

Katakanlah: "Kalau sekiranya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-kalimat Tuhanku, sungguh habislah lautan itu sebelum habis (ditulis) kalimat-kalimat Tuhanku, meskipun Kami datangkan tambahan sebanyak itu (pula)"

-----QS. Al-Kahfi: 109 -----

Dan seandainya pohon-pohon di bumi menjadi pena dan laut (menjadi tinta), ditambahkan kepadanya tujuh laut (lagi) sesudah (kering) nya, niscaya tidak akan habis-habisnya (dituliskan) kalimat Allah

----- QS. Luqman: 27 -----

Persembahan untuk orang-orang tercinta, sebagai tanda bakti dan cintaku karena Allah SWT semata:

----- Mamah dan Bapak
Aa dan keluarga
Aam dan Ati -----



**BISKUIT BERPROTEIN TINGGI DARI CAMPURAN
TEPUNG TERIGU, SINGKONG DAN TEMPE KEDELAI**



Oleh

IIN INAYATI

F 22. 1227



1 9 9 1

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

B O G O R

Iin Inayati. F 22.1227. Biskuit Berprotein Tinggi dari Campuran Tepung Terigu, Singkong dan Tempe Kedelai. Di bawah bimbingan Deddy Muchtadi dan Made Astawan.

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pembuatan tepung singkong dari singkong manis dengan menitikberatkan kadar HCN tepung serendah mungkin, mempelajari pembuatan tepung tempe, dan pembuatan biskuit dengan mensubstitusi tepung terigu secara parsial dengan tepung singkong, serta suplementasi tepung tempe.

Pembuatan tepung singkong melalui tahap pengupasan, pemotongan, pencucian, perendaman, penirisan, pamarutan, pengepresan, penjemuran dan penggilingan/penepungan. Tepung tempe dibuat melalui tahap pemotongan, pengukusan, pengeringan, dan penepungan. Adapun pembuatan biskuit dilakukan dengan tahap-tahap pencampuran bahan, pembuatan lembaran adonan, pencetakan dan pemanggangannya.

Pada penelitian ini digunakan dua tingkat rasio tepung dan tiga tingkat suplementasi tepung tempe. Rasio tepung terigu: tepung singkong yang digunakan adalah 100:0 dan 70:30. Sedangkan suplementasi tepung tempe yang digunakan sebanyak 0, 15, dan 30 persen dari total tepung.

Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan jumlah tepung singkong yang digunakan meningkatkan kadar air, de-



derajat reaksi pencoklatan non enzimatis, daya serap air, dan daya cerna pati in vitro. Sedangkan peningkatan suplementasi tepung tempe meningkatkan kadar air, kadar protein, derajat reaksi pencoklatan non enzimatis, daya serap air, dan daya cerna pati in vitro.

Sebaliknya peningkatan jumlah tepung singkong yang digunakan menurunkan kadar protein, daya cerna protein in vitro, skor kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, kerenyahan dan penerimaan, serta menurunkan derajat keputihan biskuit. Peningkatan suplementasi tepung tempe menurunkan daya cerna protein in vitro, skor kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, kerenyahan dan penerimaan, serta menurunkan derajat keputihan biskuit.

Berdasarkan hasil uji organoleptik, terdapat tiga formula biskuit yang masuk selang penerimaan tertinggi, yaitu biskuit yang dibuat dengan formula tanpa penggunaan tepung singkong dan tanpa suplementasi tepung tempe, biskuit dengan penambahan 30% tepung singkong dan tanpa suplementasi dengan tepung tempe, serta biskuit dengan penambahan 30% tepung singkong dan 15% tepung tempe. Kadar protein dari ketiga biskuit tadi berturut-turut adalah: 12.58%, 11.84%, dan 15.41%.

BISKUIT BERPROTEIN TINGGI DARI CAMPURAN
TEPUNG TERIGU, SINGKONG DAN TEMPE KEDELAI

Oleh

IIN INAYATI

F 22.1227

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

1991

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR



INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

BISKUIT BERPROTEIN TINGGI DARI CAMPURAN
TEPUNG TERIGU, SINGKONG DAN TEMPE KEDELAI

Oleh

IIN INAYATI

F 22.1227

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

Tanggal lulus: 26 Juli 1991

Disetujui,
Bogor, 1991


Ir. Made Astawan, MS.
Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Deddy Muchtadi, MS.
Dosen Pembimbing I

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillah, penulis panjatkan puji syukur ke hadlirat Allah SWT atas karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

Penelitian ini terlaksana dengan bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Penulis menghaturkan penghargaan dan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Deddy Muchtadi, MS. dan Bapak Ir. Made Astawan, MS. selaku pembimbing yang telah memberikan perhatiannya.
2. Ibu Ir. Nuri Andarwulan selaku penguji.
3. Endang, Ening, dan Petrus yang telah banyak membantu selama penelitian.
4. Mamah, Bapak, AA dan keluarga, Aam, dan Ati yang telah banyak memberikan perhatian dan dorongan.

Dan penulis haturkan pula terima kasih kepada pihak lain yang tidak sempat disebut satu-persatu atas bantuan dan bimbingannya selama penelitian.

Penulis sangat mengharapkan saran dan perbaikan guna penyempurnaan selanjutnya. Semoga skripsi ini bermanfaat.

Bogor, Juli 1991

Penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. MASALAH KECUKUPAN PANGAN DAN GIZI	4
B. BISKUIT	5
C. TEPUNG TERIGU	15
D. TEPUNG SINGKONG	16
E. TEMPE KEDELAI	21
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	24
A. BAHAN DAN ALAT	24
B. METODE PENELITIAN	24
C. PERLAKUAN	26
D. PENGAMATAN	26
E. RANCANGAN PERCOBAAN	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. TEPUNG SINGKONG	36
B. TEPUNG TERIGU	39
C. TEPUNG TEMPE	39
D. FORMULASI BISKUIT	42



Halaman

E. HASIL PENGAMATAN DAN ANALISIS	44
V. KESIMPULAN	65
VI. DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	71

Hak Cipta: IPB University

1. Diizinkan mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip nama dan institusi sumber.

2. Tidak diperkenankan untuk menyalin, menduplikasi, atau mengedit karya tulis ini untuk tujuan komersial.

3. Diperbolehkan untuk mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dengan catatan sumbernya harus disebutkan.

4. Dilarang memperjualbelikan dan menyalin karya tulis ini untuk tujuan komersial tanpa izin IPB University.

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Proses pembuatan biskuit (Sunaryo, 1985)	8
Gambar 2. Proses pembuatan tepung singkong (Departemen Perindustrian, 1989)	18
Gambar 3. Skema proses pembuatan biskuit	25
Gambar 4. Proses pembuatan tepung singkong	37
Gambar 5. Skema pembuatan tepung tempe	41
Gambar 6. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar air biskuit	45
Gambar 7. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar protein biskuit	46
Gambar 8. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap derajat reaksi pencoklatan non enzimatis	48
Gambar 9. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap daya cerna protein biskuit	50
Gambar 10. Hubungan antara derajat reaksi pencoklatan non enzimatis dengan daya cerna protein biskuit <u>in vitro</u>	50
Gambar 11. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap daya serap air biskuit	52
Gambar 12. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap skor kesukaan warna biskuit	54
Gambar 13. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap skor kesukaan aroma biskuit	55
Gambar 14. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap skor kesukaan rasa biskuit	55

Halaman

Gambar 15. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kesukaan kerenyahan biskuit	57
Gambar 16. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kesukaan penerimaan biskuit	58
Gambar 17. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap daya cerna pati biskuit	61
Gambar 18. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap derajat putih biskuit	62
Gambar 19. Hubungan antara derajat putih biskuit dengan derajat reaksi pencoklatan non enzimatis biskuit	63
Gambar 20. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar energi biskuit	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Syarat mutu biskuit	14
Tabel 2. Komposisi kimia beberapa jenis biskuit berprotein tinggi	15
Tabel 3. Persyaratan terigu untuk biskuit	16
Tabel 4. Produksi singkong pada tahun 1984-1988	17
Tabel 5. Komposisi zat gizi umbi singkong segar dan umbi singkong kering (gaplek) per 100 gram bahan	19
Tabel 6. Komposisi kimia dan mutu gizi kedelai dibandingkan dengan tempe	23
Tabel 7. Hasil analisis kandungan HCN pada singkong dengan beberapa perlakuan pada penelitian pendahuluan	36
Tabel 8. Komposisi kimia tepung singkong	38
Tabel 9. Komposisi kimia tepung terigu	39
Tabel 10. Komposisi kimia tepung tempe	41
Tabel 11. Beberapa formula baku yang dicoba pada penelitian pendahuluan untuk dipilih pada penelitian utama	42
Tabel 12. Formula biskuit yang digunakan dalam penelitian	44
Tabel 13. Komposisi kimia tiga biskuit yang paling disukai per 100 gram bahan	59

