66,67	ABC
a5b2	66,66	ABC
a4b2	66,62	ABC
a4b1	66,62	ABC
a2b3	66,01	ABC
a3b2	65,70	ABC
a3b1	65,11	BC
a2b2	64,55	BC
a2b1	63,56	BC
a1b3	61,57	C
a1b2	53,37	D
a1b1	42,61	E

Keterangan :

*) a1 = 1 jam; a2 = 2 jam; a3 = 3 jam; a4 = 4 jam; a5 = 5 jam
b1 = 60 °C; b2 = 70 °C dan b3 = 80 °C

**) Perbedaan nyata ditunjukkan dengan huruf yang berbeda. Sedangkan huruf yang sama menyatakan adanya perbedaan tidak nyata.

A.3. Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Terhadap Banyaknya Air yang Teruapkan pada Operasi dengan Pengurangan Tekanan 25 inHg

A.3.1. Waktu Pengeringan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa waktu pengeringan yang dilakukan dengan pengurangan tekanan 25 inHg terhadap persentase air teruapkan berpengaruh sangat nyata (lampiran 12b). Hasil analisis Uji Duncan dapat dilihat pada tabel 9 dibawah ini :

Tabel 9. Uji Duncan Hasil Analisis Waktu Pengeringan Vakum Terhadap Persentase Air Teruapkan pada Tempe yang Dikeringkan dengan Pengurangan Tekanan 25 inHg.

Perlakuan waktu *)	Persentase Air Teruapkan	Hasil Uji Taraf 95% **)
a5	65,89	A
a4	65,88	AB
a3	65,12	AB
a2	63,77	B
a1	54,10	C

Keterangan :

*) a1 = 1 jam; a2 = 2 jam; a3 = 3 jam; a4 = 4 jam; a5 = 5 jam

**) Perbedaan nyata ditunjukkan dengan huruf yang berbeda. Sedangkan huruf yang sama menyalakan adanya perbedaan tidak nyata

A.3.2. Suhu Pengeringan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa suhu pengeringan yang dilakukan dengan pengurangan tekanan 25 inHg berpengaruh sangat nyata terhadap banyaknya air teruapkan (lampiran 12b). Hasil analisis suhu pengeringan vakum berdasarkan uji Duncan (dapat dilihat pada tabel 10) menunjukkan adanya pengaruh yang nyata.

Tabel 10 Uji Duncan Hasil Analisis Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Persentase Air Teruapkan pada Tempe yang Dikeringkan dengan Pengurangan Tekanan 25 inHg.

Perlakuan suhu *)	Persentase Air Teruapkan (%)	Hasil Uji Taraf 95 % **)
b3	65,14	A
b2	63,94	B
b1	59,79	C

Keterangan :

*) b1 = 60 °C; b2 = 70 °C; 80 °C

**) Perbedaan nyata ditunjukkan dengan huruf yang berbeda. Sedangkan huruf yang sama menyatakan adanya perbedaan tidak nyata.

A.3.3. Interaksi Antara Waktu dan Suhu Pengeringan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi waktu dan suhu berpengaruh sangat nyata terhadap banyaknya air teruapkan (lampiran 12a). Uji Duncan yang ditunjukkan pada tabel 11, menunjukkan interaksi antara waktu dan suhu operasi

Tabel 11 : Uji Duncan Hasil Analisis Interaksi Waktu dan Suhu Vakum Persentase Air Teruapkan pada Tempe yang Dikeringkan dengan Pengurangan Tekanan 25 mmHg.

Perlakuan Waktu dan Suhu *)	Persentase Air Teruapkan	Hasil Uji Taraf 95% **)
a4b3	67,11	A
a5b3	66,88	A
a3b3	66,49	A
a2b3	65,86	A
a5b1	65,50	A
a4b1	65,33	A
a5b2	65,29	AB
a4b2	65,21	AB
a3b2	64,79	AB
a2b2	64,29	AB
a3b1	64,08	B
a2b1	61,17	C
a1b2	60,09	C
a2b3	59,34	C
a1b1	42,85	D

Keterangan :

*) a1 = 1 jam; a2 = 2 jam; a3 = 3 jam; a4 = 4 jam; a5 = 5 jam

b1 = 60 °C; b2 = 70 °C dan b3 = 80 °C

**) Perbedaan nyata ditunjukkan dengan huruf yang berbeda. Sedangkan huruf yang sama menyatakan adanya perbedaan tidak nyata.

B. Pembuatan Cookies dengan Unsur Tepung Tempe

Pembuatan cookies dilakukan dengan menggunakan tepung tempe untuk mensubstitusi sebagian dari tepung terigu yang digunakan. Untuk memperoleh data penerimaan cookies yang dibuat dengan unsur tepung tempe, maka dilakukan uji organoleptik terhadap cookies yang disubstitusi dengan tepung tempe 20%, 15% dan 0%.

Komposisi kimia dari bahan baku dan produk diperoleh dengan melakukan analisis kimia. Analisis kimia dilakukan terhadap tepung terigu, tepung tempe dan cookies yang dibuat dengan menggunakan substitusi tepung tempe 20%. Sebagai pembandingan dilakukan analisis kimia terhadap cookies yang tidak menggunakan tepung tempe (substitusi 0%).

B.1. Uji Organoleptik Cookies

Hasil rata-rata uji organoleptik yang meliputi warna, rasa, aroma dan "after taste" yang dilakukan oleh 20 orang panelis dengan skor nilai 5,6,7 dan 8 tercantum dalam tabel 13. Penampakan fisik cookies dengan berbagai substitusi tepung tempe yaitu (A) = 20% tempe, (B) = 15% tempe dan (C) = 0% tempe, dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 12. Hasil Rata-rata Uji Organoleptik Cookies terhadap Warna, Rasa, Aroma dan "After Taste"

Jenis cookies	Warna	Rasa	Aroma	After taste
A	6	5,7	5,7	5,55
B	6	5,85	5,7	5,7
C	7,1	7,15	7,5	7,5

Keterangan :

Substitusi tepung tempe

A = T 20% (Tepung tempe 20 persen); B = T 15% (tepung tempe 15 persen);

C = T 0% (Tanpa tepung tempe)

Skala kesukaan :

8 = sangat suka; 7 = suka; 6 = kurang suka dan 5 = tidak suka

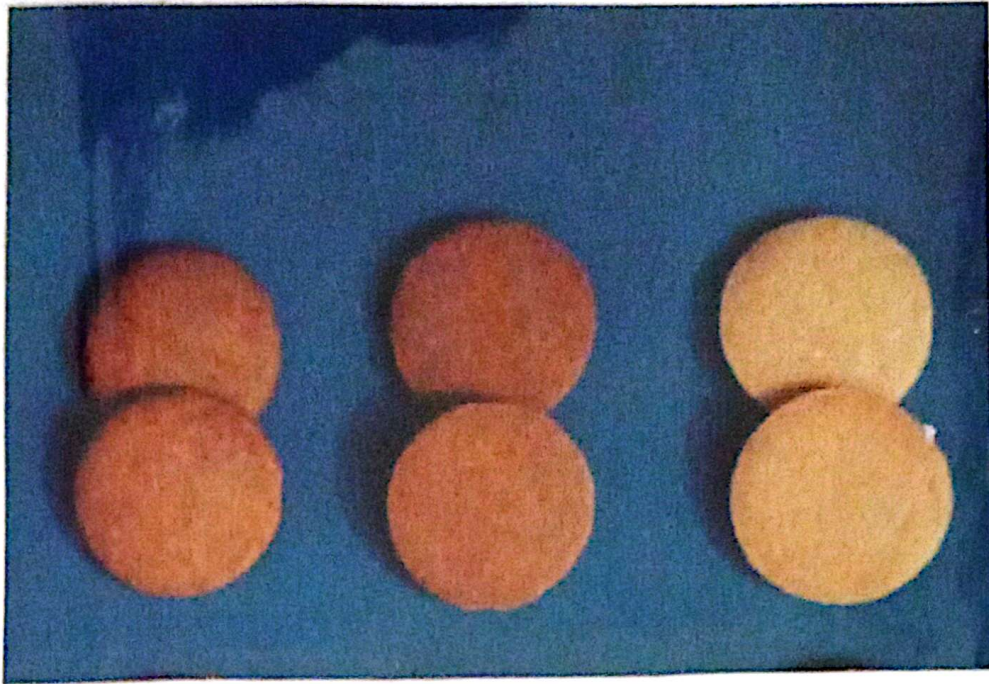
B.2. Uji Proksimat Tepung Tempe

Hasil analisis proksimat pada tepung tempe dan tepung terigu dapat dilihat pada tabel 13.

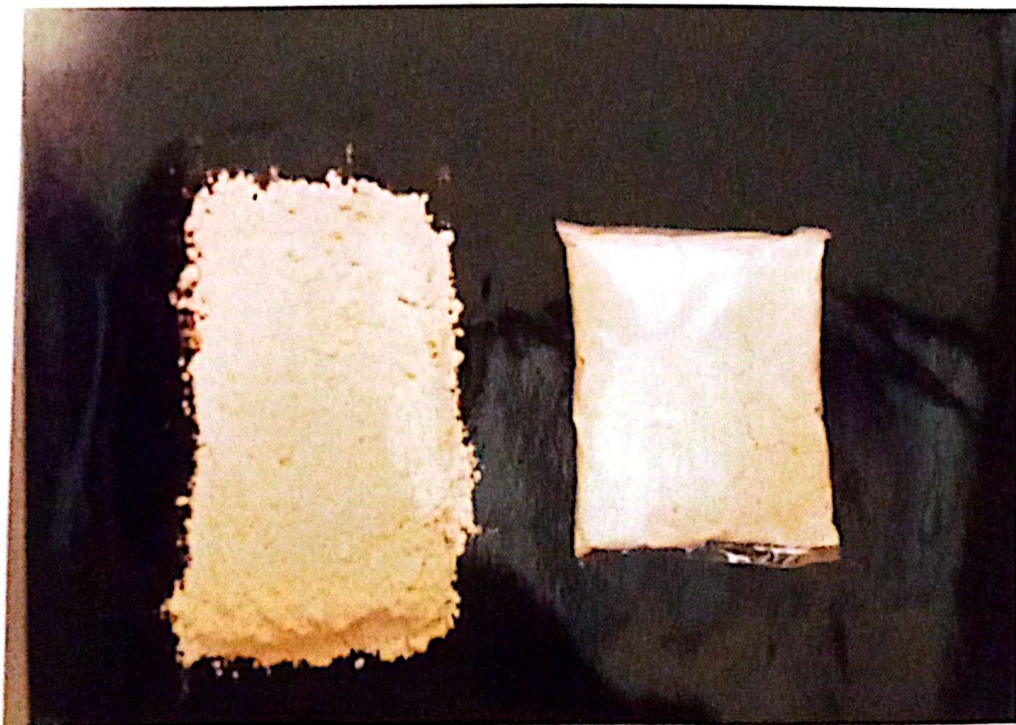
Penampakan fisik tepung tempe dapat dilihat pada gambar 4.