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan angka kecukupan protein rata-rata tingkat nasional (per orang/hari)	72
Lampiran 2. Perhitungan angka kecukupan energi rata-rata tingkat nasional (per orang/hari)	73
Lampiran 3. Syarat mutu dan cara uji biskuit ...	74
Lampiran 4. Lembar evaluasi uji organoleptik ...	77
Lampiran 5. Hasil analisis biskuit	78
Lampiran 6a. Analisis ragam kadar air biskuit ...	79
Lampiran 6b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap kadar air biskuit	79
Lampiran 6c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap kadar air biskuit ...	79
Lampiran 6d. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar air biskuit	80
Lampiran 7a. Analisis ragam kadar protein biskuit	81
Lampiran 7b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap kadar protein biskuit	81
Lampiran 7c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap kadar protein biskuit	81
Lampiran 7d. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar protein biskuit	82
Lampiran 8a. Analisis ragam derajat reaksi pencoklatan non enzimatis	83
Lampiran 8b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap derajat reaksi pencoklatan non enzimatis	83



Lampiran 8c.	Uji BNJ pengaruh supelementasi tepung tempe terhadap derajat reaksi pencoklatan non enzimatis biskuit	83
Lampiran 9a.	Analisis ragam daya cerna protein biskuit	84
Lampiran 9b.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap daya cerna protein biskuit <u>in vitro</u>	84
Lampiran 9c.	Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap daya cerna protein biskuit <u>in vitro</u>	84
Lampiran 10a.	Analisis ragam daya serap air biskuit	85
Lampiran 10b.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap daya serap air biskuit	85
Lampiran 10c.	Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap daya serap air biskuit	85
Lampiran 10d.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap daya serap air biskuit	86
Lampiran 11a.	Analisis ragam skor kesukaan terhadap warna biskuit	87
Lampiran 11b.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap warna biskuit	87
Lampiran 12a.	Analisis ragam skor kesukaan terhadap aroma biskuit	88
Lampiran 12b.	Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap aroma biskuit	88
Lampiran 12c.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap aroma biskuit ..	88
Lampiran 13a.	Analisis ragam skor kesukaan terhadap rasa biskuit	89

Lampiran 13b.	Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap rasa biskuit	89
Lampiran 14a.	Analisis ragam skor kesukaan terhadap kerenyahan biskuit	90
Lampiran 14b.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap kerenyahan biskuit	90
Lampiran 14c.	Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap kerenyahan biskuit ..	90
Lampiran 14d.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kerenyahan biskuit	91
Lampiran 15a.	Analisis ragam skor kesukaan terhadap penerimaan biskuit	92
Lampiran 15b.	Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap penerimaan biskuit ..	92
Lampiran 15c.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap penerimaan biskuit	92
Lampiran 16a.	Analisis ragam daya cerna pati biskuit <u>in vitro</u>	93
Lampiran 16b.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap daya cerna pati biskuit <u>in vitro</u>	93
Lampiran 16c.	Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap daya cerna pati biskuit <u>in vitro</u>	93
Lampiran 17a.	Analisis ragam derajat putih biskuit	94
Lampiran 17b.	Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap derajat putih biskuit	94
Lampiran 17c.	Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap derajat putih biskuit	94
Lampiran 18.	Analisis ragam kadar energi biskuit .	95

I. PENDAHULUAN

Masalah kekurangan energi dan protein merupakan masalah serius, terutama dengan semakin bertambahnya penduduk dunia. Di Indonesia kenyataan menunjukkan bahwa kekurangan energi dan protein masih merupakan masalah gizi yang utama.

Dalam Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi (1988) dilaporkan bahwa kekurangan energi dan protein meliputi 30% anak-anak umur 0 - 6 tahun (9 juta orang), 7% wanita hamil (0.5 juta orang), dan 30% ibu menyusui (0.2 juta orang). Kekurangan energi dan protein tingkat berat bermanifestasi sebagai busung lapar, yang sering kali terjadi di daerah minus.

Untuk menanggulangi masalah kekurangan energi dan protein diperlukan penelitian yang seksama, terutama dalam menambah jenis makanan yang berprotein tinggi dan dalam mendapatkan sumber protein dari bahan-bahan yang bermutu baik.

Salah satu produk pangan yang disukai anak-anak hingga orang dewasa adalah biskuit. Hingga saat ini tepung terigu masih merupakan bahan utama dalam pembuatan biskuit di samping bahan tambahan lainnya seperti mentega dan gula. Untuk memenuhi kebutuhan tepung terigu di dalam negeri, Indonesia masih mengimpor dari luar negeri. Pada tahun 1987 biji gandum yang diimpor sebanyak 1 688 313 ton (Biro Pusat Statistik, 1988). Mengingat besarnya potensi singkong dan tempe, maka penggunaan tepung terigu dapat disubstitusi

dengan campuran tepung singkong dan tepung tempe untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor gandum nasional.

Singkong merupakan salah satu komoditas pangan sumber karbohidrat yang cukup potensial di Indonesia, namun pemanfaatannya belum optimal. Diperkirakan potensi produksi singkong di Indonesia mencapai 14 juta ton pada tahun 1988 (Biro Pusat Statistik, 1989).

Dilihat dari nilai gizinya, singkong mengandung karbohidrat dalam jumlah yang tinggi. Tetapi nilai gizi umbi singkong lebih rendah kadar proteinnya dari beras dan jagung (Winarno, 1981). Oleh karena itu usaha pemanfaatan singkong dalam penganeekaragaman pangan harus disertai dengan penambahan protein.

Tempe merupakan pilihan yang baik untuk meningkatkan kandungan protein tersebut. Selain kandungan proteinnya relatif tinggi, tempe juga memiliki keunggulan lain, yaitu harga yang relatif rendah dan mempunyai khasiat medis tertentu, seperti anti bakteri dan mencegah penyakit jantung koroner (Shurtleff dan Aoyagi, 1979).

Senyawa toksik yang umum terdapat dalam singkong adalah asam sianida (HCN). Pada dosis tinggi asam sianida merupakan racun yang mematikan, sedangkan pada dosis rendah diduga dapat menimbulkan gondok dalam jangka panjang (Fukuba dan Mendoza, 1984). Oleh karena itu perlu diteliti metoda pengolahan tepung singkong yang dapat menurunkan kadar HCN serendah mungkin.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pembuatan tepung singkong dari singkong manis dengan menitikberatkan pada metode pembuatan yang dapat menurunkan kadar HCN dalam tepung singkong menjadi serendah mungkin, mempelajari pemanfaatan tepung singkong sebagai bahan pensubstitusi tepung terigu dalam pembuatan biskuit, dan mempelajari suplementasi tempe kedelai pada produk biskuit untuk meningkatkan kadar protein produk.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. MASALAH KECUKUPAN PANGAN DAN GIZI

Untuk mengukur keadaan gizi masyarakat Indonesia, perlu ditetapkan pembakuan kecukupan gizi, pembakuan kecukupan energi, dan pembakuan kecukupan protein, sehingga dapat digunakan untuk memonitor status gizi masyarakat. Dalam Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi (1988), standar kecukupan energi rata-rata per orang per hari adalah 2 300 Kalori, dan standar kecukupan protein rata-rata per orang per hari adalah 50.0 gram.

Pada tingkat nasional, kebutuhan pangan dalam bentuk kalori dan protein rata-rata telah mencukupi, namun demikian ada sebagian penduduk yang belum memperoleh pangan yang cukup. Hal tersebut tercermin dari timbulnya masalah gizi seperti kekurangan energi dan protein (Anonim, 1988).

Usaha menanggulangi masalah kekurangan energi dan protein ditujukan kepada anak-anak Balita, ibu hamil dan menyusui, golongan masyarakat berpenghasilan rendah, serta penduduk di daerah rawan pangan termasuk yang terkena bencana alam. Untuk mencapai tujuan tersebut diantaranya perlu disediakan pangan yang beraneka ragam yang cukup dan merata serta terjangkau oleh daya beli rakyat sehingga dapat memenuhi kebutuhan gizi berbagai golongan penduduk (Anonim, 1988).