Tabel 13. Komposisi Kimia Tepung Tempe dan Tepung Terigu (per 100 gr bahan)

Komponen	Tepung Tempe	Tepung Terigu
Kadar Air (%)	3,91	10,87
Kadar Abu (%)	1,98	0,50
Kadar Protein (%)	47,89	9,86
Kadar Lemak (%)	22,99	1,22
Kadar Serat Kasar (%)	23,03	0,79
Kadar Karbohidrat (%)	0,18	76,96



Gambar 3. Penampakan Fisik Cookies dengan berbagai substitusi tepung tempe, yaitu :
(A) = 20% tempe, (B) = 15% tempe dan (C) = 0% tempe



Gambar 4. Penampakan Fisik Tepung Tempe Proses Vakum.

3.3. Uji Proksimat Cookies

Hasil analisis proksimat pada cookies yang disubstitusi dengan tepung terigu 0% dan 20%, dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Komposisi Kimia Cookies.

Komposisi	C (T 0%)	A (T 20%)
Kadar air	6,33	7,11
Kadar abu	2,46	2,77
Kadar protein	10,33	14,1
Kadar Lemak	20,65	30,13
Kadar Serat Kasar	58,28	46,21
Kadar karbohidrat	1,21	0,16

V. PEMBAHASAN DAN PENDAPAT

A. Pengeringan Tempe Secara Vakum

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada proses pengeringan dengan pengurangan tekanan 15 inHg, 20 inHg dan 25 inHg berpengaruh nyata terhadap banyaknya air yang teruapkan pada saat waktu pengeringan 1,2 dan 3 jam. Gambar 5,6 dan 7 menunjukkan grafik antara waktu pengeringan dengan banyaknya air yang teruapkan untuk proses pengeringan yang dilakukan dengan pengurangan tekanan masing-masing 15 inHg, 20 inHg dan 25 inHg.

Proses pengeringan dengan waktu operasi lebih dari 3 jam menunjukkan grafik hampir mendatar yang artinya penambahan waktu operasi hanya menambah air yang teruapkan sangat kecil. Sehingga waktu operasi selama 3 jam dapat dianggap sebagai waktu yang cukup baik.

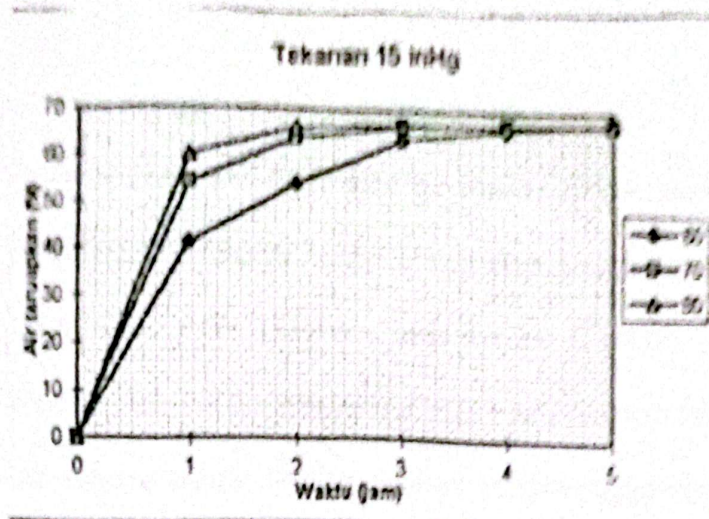
Air yang teruapkan untuk pengeringan selama 3 jam untuk operasi yang menggunakan pengurangan tekanan 15 inHg adalah sebesar 63,78 (suhu operasi 60°C), 66,57% (suhu operasi 70°C) dan 66,93% (suhu operasi 80°C). Sedangkan untuk waktu operasi 5 jam air yang teruapkan 67,46% (suhu operasi 60°C), 67,56% (suhu operasi 70°C) dan 67,38% (suhu operasi 80°C).

Proses pengeringan dengan pengurangan tekanan 20 inHg, waktu operasi 3 jam, banyaknya air yang teruapkan adalah 65,11% (suhu operasi 60°C), 65,70% (suhu 70°C) dan 66,78 (suhu operasi 80°C). Sedangkan dengan waktu operasi

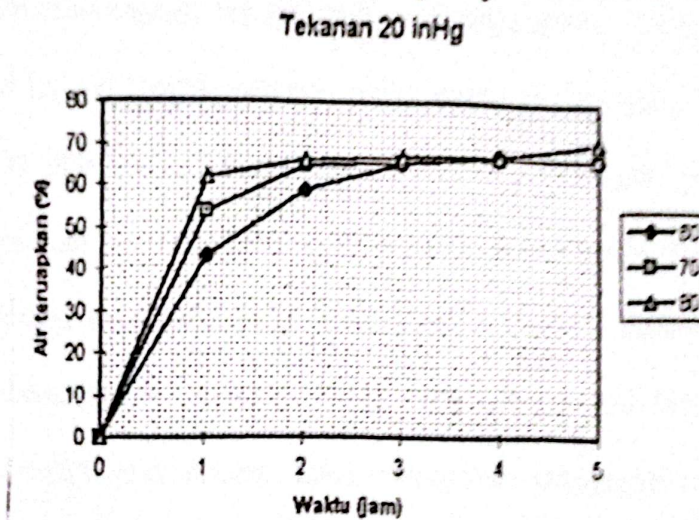
5 jam, maka air yang teruapkan adalah 66,67% (suhu operasi 60°C), 66,66% (suhu operasi 70 °C) dan 67,35% (suhu operasi 80 °C).

Proses Pengeringan dengan pengurangan tekanan 25 inHg, waktu operasi 3 jam, bnyaknya air yang teruapkan adalah 64,08% (suhu operasi 60°C), 64,79% (suhu operasi 70°C) dan 66,49% (suhu operasi 80°C). Sedangkan untuk waktu operasi 5 jam banyaknya air yang teruapkan adalah 65,50% (suhu operasi 60°C), 65,29% (suhu operasi 70 °C) dan 66,88% (suhu operasi 80 °C).