B. BISKUIT

Biskuit merupakan makanan kering yang tergolong makanan panggang atau kue kering. Biskuit dibuat dari bahan dasar tepung terigu atau tepung-tepungan lain, serta bahan tambahan lain membentuk suatu formula, sehingga menghasilkan biskuit dengan sifat struktur tertentu (Matz, 1978).

1. Bahan-bahan Pembentuk Biskuit

a. Tepung

Bermacam-macam tepung dapat digunakan untuk pembuatan biskuit. Menurut Matz (1978), tepung merupakan komponen pembentuk struktur dan pengikat serta membentuk cita rasa. Tingginya kandungan protein dari tepung yang digunakan akan menyebabkan tekstur yang keras dan penampakan yang kasar.

Sunaryo (1985) mengemukakan bahwa tepung gandum yang baik untuk pembuatan biskuit adalah dari jenis "soft wheat" (gandum lunak) dengan kadar protein 8 sampai 10 persen.

b. Lemak dan Minyak

Fungsi lemak dan minyak pada adonan adalah memberikan sifat elastis dan melunakkan tekstur. Lemak yang paling baik untuk pembuatan kue adalah lemak yang telah dihilangkan airnya dan tanpa rasa (Anonim, 1981).

Fungsi lemak adalah untuk memperbaiki kualitas penerimaan (melezatkan dan menambah nilai gizi), melembutkan, membantu pengembangan, membantu penyebaran dan memberikan flavor. Lemak dapat melembutkan atau membuat renyah dengan cara melapisi molekul pati dan gluten dalam tepung serta memutuskan ikatannya, juga dengan membatasi daya serap lemak terhadap air (Kaplan, 1971).

c. Gula

Fungsi gula dalam pembuatan kue adalah sebagai pemanis, pembentuk struktur, pemberi warna, dan pengontrol penyebaran (Matz, 1978).

Kaplan (1971) menyatakan bahwa gula yang baik untuk kue adalah gula halus, karena tidak menyebabkan terlalu besarnya penyebaran kue. Penyebaran kue juga dipengaruhi oleh jumlah gula yang ditambahkan. Jika penambahan gula terlalu banyak, akan menghasilkan kue yang kurang lembut dan kurang lezat akibat reaksi menyebarnya gluten tepung.

d. Garam

Peranan garam dalam pembuatan kue adalah untuk menguatkan flavor dan menambah struktur (Kaplan, 1971). Matz (1978) menyebutkan bahwa sebagian besar formula

kue menggunakan satu persen garam atau kurang. Tepung dengan kadar protein rendah lebih banyak membutuhkan garam, sebab garam berpengaruh memperkuat protein (Anonim, 1981).

e. Soda Kue

Soda kue adalah bahan pengaerasi yang terbuat dari campuran zat pereaksi asam dengan natrium karbonat (Na_2CO_3) dengan atau tanpa penambahan pati (pengisi). Bahan pengaerasi yang baik untuk kue adalah amonium bikarbonat, yang mudah terurai menjadi NH_3 dan CO_2 serta tidak meninggalkan padatan. Fungsi bahan pengaerasi adalah untuk membuat adonan menjadi ringan dan porous (Kaplan, 1971).

f. Air

Dalam pembuatan roti dan kue, air mempunyai banyak fungsi, antara lain mengontrol kepadatan adonan, menolong mengontrol suhu adonan, melarutkan garam, menahan dan menyebarkan bahan-bahan bukan tepung secara seragam, membasahi dan mengembangkan pati serta menjadikannya dapat dicerna, dan air memungkinkan terjadinya kegiatan enzim (Anonim, 1981).

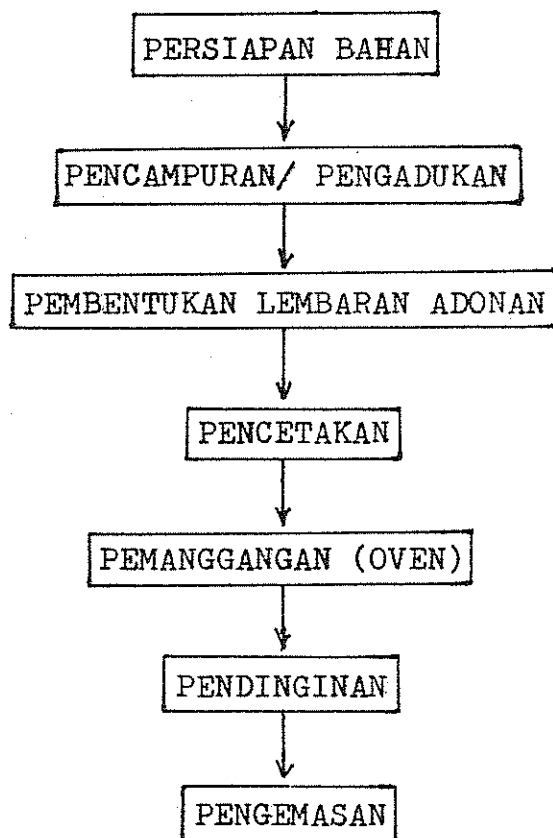
g. Susu

Susu digunakan untuk memperbaiki warna, aroma, menahan penyerapan air, sebagai bahan pengisi, dan

untuk meningkatkan nilai gizi biskuit. Penggunaan susu bubuk lebih menguntungkan dibandingkan susu cair (Anonim, 1981).

2. Proses Pembuatan Biskuit

Pembuatan biskuit dilakukan dengan cara mencampurkan bahan sehingga membentuk adonan, kemudian dicetak dan dipanggang dalam oven sehingga menghasilkan biskuit. Skema pembuatan biskuit terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pembuatan biskuit (Sunaryo, 1985)

a. Persiapan Bahan

Masing-masing bahan dalam tahap ini ditimbang atau diukur volumenya berdasarkan komposisi adonan. Bahan baku yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: bebas dari kotoran, batu, komponen mikroba, serangga dan tikus, serta memenuhi standar mutu yang ditetapkan (Sunaryo, 1985).

b. Pencampuran atau Pengadukan

Tujuan pencampuran atau pengadukan adalah untuk memperoleh adonan yang homogen dan menghasilkan pengembangan gluten yang diinginkan. Proses pencampuran dilakukan dengan mixer.

Untuk mendapatkan adonan yang baik perlu memperhatikan waktu pengadukan sehingga tercapai pengembangan gluten yang optimal. Pengadukan yang berlebihan akan merusak susunan gluten dan akan membuat adonan menjadi panas sehingga merusak tekstur biskuit serta menyebabkan retak pada permukaan biskuit pada saat pemanggangan. Jika waktu pengadukan kurang, maka adonan akan kurang menyerap air, sehingga adonan kurang elastis dan lembaran adonan menjadi mudah patah (Sunaryo, 1985).

Sunaryo (1985) membagi beberapa jenis adonan sesuai dengan jenis produk yang dikehendakinya, yaitu:

1) Adonan Pendek

Adonan ini digunakan untuk pembuatan "cookies". Pada adonan ini gluten tidak sampai mengembang akibat "shortening effect" dari lemak, efek pelunakan gula, dan rendahnya kadar air (sekitar 3 persen). Adonan ini memiliki kadar gula tinggi sekitar 25 - 40 persen dan kadar lemak 15 persen.

2) Adonan Keras

Adonan keras digunakan untuk pembuatan biskuit. Pada adonan ini gluten mengembang sampai batas tertentu, karena air yang ditambahkan tidak sebanyak pada adonan fermentasi. Selain terjadi pengembangan gluten, juga terjadi ikatan antara protein dan pati, larutnya gula, garam, pengembang, dan dispersi lemak ke seluruh bagian adonan. Kandungan lemak pada adonan ini 15 persen dan gula 20 persen.

Proses pencampuran pada kedua adonan di atas adalah sebagai berikut: semua bahan kecuali tepung diaduk dengan mixer sampai tercampur halus, baru kemudian tepung dimasukkan untuk kemudian diaduk lagi bersama-sama.

3) Adonan Fermentasi

Adonan fermentasi digunakan untuk pembuatan biskuit crackers. Pada adonan ini gluten mengembang penuh karena air yang ditambahkan memungkinkan terjadinya pengembangan tersebut (30 persen). Hal ini mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk akhir, penyusutan panjang setelah pencetakan dan pemanggangan. Biasanya produk akhir mempunyai sifat "crispinnes" tertentu. Kadar gula adonan sangat rendah, dengan kadar lemak 25 - 30 persen.