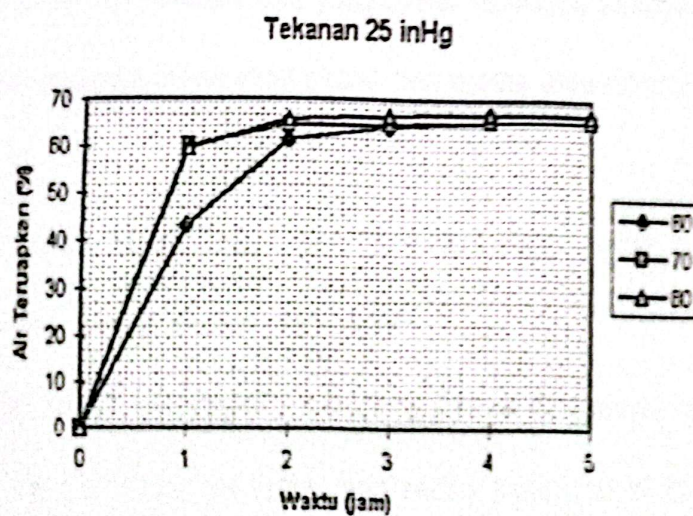
Berdasarkan data diatas, proses pengeringan tempe secara vakum dapat disarankan dengan menggunakan pengurangan tekanan 15 inHg dan suhu operasi 70°C dengan waktu pengeringan 3 jam atau dengan pengurangan tekanan 20 inHg dan suhu operasi 60°C dengan waktu opeasi yang sama yaitu 3 jam. Hasil tempe kering yang diperoleh mempunyai kadar air sekitar 1 - 2% dan warna tepung tempe yang dihasilkan kuning.



Gambar 5. Grafik waktu operasi dengan persentase air yang teruapkan pada pengurangan tekanan 15 inHg.



Gambar 6. Grafik waktu operasi dengan persentase air yang teruapkan pada pengurangan tekanan 20 inHg.



Gambar 7. Grafik waktu operasi dengan persentase air yang teruapkan pada pengurangan tekanan 25 inHg.

B. Pembuatan Cookies dengan Unsur Tepung Tempe.

Uji organoleptik cookies dilakukan terhadap cookies tanpa tepung tempe, cookies dengan substitusi 15% tepung tempe dan cookies dengan substitusi 20% tepung tempe. Hasil uji organoleptik tercantum pada lampiran 13 s/d 16.

Cookies tanpa tepung tempe mempunyai warna lebih disukai dari cookies yang menggunakan tepung tempe. Warna cookies yang menggunakan tepung tempe lebih gelap. Hal ini disebabkan karena tepung tempe mempunyai warna kuning kecoklatan. Sedangkan tepung terigu warnanya putih. Semakin tinggi kadar pemakaian tepung tempe semakin coklat warna cookies yang dihasilkan. Warna juga dapat ditimbulkan karena adanya proses pemanasan yang tinggi ($150-160^{\circ}\text{C}$) pada saat pemanggangan yang menyebabkan adanya reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino yang disebut reaksi Maillard (Sunaryo, 1985).

Uji rasa menunjukkan semakin tinggi kadar penggunaan tempe dalam cookies, rasa semakin tidak disukai. Rasa merupakan tanggapan rangsangan kimiawi oleh indra pencicip (lidah) dimana kesatuan interaksi antara aroma, rasa dan tekstur merupakan keseluruhan rasa yang dinilai. Sehingga adanya rasa yang kurang disukai kemungkinan merupakan akibat dari aroma atau tekstur yang juga kurang disukai.

Dalam uji aroma menunjukkan pula semakin tinggi kadar penggunaan tepung tempe semakin kurang disukai oleh panelis.

Tempe yang sudah dikeringkan mempunyai rasa dan aroma yang tajam dan juga adanya rasa bekas after taste yang sedikit pahit. Hal ini kemungkinan lebih terasa pada cookies dengan kadar tepung tempe yang tinggi.

Penggunaan tepung tempe sampai 20% sudah memperoleh score penilaian pada taraf kurang disukai. Dengan demikian masih perlunya usaha memperbaiki warna, aroma dan rasa dari tepung tempe untuk memperbaiki nilai organoleptik cookies yang menggunakan unsur tepung tempe.

Dari hasil analisis kimia, cookies dengan unsur tepung tempe mempunyai kadar protein yang lebih tinggi karena kadar protein dalam tepung tempe jauh lebih tinggi dari tepung terigu. Sehingga dengan mensubstitusi sampai 20% tepung tempe kadar protein dalam cookies naik sekitar 4%, yaitu dari 10,33% (cookies tanpa tepung tempe) menjadi 14,1% (cookies dengan substitusi 20% tepung tempe). Penambahan tepung tempe juga menyebabkan kenaikan kadar lemak yang tinggi yaitu dari 20,65% menjadi 30,13%. Tepung tempe juga mengandung kadar minyak yang tinggi karena berasal dari kedelai yang kadar minyaknya 18-20%. Sedangkan untuk serat, cookies yang menggunakan 20% tepung tempe mempunyai kadar serat lebih rendah yaitu 46,21% dibandingkan dengan cookies tanpa tepung tempe yang mempunyai kadar serat 58,28%.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Proses pengeringan tempe secara vakum dapat menghasilkan tempe kering dengan cepat dimana dengan waktu operasi 3 jam sudah dapat menghasilkan tempe kering dengan warna cukup baik. Dengan waktu operasi yang pendek maka dapat diperoleh produk yang dihasilkan masih mempunyai nutrisi yang baik.
- Tepung tempe dari hasil pengeringan secara vakum apabila digunakan sebagai bahan substitusi tepung terigu dalam pembuatan cookies mempunyai keterbatasan dimana penggunaan sampai 20%, cookies yang dihasilkan dari segi warna, rasa, aroma kurang disukai. Sehingga masih perlu dikaji perbaikan warna, rasa dan aroma tepung tempe.

Dari komposisi kimianya cookies dengan tepung tempe menunjukkan adanya peningkatan kadar protein dan lemaknya, sedangkan kadar serat mengalami penurunan.

1

DAFTAR PUSTAKA

- Alfahri, Erwin, M.K. Mahmud dan Hermana. 1982. Memanfaatkan Khasiat Tempe. Kongres Nasional Mikrobiologi, ke 3, Jakarta, 25 - 28 November 1981.
- Amriyanto, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati, dan S. Budiyo. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisa Pangan. PAU Pangan dan Gizi, IPB Bogor.
- Basih, A. 1986. Pengeringan dan Penguapan. Kerja sama Dit. Jen. Industri Kecil Departemen Perindustrian Republik Indonesia dengan Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan R.I. 1992. Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM). Bhalara Karya Aksara- Jakarta.
- Gunarif Taib, Gumbira Said, dan Suteja Wiraatmadja. 1987. Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian, PT. Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Henderson, SM. dan R.L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering, 3rd ed. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Hermana dan D. Karyadi. 1995. Simposium Pemanfaatan Tepung Tempe dalam Peningkatan Upaya Masyarakat dan Gizi, Balitbang Kes, Depkes RI, Bogor.
- Hesseltine, C.W., E.W. Swain dan H.L. Wang, 1969. Production of Fungal Spores as Inocula for Oriental Fermented Foods. Dev. Indus. Microbiol. 17:101.
- Marisari. 1982. Mempelajari Karakteristik Cookies yang Dibuat Berdasarkan Formula Tepung Terigu dan Maizena. Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumber Daya Keluarga, FAPERTA, IPB, Bogor.
- Karyadi, D. dan Hermana, H. 1995. Potensi Tempe untuk Gizi dan Kesehatan. Simposium Nasional Pengembangan Tempe dalam Industri Pangan Modern. Yogyakarta 15 - 16 April 1995.

- Ko, S.D. 1965. *Tempeh, A Fermented Food Made from Soybeans on Oilseed Protein Foods*. Tokyo.
- Mahmud, Mien, K. 1987. *Peranan Makanan Bayi Formula Tempe dalam Penanggulangan Masalah Diare Pada Anak Balita*. Tesis pada Fakultas Pasca Sarjana, IPB - Bogor.
- Matz, S.A. 1978. *Cookies and Cracker Technology*. Ed. The AVI Publishing Co Inc., Westport, Connecticut.
- Mc William, M. 1979. *Food Fundamentals*. Ed. John Wiley and Sons Inc. Toronto.
- Murdefi, Y. 1992. *Sifat Fungsional dan Nilai Gizi Tepung Tempe serta Pemanfaatannya dalam pembuatan Biskuit untuk Anak Balita*. Skripsi. FATETA - IPB, Bogor.
- Nasution, A. 1990. *Metode Penelitian Cita Rasa*. Departemen IKK, Faperta, IPB Bogor.
- Peckham, G.C. 1969. *Food Preparation*. Ed. The Mac Millan Co., London.
- Sapuan. 1995. *Kebijaksanaan Pengembangan Industri Hulu dan Hilir Tempe. Simposium Nasional Pengembangan Tempe dalam Industri Pangan Modern*. Yogyakarta 15 - 16 April 1995
- Sarwono, B., *Kecap, Fermentasi dan Pengolahan Bahan* (Jakarta : Penebar Swadaya, 1985)
- Shurtleff, W. dan A. Aoyagi. 1979 (eds). *The Book of Tempe*. Harper and Row Publ., New York.
- Setijahartini. 1980. *Pengeringan*. Jurusan Teknologi Industri. Fateta. Institut Pertanian Bogor.
- Sekarto, S.T. 1985. *Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Bhatara Karya Aksara, Jakarta.
- Suryo, E. 1985. *Pengolahan Produk Sereal dan Biji-bijian*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, FATETA, IPB, Bogor.
- Wong, H.L., D.L. Ruttle dan C.W. Hesselline. 1968. *Protein Quality of Wheat and Soybean After Rhizopus Oligosporus Fermentation*. J. Nutr. 9 : 109 - 114

Winarno, F.G. 1985. Tempe Peningkatan Mutu dan Stabilitasnya di Masyarakat Hermans dan Karyadi (eds). Simposium Pemanfaatan Tepung Tempe dalam Peningkatan Upaya Masyarakat dan Gizi, Balitbang Kes, Depkes RI, Bogor.

Yatinosumarto, Suntoyo. 1991. Percobaan Perancangan, Analisis dan Interpretasinya. PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.

Zein Nasution dan Sri Setijahartini. 1978. Pengetahuan Mesin/Alat Pengolahan Hasil Pertanian. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

KEPERAWATAN

Lampiran 1 Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 15 inHg pada suhu 60°C.

No	tx	Al	Al + Tp (to)	Tp (to)	Al + Tp (tx)	Tp (tx)	Air Teruapkan	% Air Teruapkan
1a	10	0.3045	4.0355	4.271				
1b		0.3585	4.0415	4.283				
2a	11	0.3045	4.0355	4.271	2.9165	2.552	1.710	40.2482
2b		0.3585	4.0415	4.283	2.8365	2.478	1.805	42.1434
3a	12	0.30	4.04	4.28	2.5165	2.1565	2.1235	49.6145
3b		0.3055	4.0345	4.269	2.107	1.8015	2.4675	57.8004
4a	13	0.358	4.0425	4.2845	1.9105	1.5015	2.723	63.5547
4b		0.30	4.04	4.28	1.9	1.54	2.74	64.0187
5a	14	0.302	4.038	4.270	1.800	1.444	2.832	66.2301
5b		0.30	4.04	4.28	1.8055	1.4455	2.8345	66.2260
6a	15	0.3515	4.0485	4.207	1.7445	1.393	2.904	67.562
6b		0.35	4.05	4.3	1.7545	1.4045	2.8955	67.3372

Lampiran 2. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 15 inHg pada suhu 70°C.