Segera setelah proses pencampuran adonan selesai, adonan harus digunakan maksimal 30 menit kemudian. Apabila adonan dibiarkan terlalu lama, adonan dapat menyerap air dari lingkungannya sehingga mempengaruhi pengembangan gluten, atau adonan menjadi keras karena terjadi penguapan air.

c. Pembuatan Lembaran Adonan

Pelempengan atau pembuatan lembaran adonan bertujuan untuk mengubah bentuk adonan (deformasi) dan menarik adonan secara mekanis. Pelempengan sebaiknya dilakukan setelah proses pencampuran sesegera mungkin, agar adonan dapat dibentuk menjadi lembaran pada saat pengembangan yang optimal. Pelempengan

berlangsung secara berulang agar dihasilkan suatu lembaran adonan yang halus dan kompak (Sunaryo, 1985).

d. Pencetakan

Proses pencetakan bertujuan untuk memberi bentuk biskuit. Pada industri-industri biskuit, proses ini dapat dilakukan dengan alat "reciprocating cutter" atau "wire cutter", tergantung dari jenis adonan biskuit (Sunaryo, 1985).

e. Pemanggangan

Pemanggangan biskuit dilakukan dengan oven. Suhu dan waktu pemanggangan berlangsung antara 2.5 - 30 menit, tergantung suhu, macam oven, dan jenis biskuitnya (Sunaryo, 1985).

Menurut Sunaryo (1985), perubahan yang terjadi selama pemanggangan biskuit adalah perubahan struktur, pengurangan kadar air, dan perubahan warna.

f. Pendinginan dan Pengemasan

Pendinginan biskuit segera setelah keluar dari oven mutlak diperlukan, dengan tujuan untuk menurunkan suhu dengan segera dari suhu pemanggangan ke suhu ruang untuk mencegah penyerapan uap air, mencegah kontaminasi kotoran dari atmosfer, dan untuk pengerasan tekstur biskuit. Begitu keluar dari oven,

tekstur biskuit agak lunak dan elastis karena gula dan lemak masih berbentuk cair. Jika telah dingin gula dan lemak kembali padat sehingga tekstur mengeras (Sunaryo, 1985).

Biskuit termasuk produk yang cepat menyerap air dan oksigen, oleh karena itu bahan pengemas harus kedap air, kedap oksigen, kedap terhadap komponen volatil (terutama flavor), kedap terhadap sinar, dan mampu melindungi biskuit dari kerusakan mekanis (Sunaryo, 1985).

3. Biskuit Berprotein Tinggi

Menurut Standar Industri Indonesi (1978), biskuit didefinisikan sebagai sejenis makanan yang terbuat dari tepung dengan penambahan bahan makanan lain, dengan proses pemanasan dan pencetakan. Syarat mutu biskuit tercantum pada Tabel 1.

Biskuit berprotein tinggi adalah biskuit yang dibuat dengan penambahan bahan lain (sumber protein) untuk meningkatkan kadar protein biskuit. Beberapa penelitian tentang pembuatan biskuit berprotein tinggi telah dilakukan antara lain oleh Vaidehi et al. (1985) dan Young et al. (1985).

Vaidehi et al. (1985) meneliti biskuit yang dibuat dari campuran "millet" dan kacang tanah (7:3). Kandungan protein biskuit tersebut adalah 8.0 persen (untuk

coloured millet) dan 11.0 persen (untuk white millet). Pada biskuit kontrol (100 persen "millet") diperoleh kandungan protein sebesar 6.6 persen.

Tabel 1. Syarat mutu biskuit^a

Karakteristik	Spesifikasi
Air	maksimum 5.0 %
Protein	minimum 9.0 %
Lemak	minimum 9.5 %
Abu	maksimum 1.5 %
Karbohidrat	minimum 70.0 %
Logam berbahaya	negatif
Serat kasar	maksimum 0.5 %
Kalori (Kal / 100 gram)	minimum 400.0
Jenis tepung	terigu
Bau dan rasa	normal, tidak tengik
Warna	normal

^aStandar Industri Indonesia No. 0177-78, 1978

Young et al. (1985) membuat biskuit dari tepung gandum dengan penambahan susu skim sekitar 25 persen. Kandungan protein yang diperoleh adalah 8.4 persen dengan nilai kalori 500 Kalori (2.09 mJ). Young membandingkan produknya dengan biskuit komersial yang beredar di Inggris. Produk komersial tersebut mengandung protein 4 - 6 persen.

Pada Tabel 2 disajikan beberapa produk biskuit berprotein tinggi yang dibuat dengan penambahan bahan sumber protein, seperti susu dan kacang-kacangan.

Kadar proteinnya berkisar antara 15.1 - 24.0 persen.

Tabel 2. Komposisi kimia beberapa jenis biskuit berprotein tinggi^a

Jenis biskuit	Energi (kJ)	(Kal)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Air (%)	Peneliti
Australian milk bisc.	1880	449	20	20	50.4	3.0	Buchanan & Townsend, 1969
New Zealand biscuit	2002	478	24	24.8	42.3	-	Chapman, 1968
Indian milk biscuit	2259	539	16.6	28.6	57.4	2.6	Bassi & Sukamar, 1973
Dutch biscuit	1765	422	20	11	64.8	2	Anonim, 1977
Ugandan Peanut biscuit	2058	492	20.9	26	-	-	Clegg, 1960
American biscuit	2079	497	15.1	26	54.2	4.7	Ranhotra, 1980

^aYoung et al., 1985

C. TEPUNG TERIGU

Tepung terigu merupakan hasil penggilingan gandum (*Triticum aestivum*). Terigu hasil penggilingan harus bersifat mudah tercurah, kering, tidak menggumpal jika ditekan, berwarna putih, bebas dari kulit, partikel, tidak berbau asing, bebas dari serangga, jamur, tikus, kotoran, dan kontaminan asing lainnya (Sunaryo, 1985).

Gandum dapat digolongkan menjadi dua, yaitu "hard wheat" (kadar protein tinggi), dan "soft wheat" (kadar

protein rendah). Jenis "soft wheat" adalah gandum yang cocok digunakan untuk pembuatan mie, biskuit, dan kue kering (Anonim, 1981). Persyaratan terigu untuk biskuit tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Persyaratan terigu untuk biskuit^a

Karakteristik	Spesifikasi
Kadar air	maksimum 13.0 %
Kadar protein	minimum 9.0 %
Kadar gluten	minimum 7.5 %
Kadar abu	maksimum 0.5 %
Daya serap air	minimum 55.0 %
Angka pengendapan	minimum 22.0 %
Sifat granular	memuaskan

^aSunaryo, 1985

D. TEPUNG SINGKONG

Singkong merupakan hasil pertanian yang mempunyai kapasitas produksi yang besar di Indonesia (Tabel 4). Akan tetapi singkong yang dihasilkan bersifat kamba, mudah rusak dan mempunyai harga jual yang sangat berfluktuasi. Hal tersebut menyebabkan perlunya proses pengolahan yang dapat meningkatkan nilai ekonomi singkong (Wirakartakusumah et al., 1989).

Sampai saat ini pengolahan singkong untuk keperluan industri masih belum berkembang, di mana sebagian besar singkong baru dimanfaatkan untuk pembuatan tepung tapioka, gaplek, serta dikonsumsi secara langsung (Wirakartakusumah et al., 1989).

Tabel 4. Produksi singkong pada tahun 1984 - 1988^a

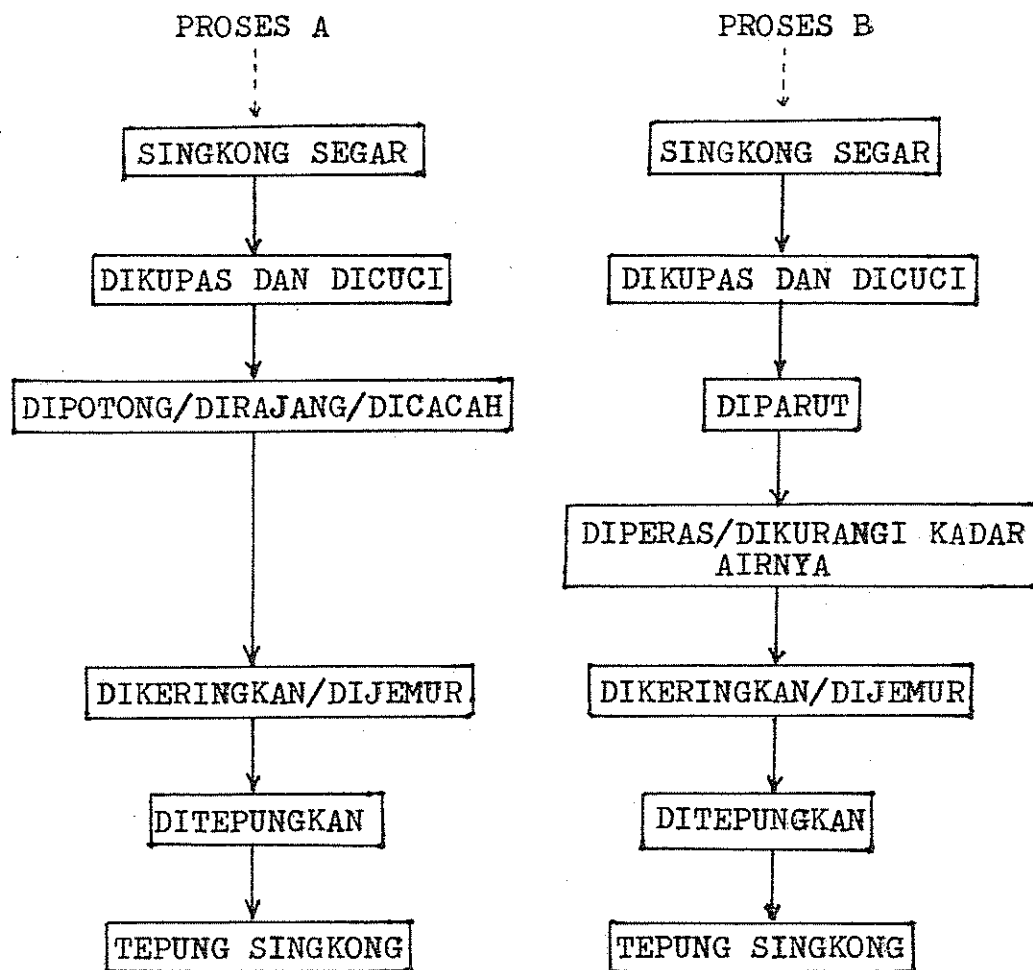
Tahun	Luas panen (ha)	Produksi (x 100 kg)
1984	1 350.4	14 167.1
1985	1 291.8	14 057.0
1986	1 169.9	13 312.1
1987	1 222.2	14 356.3
1988	809.4	9 810.7

^aBiro Pusat Statistik, 1989

Tepung singkong merupakan salah satu alternatif bentuk pengolahan singkong. Pada dasarnya tepung singkong mirip dengan tepung gaplek, dengan kualitas yang lebih baik. Menurut Departemen Perindustrian (1989), tepung singkong dapat dibuat melalui dua cara, yaitu proses pembuatan singkong iris tipis, dan melalui pembuatan singkong parut kering yang kemudian ditepungkan (Gambar 2).

Komponen yang terdapat dalam tepung singkong tidak terlepas dari komponen umbi singkong sebagai bahan bakunya. Komponen zat gizi umbi singkong segar dan umbi singkong kering (gaplek) tercantum pada Tabel 5.

Senyawa toksik pada singkong adalah asam sianida (HCN). Kadar HCN berbeda-beda pada umbi, kulit dan daun. Kadar HCN pada umbi ditentukan oleh varietas, faktor tanah, kondisi pertanaman, kelembaban, suhu dan umur (Wijandi, 1976). Kadar HCN juga dipengaruhi oleh perlakuan, pengolahan, dan masa simpan umbi (Ciptadi dan Nasution, 1978).



Gambar 2. Skema proses pembuatan tepung singkong (Departemen Perindustrian, 1989)

Dalam bidang pertanian dikenal umbi manis, yaitu umbi singkong yang memiliki kandungan HCN relatif rendah seperti Walenca, Gading, dan W78; dan umbi pahit, yaitu umbi singkong yang memiliki kandungan HCN relatif tinggi seperti SPP, Muara, Bogor, dan W36 (Syarief dan Irawati, 1988).

Di dalam umbi singkong HCN tidak terdapat bebas melainkan terikat dalam bentuk senyawa yang disebut lina-

Tabel 5. Komposisi zat gizi umbi singkong segar dan umbi singkong kering (gaplek) per 100 gram bahan^a

Komponen	Umbi segar	Gaplek
Protein (gram)	1.2	1.1
Lemak (gram)	0.3	0.5
Karbohidrat (gram)	34.7	88.2
Kalsium (mg)	33	84
Fosfor (mg)	40	125
Besi (mg)	0.7	1
Vitamin A (IU)	0	0
Vitamin B ₁ (mg)	0.06	0.04
Vitamin C (mg)	30	0
Air (gram)	62.5	13
Kalori (Kal)	146	363

^aDirektorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1979

marin atau glukosida aseton sianohidrin (Winarno, 1986). Iwatsuki dan Kojima (1984) menyatakan bahwa sianida dalam umbi singkong terdapat terutama dalam bentuk sianogenik glukosida, linamarin, dan lotaustralin, dengan sejumlah kecil sianida bebas.

Hidrolisis linamarin akan menghasilkan HCN, aseton, dan glukosa. Sedangkan hidrolisis lotaustralin menghasilkan glukosa, metil etil keton, dan HCN. Hidrolisis linamarin dapat terjadi dengan adanya enzim linamarinase yang aktif jika jaringan tanaman rusak (Nartey, 1973).

Menurut Conn (1979), untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan HCN dari bahan pangan, terdapat beberapa cara tradisional untuk detoksifikasi sianida. Cara

yang umum dilakukan diantaranya ialah perendaman, perebusan, ekstraksi pati dalam air, fermentasi, penyangraian, pengukusan, dan pengeringan.

Dalam jangka pendek adanya HCN dalam tubuh dapat mengakibatkan terganggunya oksidatif seluler karena enzim sitokrom oksidase berikatan kuat dengan HCN. Bila HCN terdapat dalam jumlah banyak, gangguan tersebut semakin besar dan dapat menyebabkan kematian (Winarno dan Jenie, 1982). Menurut Winarno (1986) dosis mematikan adalah sekitar 0.5 - 3.5 mg HCN/ kg berat badan. Sedangkan jumlah HCN di dalam umbi, menurut FAO yang dikutip oleh Winarno (1986), cukup aman bila kurang dari 50 mg/ kg umbi kering.

Dalam jangka panjang adanya HCN dalam tubuh diduga dapat menyebabkan penyakit gondok. Menurut Ermans et al. (1973), HCN dapat diubah menjadi SCN oleh enzim sulfur transferase. SCN ini menyebabkan pengosongan cadangan iodine dalam kelenjar tiroid dan menghambat penyerapan iodine oleh kelenjar tiroid.

Menurut Muchtadi (1983), beberapa kasus gondok endemik di Pulau Jawa diduga berasal dari konsumsi singkong secara terus-menerus dalam jumlah relatif besar. Bila umbi singkong dikonsumsi sekitar 40 - 50 persen dari konsumsi kalori total per hari, ada kemungkinan timbul penyakit gondok endemik (Nestel dan Mc Intyre, 1973).

E. TEMPE KEDELAI

Tempe adalah salah satu makanan tradisional Indonesia hasil fermentasi kapang Rhizopus oligosporus atau Rhizopus oryzae pada biji kedelai yang telah direbus. Mahmud (1987) mendefinisikan tempe yang baik sebagai suatu produk kompak terbungkus rata oleh miselium kapang, sehingga tampak berwarna putih dan bila diiris kelihatan keping biji kedelai berwarna kuning pucat di antara miselium kapang tersebut.

Produksi tempe di Indonesia adalah yang terbesar di dunia. Dalam tahun 1983 konsumsi kedelai mencapai 900 ribu ton yang meningkat menjadi 1.5 juta ton dalam tahun 1988. Sekitar 50 persen kedelai yang dikonsumsi berupa tempe, 40 persen sebagai tahu, dan selebihnya berupa kecap dan tauco. Dalam tahun 1988 penggunaan kedelai untuk tempe diperkirakan 764 000 ton, berarti konsumsi 6.45 kg tempe per orang, setara dengan 4.3 kg kedelai (Anonim, 1990).

Proses fermentasi menyebabkan tempe memiliki beberapa kelebihan dibandingkan kedelai, antara lain daya cerna yang relatif tinggi, asam lemak esensial yang lebih banyak dan berkurangnya zat anti nutrisi yang biasa terdapat di dalam kedelai, seperti tripsin inhibitor dan asam fitat (Steinkraus, 1983).