No	tx	Al	Al + Tp (to)	Tp (to)	Al + Tp (tx)	Tp (tx)	Air Teruapkan	% Air Teruapkan
1a	10	0.3525	4.6475	4.295				
1b		0.358	4.642	4.284				
2a	11	0.3525	4.6475	4.295	2.249	1.8965	2.3985	55.844
2b		0.358	4.642	4.284	2.303	2.065	2.249	52.1320
3a	12	0.3495	4.6405	4.301	1.8825	1.533	2.768	64.3571
3b		0.351	4.649	4.298	1.9455	1.5945	2.7035	62.9013
4a	13	0.30	4.04	4.28	1.782	1.422	2.858	66.7757
4b		0.37	4.03	4.26	1.802	1.432	2.828	66.385
5a	14	0.359	4.641	4.282	1.775	1.416	2.868	66.9313
5b		0.357	4.643	4.286	1.764	1.407	2.870	67.1722
6a	15	0.3445	4.6555	4.311	1.748	1.4035	2.9075	67.4437
6b		0.363	4.637	4.274	1.7445	1.3815	2.8925	67.6766

Jawaban 3. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 15 mmHg pada suhu 80 °C.

No	n	Ai	Ai + Tp (to)	Tp (to)	Ai + Tp (tx)	Tp (tx)	Air Teruapkan	% Air Teruapkan
10	10	0.942	4.858	4.318				
15	10	0.9478	4.8585	4.319				
20	15	0.942	4.858	4.318	2.112	1.77	2.548	58.8898
25	15	0.9478	4.8585	4.319	2.037	1.8885	2.6225	60.7201
30	20	0.9425	4.8555	4.311	1.8295	1.485	2.828	65.7201
35	20	0.9475	4.8535	4.327	1.787	1.4505	2.8765	66.4779
40	25	0.948	4.754	4.308	1.7505	1.4045	2.9035	67.3879
45	25	0.951	4.748	4.288	1.7825	1.4415	2.8585	68.4811
50	30	0.952	4.747	4.264	1.7715	1.4185	2.8755	68.9855
55	30	0.957	4.743	4.288	1.767	1.41	2.878	67.1022
60	35	0.9502	4.7415	4.283	1.7685	1.41	2.873	67.0792
65	35	0.9517	4.7415	4.2826	1.743	1.3843	2.8883	67.6762

Jurnal 1. Perseentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 20 mmHg pada suhu 70°C.

No	Ai	Ai + Tp (to)	Tp (to)	Ai + Tp (tx)	Tp (tx)	Air Teruapkan	% Air Teruapkan
1	1.334	4.888	4.332				
1	1.3645	4.8355	4.271				
2	1.334	4.888	4.332	2.4435	2.1095	2.2225	51.3042
2	1.3645	4.8355	4.271	2.267	1.9025	2.3885	55.4554
3	1.343	4.852	4.304	1.889	1.541	2.763	64.1961
3	1.3535	4.8465	4.293	1.86	1.5085	2.7885	64.908
4	1.26	4.84	4.28	1.8345	1.4745	2.8055	65.5491
4	1.3735	4.8265	4.253	1.826	1.4525	2.8005	65.8476
5	1.3435	4.8565	4.313	1.7965	1.453	2.88	66.3112
5	1.3535	4.8465	4.293	1.773	1.4195	2.8735	66.9345
6	0.17	4.63	4.26	1.7905	1.4205	2.8395	66.8549
6	0.3575	4.6425	4.285	1.7855	1.428	2.857	66.6744

Jurnal 2. Perseentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 20 mmHg pada suhu 70°C.

No	Ai	Ai + Tp (to)	Tp (to)	Ai + Tp (tx)	Tp (tx)	Air Teruapkan	% Air Teruapkan
1	1.334	4.888	4.332				
1	1.3645	4.8355	4.271				
2	1.334	4.888	4.332	2.4435	2.1095	2.2225	51.3042
2	1.3645	4.8355	4.271	2.267	1.9025	2.3885	55.4554
3	1.343	4.852	4.304	1.889	1.541	2.763	64.1961
3	1.3535	4.8465	4.293	1.86	1.5085	2.7885	64.908
4	1.26	4.84	4.28	1.8345	1.4745	2.8055	65.5491
4	1.3735	4.8265	4.253	1.826	1.4525	2.8005	65.8476
5	1.3435	4.8565	4.313	1.7965	1.453	2.88	66.3112
5	1.3535	4.8465	4.293	1.773	1.4195	2.8735	66.9345
6	0.17	4.63	4.26	1.7905	1.4205	2.8395	66.8549
6	0.3575	4.6425	4.285	1.7855	1.428	2.857	66.6744

Contoh 1. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 20 mmHg pada suhu 80°C