Selama fermentasi kedelai menjadi tempe, terjadi pencernaan enzimatik dan sintesis komponen-komponen baru.

Protein terpecah dan menghasilkan nitrogen terlarut dari 0.5% menjadi 2.0%, dan asam amino akan naik menjadi 85 kali (Stillings dan Hackler, 1965). Hidrolisis lemak menurunkan kadar lemak dari 22.5% menjadi 14.1% dan menghasilkan kenaikan asam lemak bebas dari 0.5% menjadi 21% (Steinkraus, 1983). Senyawa pereduksi turun karena tercernakan oleh kapang, dan hemiselulosa menurun dari 2.01% menjadi 1.13%, sementara itu kandungan serat naik dari 3.7% menjadi 5 - 8% karena adanya miselium kapang. Padatan terlarut naik dari 13% menjadi 21% (Steinkraus, 1983). Kandungan beberapa vitamin termasuk riboflavin, vitamin B6, asam pantotenat, biotin, senyawa folat, dan asam nikotinat naik, sementara thiamin menurun. Pada proses fermentasi kedelai menjadi tempe terbentuk pula vitamin B12 (Murata et al., 1967).

Sudarmadji (1977) menemukan bahwa kandungan asam fitat pada tempe menurun sampai sepertiga kandungan asam fitat pada kedelai. Hal ini terjadi karena selama fermentasi berlangsung, terjadi pembentukan enzim fitase.

Perubahan komposisi kimiawi yang terjadi pada kedelai selama proses fermentasi tersebut, secara bersama-sama memperbaiki sifat kedelai dalam hal rasa, aroma dan penampilan. Dibandingkan dengan kedelai, penggunaan tempe lebih menguntungkan karena disamping kandungan komponennya yang dibutuhkan tubuh, tempe juga lebih mudah dicernakan (Mahmud, 1987).

Tempe sangat tahan terhadap pembentukan peroksida sehingga tidak mudah tengik. Hal ini menunjukkan adanya antioksidan yang dikandung tempe. Menurut Murata et al. (1967), tempe memiliki antioksidan yang terdiri dari genestein, daidzein, dan 6,7,4'-trihidroksiisoflavinon.

Wang et al. (1969) melaporkan bahwa tempe mengandung senyawa antibakteri. Menurut Steinkraus (1983), senyawa tersebut efektif terhadap bakteri gram positif. Selain itu tempe juga memiliki aktifitas antidiare. Komposisi kimia dan mutu gizi kedelai dibandingkan dengan tempe dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Komposisi kimia dan mutu gizi kedelai dibandingkan dengan tempe^a

Komponen	Kedelai	Tempe
<u>Komposisi kimia</u> (% bahan kering):		
Protein	46.2	46.5
Lemak	19.1	19.7
Karbohidrat	28.5	30.2
Serat	3.7	7.2
Abu	6.1	3.6
Kalsium (mg)	254	347
Fosfor (mg)	781	729
Besi (mg)	11	9
<u>Mutu gizi</u> :		
Nilai cerna	75 - 85 (82)	83
Nilai hayati	41 - 74 (58)	
Nisbah keefisienan protein (PER)	0 - 1.6 (0.7)	2.12
NPU	48 - 61	

Angka dalam kurung adalah angka rata-rata

^aHermana, 1983

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. BAHAN DAN ALAT

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi singkong manis yang diperoleh dari Kebun Percobaan Darmaga, tempe kedelai dari pengrajin tempe di Ciluar, Bogor; garam, gula, margarin, soda kue, tepung susu, dan tepung terigu diperoleh dari Pasar Anyar Bogor, dan bahan-bahan kimia untuk analisa.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pamarut, pengering (oven), pengepres, alat penghancur, alat penggiling tepung, alat pengukus (otoklaf), pengayak, timbangan, alat pencampur (mixer), loyang, cetakan kue, termometer, dan peralatan lain.

B. METODE PENELITIAN

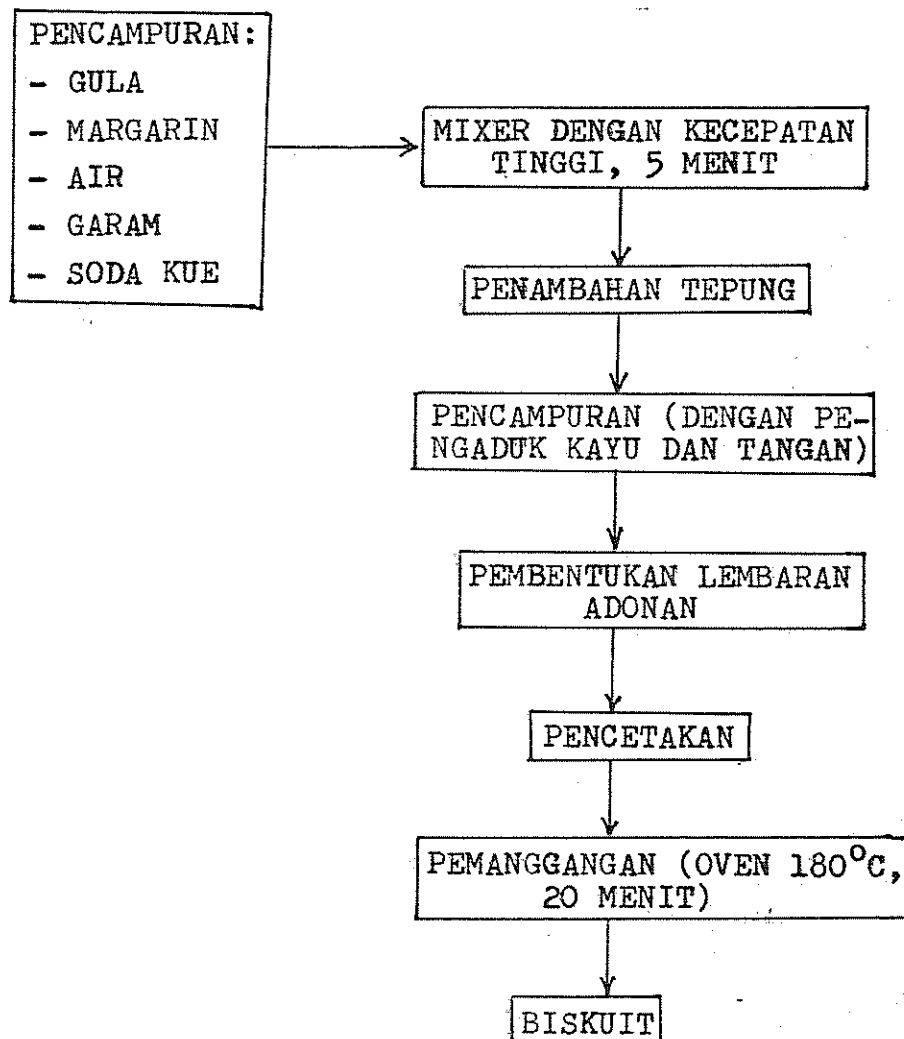
1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan meliputi :

- a. Penentuan metode pembuatan tepung singkong untuk memperoleh kadar HCN tepung yang paling rendah,
- b. Penentuan metode pembuatan tepung tempe,
- c. Penentuan formulasi biskuit yang akan digunakan dalam penelitian utama,
- d. Penentuan rasio tepung terigu:tepung singkong, dan jumlah tepung tempe yang akan disuplementasikan.

2. Penelitian Utama

Pada penelitian utama akan dipelajari pengaruh proporsi atau rasio tepung terigu: tepung singkong, dan jumlah tepung tempe yang disuplementasikan terhadap mutu produk akhir. Skema proses pembuatan biskuit dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema proses pembuatan biskuit

C. PERLAKUAN

Perlakuan dalam penelitian meliputi:

A : Rasio tepung terigu dan tepung singkong yang digunakan,

A1 : rasio I (100:0)

A2 : rasio II (70:30)

A1 dan A2 diperoleh dari penelitian pendahuluan.

B : Jumlah tepung tempe yang disuplementasikan dari total tepung,

B1 : suplementasi I (0 persen)

B2 : suplementasi II (15 persen)

B3 : suplementasi III (30 persen)

B1, B2, dan B3 diperoleh dari penelitian pendahuluan.

D. PENGAMATAN

1. Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan terhadap tepung terigu, tepung singkong, tepung tempe dan biskuit yang disukai. Analisis proksimat yang dilakukan meliputi: kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar serat kasar, kadar lemak, dan kadar karbohidrat.

a. Kadar Air

Kadar air contoh ditentukan dengan prosedur AOAC (1980). Contoh sebanyak dua gram dikeringkan

dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar air contoh diperoleh dengan menggunakan perhitungan:

$$\text{Kadar air} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

a = berat awal contoh (gram)

b = berat akhir contoh (gram).

b. Kadar Abu

Kadar abu ditentukan dengan prosedur AOAC (1980). Dua gram contoh diabukan dalam tanur pada suhu 600°C selama minimal 3 jam.

$$\text{Kadar abu} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

a = berat awal contoh (gram)

b = berat contoh setelah diabukan (gram).

c. Kadar Protein (Fardiaz et al., 1986)

Kadar protein dianalisis dengan metode mikro Kjeldahl. Ditimbang sejumlah kecil sampel (kira-kira membutuhkan 3 - 10 ml HCl 0.01 N atau 0.02 N) lalu ditambahkan 1 gram K_2SO_4 , 40 mg HgO, dan 2 ml H_2SO_4 . Jika sampel lebih dari 15 mg, ditambahkan 0.1 ml H_2SO_4 untuk setiap 10 mg bahan organik di atas 15 mg. Selanjutnya sampel dididihkan selama 1 - 1.5 jam sampai cairan jernih. Setelah mendidih dan didinginkan, ditambahkan sejumlah kecil air secara perlahan-lahan dan didinginkan lagi.

Isi labu Kjeldahl dipindahkan ke dalam alat destilasi. Labu Kjeldahl dicuci dan dibilas 5 - 6 kali dengan 1 - 2 ml air. Air cucian ini dimasukkan ke dalam alat destilasi, kemudian ditambah 8 - 10 ml larutan $\text{NaOH-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Erlenmeyer 125 ml yang berisi 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) diletakkan di bawah kondenser. Ujung tabung kondenser harus terendam di bawah larutan H_3BO_3 . Lalu dilakukan destilasi sampai tertampung kira-kira 15 ml destilat dalam erlenmeyer.

Tabung kondenser 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 abu-abu. Hal yang sama dilakukan terhadap blanko.

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

$$\%Protein = \%N \times \text{faktor koreksi (6.25)}$$

d. Kadar Serat Kasar (Fardiaz et al., 1986)

Sampel dihaluskan, sebanyak dua gram diekstrak lemaknya dengan Soxhlet, lalu sampel dipindahkan ke dalam erlenmeyer 600 ml. Jika ada, ditambahkan 0.5

asbes yang telah dipijarkan dan 3 tetes zat anti buih serta 200 ml larutan H_2SO_4 mendidih kemudian ditutup dengan pendingin balik. Didihkan selama 30 menit sambil kadang-kadang digoyangkan.

Suspensi disaring melalui kertas saring. Residu yang tertinggal dalam erlenmeyer dicuci dengan air mendidih. Residu dalam kertas saring dicuci sampai air cucian tidak bersifat asam lagi (diuji dengan kertas lakmus).

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

Kertas saring dikeringkan pada $110^{\circ}C$ sampai berat konstan, didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Apabila digunakan asbes, dikurangi dengan beban berat asbes.

Berat residu merupakan berat serat kasar.



e. Kadar Lemak (Fardiaz et al., 1986)

Labu lemak dikeringkan dalam oven pada suhu 105 - 110°C selama kira-kira 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang. Kira-kira 5 gram contoh dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam alat Soxhlet yang berisi petroleum eter atau dietil eter. Dilakukan reflux selama 5 jam. Pelarut yang ada dalam labu lemak didestilasi. Selanjutnya labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah mencapai berat tetap, labu lemak beserta lemaknya ditimbang. Berat lemak dapat dihitung.

$$\% \text{Lemak} = \frac{\text{Berat lemak (gram)}}{\text{Berat sampel (gram)}} \times 100\%$$

f. Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat ditentukan dengan perhitungan (by difference) sebagai berikut :

$$\text{KH} = 100\% - \%(\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$$

2. Kadar Protein Biskuit

Penentuan kadar protein biskuit dilakukan dengan metode Kjeldahl seperti pada analisis proksimat.

3. Kadar Air Biskuit

Penentuan kadar air biskuit dilakukan dengan metode oven seperti pada analisis proksimat.

4. Kadar Energi Biskuit

Kadar energi biskuit ditetapkan dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar energi} = 4 \times (\text{kadar protein} + \text{kadar karbohidrat}) \\ + (9 \times \text{kadar lemak}) \quad \text{Kalori}$$

5. Uji Organoleptik terhadap Biskuit

Uji organoleptik meliputi warna, aroma, rasa, kerenyahan, dan penerimaan. Uji organoleptik dilakukan dengan uji hedonik 5 skala untuk melihat penerimaan panelis terhadap biskuit. Yang menjadi panelis adalah 20 mahasiswa IPB. Format uji organoleptik dapat dilihat pada Lampiran 4.

6. Daya Cerna Protein Biskuit in vitro (Hsu et al., 1977)

Daya cerna protein ditentukan dengan teknik multi enzim. Contoh yang akan dianalisa digiling halus sampai lolos ayakan 80 mesh. Contoh disuspensikan dalam akuades sampai diperoleh konsentrasi 6.25 mg protein/ml. Lima puluh ml suspensi tersebut diatur pH-nya menjadi 8.0 dengan penambahan HCl 0.1 N dan/atau NaOH 0.1 N sambil diaduk dalam penangas air 37°C. Kemudian ditambah 5 ml larutan multi enzim. Setelah sepuluh menit

pH suspensi diukur. Daya cerna protein dihitung dengan persamaan regresi berikut:

$$Y = 210.464 - 18.103 X$$

di mana Y = daya cerna protein (%)

X = pH suspensi setelah 10 menit.

7. Daya Cerna Pati Biskuit in vitro

Daya cerna pati in vitro ditetapkan dengan menggunakan enzim alfa amilase (Kon et al., 1971). Suspensi tepung satu persen dipanaskan dalam penangas air selama 30 menit sampai tercapai suhu 90°C lalu didinginkan. Dua ml larutan tepung dalam tabung reaksi ditambah 3 ml akuades dan 5 ml larutan buffer Natrium fosfat 0.1 M pH 7.0. Kemudian dilakukan inkubasi dalam penangas air 37°C selama 15 menit. Selanjutnya ditambahkan 5 ml larutan alfa amilase dan diinkubasi lagi pada suhu 37°C selama 30 menit. Ke dalam tabung reaksi lain ambil 1 ml campuran reaksi, kemudian ditambah 2 ml pereaksi Dinitrosalisilat, lalu dipanaskan dalam penangas air 100°C selama 10 menit. Campuran reaksi tersebut didinginkan lalu diencerkan dengan menambahkan 10 ml akuades. Warna oranye merah dari campuran diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm. Kadar maltosa dihitung dengan menggunakan kurva standar maltosa murni yang diperoleh dengan mereaksikan larutan amilosa standar dengan pereaksi Dinitrosalisilat menggunakan prosedur di atas. Daya cerna

pati sampel dihitung sebagai persentase relatif terhadap pati murni.

$$\text{Daya cerna pati} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

a = kadar maltosa sampel setelah reaksi enzimatis

b = kadar maltosa pati murni setelah reaksi enzimatis.

8. Derajat Reaksi Pencoklatan Non Enzimatis

Derajat reaksi pencoklatan non enzimatis ditentukan berdasarkan metode pencernaan tripsin (Buckle dan Purnomo, 1986).

Sebanyak dua gram contoh dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 ml, ditambahkan larutan penyangga borat pH 7.8 sebanyak 20 ml dan 2.5 ml larutan tripsin 1% (w/V), kemudian diinkubasi selama 2 jam pada suhu 45°C dalam "orbital shaker" dengan laju 120 rpm. Tripsin diinaktifkan dengan penambahan 2 ml TCA 50%. Setelah itu ditambahkan 0.1 gram celite (filter aid), lalu disentrifuse 10 menit pada 5000 rpm.

Contoh cairan diambil dengan dekantasi dan diukur pada panjang gelombang 420 nm dan 600 nm. Derajat reaksi ini dinyatakan berdasarkan selisih nilai absorpsi 420 nm dan 600 nm.

9. Penyerapan Air oleh Biskuit (Pangloli, 1987)

Penyerapan air oleh biskuit dihitung sebagai jumlah air hangat (40°C) yang dapat diserap oleh biskuit

pada waktu tertentu. Penentuan waktu berdasarkan saat bahan menyerap air dalam jumlah maksimum. Sejumlah sampel ditimbang, lalu dicelupkan dalam air dan kemudian ditimbang kembali.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{b - a}{a} \times 100\%$$

a = berat contoh awal (gram)

b = berat contoh setelah dicelupkan dalam air (gram).