No	n	A	A + Tp (lb)	Tp (lb)	A + Tp (lb)	Tp (lb)	Air Teruapkan	% Air Teruapkan
100	10	0.352	4.647	4.296				
100	10	0.356	4.644	4.288				
100	101	0.352	4.646	4.296	1.8675	1.8155	2.8805	62.3853
100	101	0.356	4.644	4.288	2.039	1.883	2.805	60.7509
100	102	0.3445	4.6505	4.306	1.809	1.4845	2.8415	65.8893
100	102	0.3475	4.6525	4.305	1.86	1.4625	2.8425	66.0279
100	103	0.353	4.647	4.294	1.7775	1.4245	2.8895	66.8258
100	103	0.3525	4.6475	4.285	1.751	1.4285	2.8885	66.7404
100	104	0.355	4.645	4.29	1.776	1.421	2.889	66.8765
100	104	0.358	4.641	4.282	1.75	1.391	2.891	67.5152
100	105	0.3575	4.6325	4.285	1.784	1.4785	2.8485	66.7878
100	105	0.3645	4.6335	4.269	1.706	1.0615	2.2075	67.6991

Lampiran 7 Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 25 inHg pada suhu 60 °C

No	tx	Al	Al + Tp (lo)	Tp (lo)	Al + Tp (tx)	Tp (tx)	Air Teruapkan	% Air Teruapkan
1a	10	0.354	4.646	4.292				
1b		0.346	4.654	4.308				
2b	11	0.354	4.646	4.292	2.741	2.387	1.905	44.3845
2b		0.346	4.654	4.308	2.8735	2.5275	1.7805	41.3301
3a	12	0.358	4.642	4.284	2.035	1.677	1.607	60.8543
3b		0.36	4.64	4.28	2.008	1.648	2.632	61.4953
4a	13	0.359	4.641	4.282	1.9055	1.5465	2.7355	63.8837
4b		0.351	4.649	4.298	1.886	1.535	2.763	64.2857
5a	14	0.351	4.6485	4.297	1.835	1.4838	2.8135	65.4713
5b		2 0.362	4.638	3 4.278	1.85	1.488	2.788	65.2011
6a	15	0.358	4.642	4.284	1.817	1.459	2.825	65.943
6b		0.349	4.651	4.302	1.8515	1.5025	2.7995	65.0744

Lampiran 8. Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 25 inHg pada suhu 70 °C.

No	tx	Al	Al + Tp (lo)	Tp (lo)	Al + Tp (tx)	Tp (tx)	Air Teruapkan	% Air Teruapkan
1a	10	0.339	4.661	4.322				
1b		0.347	4.653	4.306				
2b	11	0.339	4.661	4.322	2.1015	1.7625	2.5595	59.2203
2b		0.347	4.653	4.306	2.0265	1.6795	2.6265	60.9963
3a	12	0.349	4.651	4.302	1.88	1.531	2.771	64.4119
3b		0.351	4.649	4.298	1.891	1.54	2.758	64.1684
4a	13	0.355	4.6445	4.289	1.858	1.5025	2.7865	64.9685
4b		5 0.366 5	4.6335	4.267	1.876	1.5095	2.7575	64.6239
5a	14	0.388	4.662	4.324	1.841	1.503	2.821	65.2405
5b		0.339 5	4.6605	4.321	1.844	1.5045	2.8165	65.1817
6a	15	0.347	4.6525	4.305	1.83	1.4825	2.8225	65.5633
6b		5 0.327 5	4.6725	4.345	1.8475	1.52	2.825	65.0173

Lampiran 9 Persentase air teruapkan untuk proses dengan pengurangan tekanan 25 mmHg pada suhu 80 °C

No	tx	Al	Al + Tp (to)	Tp (to)	Al + Tp (tx)	Tp (tx)	Air Teruapkan	% Air Teruapkan
1a	10	0.3665	4.6335	4.267				
1b		0.3485	4.6515	4.303				
2b	11	0.3665	4.6335	4.267	1.983	1.6165	2.6505	82.1162
2b		0.3485	4.6515	4.303	2.2175	1.869	2.434	58.5652
3a	12	0.3575	4.6425	4.285	1.8155	1.458	2.827	85.9743
3b		0.352	4.648	4.296	1.8405	1.4885	2.8075	85.3515
4a	13	0.355	4.665	4.29	1.8035	1.4485	2.8415	86.2354
4b		0.354	4.646	4.292	1.781	1.427	2.865	86.7521
5a	14	0.3535	4.6465	4.293	1.7595	1.408	2.887	87.249
5b		0.3665	4.6435	4.277	1.779	1.4125	2.8645	86.9745
6a	15	0.3815	4.6385	4.277	1.7845	1.423	2.854	86.729
6b		0.3635	4.6385	4.273	1.772	1.4085	2.845	87.0372

Keterangan :

Al = Aluminium
 Tp = Tempe
 Al + Tp = Aluminium + Tempe
 To = Berat awal
 Tx = Berat setelah pengeringan

Lampiran 10a. Daftar Hasil Data Pengeringan Vakum Tempes pada Tekanan 15 inHg

Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata
	1	2		
a1b1	40.26	42.14	82.40	41.20
a1b2	55.84	62.13	117.97	58.99
a1b3	58.88	60.72	119.60	59.80
a2b1	49.61	57.00	106.61	53.30
a2b2	64.36	62.00	126.36	63.18
a2b3	65.55	66.40	131.95	65.97
a3b1	63.55	64.02	127.57	63.78
a3b2	66.77	66.38	133.15	66.57
a3b3	67.40	66.46	133.86	66.92
a4b1	66.23	66.23	132.46	66.23
a4b2	66.93	67.17	134.10	67.05
a4b3	66.96	67.10	134.06	67.02
a5b1	67.58	67.34	134.92	67.46
a5b2	67.44	67.68	135.12	67.56
a5b3	67.08	67.68	134.76	67.28
Total	936.54	944.23	1880.77	938.35

Lampiran 10b. Daftar Hasil Sidik Ragam Pengeringan Vakum Tempes pada Tekanan 15 inHg

Sumber	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hit	F. 0,5	F. 0,1
Perlakuan	14	1582,758	113,054	36,784	2,40	3,25
A	4	1035,344	258,836	84,217 **	2,06	4,29
B	2	264,328	132,164	43,002 **	3,58	6,36
AB	8	283,086	35,386	11,513 **	2,64	4,00
Galat	15	46,102	3,073			
Total	29	1628,859	56,168			

Keterangan **) = berbeda sangat nyata

Lampiran 11a. Rekapitulasi Data Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Vakum Tempe pada Tekanan 20 inHg

Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata
	1	2		
a1b1	42,12	43,10	85,22	42,61
a1b2	51,30	55,45	106,75	53,37
a1b3	62,39	60,75	123,14	61,57
a2b1	59,63	67,49	127,12	63,56
a2b2	64,20	64,90	129,1	64,55
a2b3	65,99	66,03	132,02	66,01
a3b1	65,05	65,17	130,22	65,11
a3b2	65,55	65,85	131,4	65,7
a3b3	66,83	66,74	133,57	66,78
a4b1	66,82	66,42	133,24	66,62
a4b2	66,31	66,93	133,24	66,62
a4b3	66,88	67,51	134,39	67,19
a5b1	66,28	67,07	133,35	66,67
a5b2	66,65	66,76	133,32	66,66
a5b3	66,79	75,13	141,92	70,96
Total	982,4	1690	2358	1681

Lampiran 11b. Daftar Hasil Sidik Ragam Pengeringan Vakum Tempe Tempe pada Tekanan 20 inHg

Sumber	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hit	F 0,5	F 0,1
Perlakuan	14	1353,891	96,706	18,786	2,40	3,25
A	4	958,242	239,561	46,535 **	2,06	4,89
B	2	156,898	78,449	15,239 **	3,68	6,36
AB	8	238,750	29,844	1,798 **	2,64	4,00
Galat	15	77,219	5,148			
Total	29	1431,109	49,349			

Keterangan : **) = berbeda sangat nyata

Lampiran 12a. Rekapitulasi Data Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Vakum Tempe pada Tekanan 25 inHg

Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata
	1	2		
a1b1	44,38	41,33	85,71	42,85
a1b2	59,22	60,97	120,19	60,09
a1b3	62,12	56,56	118,68	59,38
a2b1	60,85	61,49	122,34	61,17
a2b2	64,41	64,17	128,58	64,29
a2b3	65,97	65,75	131,72	56,86
a3b1	63,88	64,28	127,16	63,58
a3b2	64,97	64,62	129,59	64,79
a3b3	65,23	66,75	132,98	66,49
a4b1	65,47	65,20	130,67	65,33
a4b2	65,24	65,18	130,42	65,21
a4b3	67,25	66,97	134,22	67,11
a5b1	65,94	65,07	131,01	65,50
a5b2	65,56	65,02	130,58	65,29
a5b3	66,73	65,04	133,77	66,68
Total	1762	1574	2642	1590

Lampiran 12b. Daftar Hasil Sidik Ragam Pengeringan Vakum Tempe pada Tekanan 25 inHg

Sumber	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hit	F. 0,5	F. 0,1
Perlakuan	14	1022,461	73,033	47,972	2,40	3,52
A	4	606,344	151,586	99,571 **	3,06	4,89
B	2	157,477	78,738	51,720 **	3,68	6,36
AB	8	258,641	32,330	21,236 **	2,64	4,00
Galat	15	22,836	1,522			
Total	29	1045,297	36,045			

Keterangan : **) = berbeda sangat nyata

Lampiran 13. Hasil rata-rata analisa sensori warna pada cookies.

Panellis	Perlakuan		
	A	B	C
1	7	7	7
2	6	7	7
3	6	6	7
4	6	6	7
5	6	6	7
6	6	6	8
7	6	6	6
8	5	5	7
9	6	6	7
10	6	5	8
11	6	6	8
12	7	7	7
13	6	6	7
14	6	6	7
15	6	6	7
16	6	6	7
17	6	6	7
18	6	5	7
19	6	6	7
20	5	6	7
Total	120	120	142
Rata-rata	6	6	7,1

Lampiran 14. Hasil rata-rata analisa sensori rasa pada cookies.

Panelis	Perlakuan		
	A	B	C
1	6	6	7
2	6	6	7
3	6	6	7
4	5	6	7
5	5	5	7
6	5	6	7
7	6	7	8
8	5	5	7
9	6	5	7
10	6	6	7
11	6	6	8
12	6	6	7
13	6	6	7
14	6	6	8
15	6	5	7
16	6	6	6
17	5	6	7
18	6	6	7
19	6	6	8
20	5	6	7
Total	114	117	143
Rata-rata	5,7	5,85	7,15

Lampiran 15 Hasil rata-rata analisa sensor aroma pada cookies

Panelis	Perlakuan		
	A	B	C
1	8	7	8
2	7	7	8
3	7	7	8
4	6	6	7
5	6	6	7
6	6	6	7
7	6	6	7
8	6	6	7
9	7	6	6
10	6	6	8
11	6	6	8
12	6	6	8
13	6	6	8
14	6	6	8
15	6	6	7
16	6	6	8
17	6	6	8
18	6	6	7
19	6	6	8
20	6	6	7
Total	114	114	160
Rata-rata	5,7	5,7	7,5

Lampiran 16 hasil rata-rata analisa sensori after taste pada cookies.

Panelis	Perlakuan		
	A	B	C
1	5	5	8
2	5	5	7
3	6	6	7
4	5	6	7
5	5	5	6
6	5	5	8
7	5	5	8
8	5	5	7
9	7	6	8
10	6	6	8
11	8	8	8
12	8	8	8
13	6	5	8
14	5	6	8
15	5	5	6
16	5	6	8
17	5	5	7
18	5	5	8
19	5	6	8
20	5	6	7
Total	111	114	150
Rata-rata	5,55	5,7	7,5