10. Kadar HCN (ACAC, 1984)

Sebanyak 10 - 20 gram contoh yang telah ditumbuk halus (20 mesh) dimasukkan ke dalam labu kjeldahl dan ditambahkan 200 ml akuades kemudian dimaserasi selama 2 jam, lalu didestilasi dengan uap. Destilat yang diperoleh ditampung dalam erlenmeyer yang telah diisi dengan 20 ml NaOH 2.5%.

Setelah destilat mencapai 150 ml, destilasi dihentikan. Destilat kemudian ditambah 8 ml NH_4OH , 2 ml KI 5% dan dititrasi dengan larutan AgNO_3 0.02 N sampai terjadi kekeruhan (kekeruhan ini mudah terlihat apabila di bawah erlenmeyer ditaruh kertas karbon hitam).

Berat HCN dapat dihitung dengan rumus:

$$1 \text{ ml } \text{AgNO}_3 \text{ 0.02 N} = 1.08 \text{ mg HCN}$$

11. Derajat Putih

Contoh yang berbentuk tepung diukur derajat putihnya dengan menggunakan alat Kett Electric Laboratory type C-1.

Pengukuran derajat putih didasarkan atas jumlah sinar yang dipantulkan oleh permukaan bahan yang diperiksa dibandingkan dengan standar lempengan plastik berwarna putih, yang derajat putihnya sama dengan warna putih asap pembakaran pita MgO (Magnesium Oksida).

Terdapat tiga skala untuk peneraan alat ini, yaitu 100 (dengan filter merah), 85 (dengan filter hijau), dan 79 (dengan filter biru). Untuk bahan pati-patian alat ditera pada skala 100, sedangkan untuk bahan dari biji-bijian digunakan skala 85.

Setelah alat ditera, sampel yang telah digiling halus dimasukkan ke dalam plat-plat yang tersedia, hingga padat dan rata. Pembacaan derajat putih dapat langsung dilakukan sesuai dengan jarum penunjuk alat.

E. RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap faktorial (2X3), dengan dua kali ulangan.

Model rancangan percobaan adalah:

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$$

di mana:

Y_{ijk} = variabel respon karena pengaruh faktor AB

u = pengaruh rata-rata

A_i = pengaruh faktor A pada taraf ke-i

B_j = pengaruh faktor B pada taraf ke-j

AB_{ij} = pengaruh interaksi antara taraf ke-i faktor A dengan taraf ke-j faktor B

E_{ijk} = pengaruh kesalahan percobaan pada ulangan ke-k

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

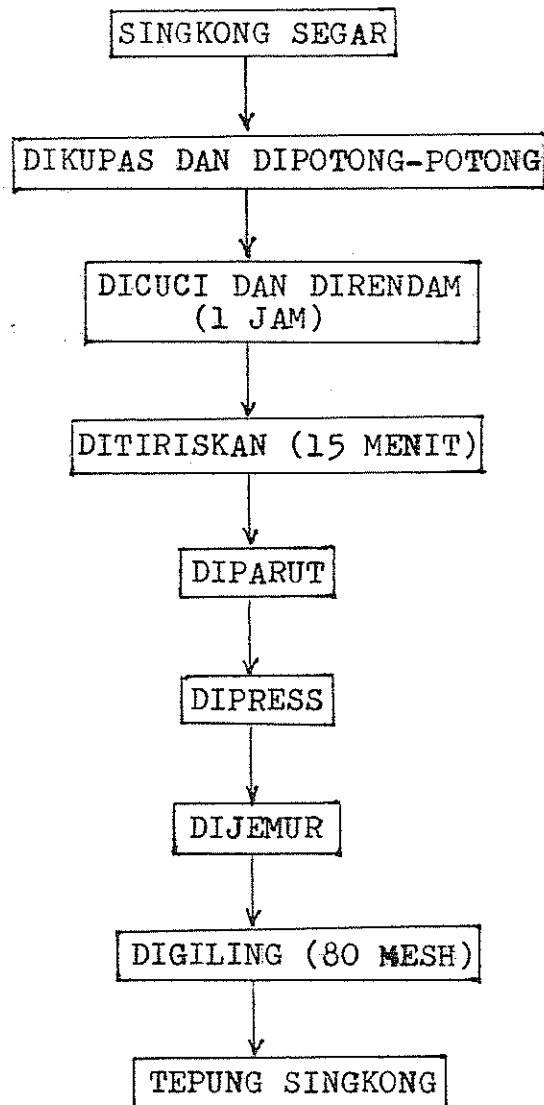
A. TEPUNG SINGKONG

Dalam penelitian ini digunakan singkong manis dari jenis Adira I . Untuk menentukan metode pembuatan tepung singkong yang menghasilkan kadar HCN serendah mungkin, maka pada penelitian pendahuluan dicoba beberapa macam perlakuan yang dapat mengurangi kadar HCN pada singkong yaitu pencucian, perendaman dan pengepressan; serta dua macam perlakuan pengeringan yaitu penjemuran dan pengeringan dengan oven pada suhu 40°C . Hasil penelitian pendahuluan ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis kandungan HCN pada singkong dengan beberapa perlakuan pada penelitian pendahuluan

Perlakuan	Kandungan HCN pada singkong (ppm)	Sisa HCN pada singkong (%)	Kandungan HCN pada tepung singkong (ppm)	
			Oven 40°C	Penjemuran
Segar	43.54	100.00		
Pencucian	40.91	91.66	(busuk)	16.17
Perendaman	39.35	90.70	(busuk)	12.92
Pengepressan	30.93	71.61	14.29	11.30
Perendaman dan pengepressan	25.50	58.56	12.37	9.99

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, maka dipilih satu metode pembuatan tepung singkong yang menghasilkan kadar HCN tepung terendah. Proses pembuatan tepung singkong dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses pembuatan tepung singkong

Pengupasan singkong segar dimaksudkan untuk menghilangkan kulit dan kotoran yang melekat pada kulit. Pemotongan dimaksudkan untuk mempermudah penghilangan HCN. Pencucian dilakukan untuk membersihkan umbi singkong dari kotoran. Perendaman bertujuan untuk menghilangkan/mereduksi kadar HCN umbi. Pamarutan bertujuan mempermudah penghilangan air dan mempercepat pengeringan.

Pelepasan HCN dari tanaman tergantung dari adanya enzim glukosidase yang spesifik serta adanya air. Glukosidase adalah enzim ekstraseluler, sehingga hanya dapat bertemu substrat (glukosida) bila terjadi kerusakan sel secara fisik. Pemotongan umbi singkong menyebabkan kerusakan sel dan mempertemukan enzim glukosidase dengan substratnya. Perendaman dalam air dapat meningkatkan otolisis, sehingga HCN dapat direduksi karena HCN terbebas dan larut dalam air.

Penghilangan air dilakukan dua tahap, dengan cara pengepressan dan penjemuran di bawah sinar matahari. Setelah cukup kering, dilakukan penggilingan sampai lolos ayakan 80 mesh untuk digunakan dalam pembuatan biskuit. Hasil analisis proksimat tepung singkong dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi kimia tepung singkong

Komponen	Jumlah
Air (%)	9.52
Abu (% bk)	1.34
Protein (% bk)	0.80
Lemak (% bk)	0.55
Serat kasar (% bk)	1.68
Karbohidrat (% bk)	86.11
HCN (ppm)	9.99
Derajat putih	90.00

B. TEPUNG TERIGU

Tepung terigu yang digunakan adalah jenis "soft wheat", yaitu tepung terigu Segi Tiga Biru yang diperoleh dari Pasar Anyar, Bogor. Hasil analisis proksimat tepung terigu dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Komposisi kimia tepung terigu

Komponen	Jumlah
Air (%)	11.20
Abu (% bk)	0.69
Protein (% bk)	9.80
Lemak (% bk)	1.27
Serat kasar (% bk)	0.83
Karbohidrat (% bk)	76.20

C. TEPUNG TEMPE

Tempe kedelai untuk pembuatan tepung diperoleh dari perajin tempe yang biasa memasarkan tempenya di Pasar Anyar, Bogor. Perajin tempe tersebut biasa melayani permintaan untuk penelitian di Puslitbang Gizi, Bogor. Alasan pemilihan tempat adalah agar diperoleh tempe pasar yang bermutu baik dan seragam.

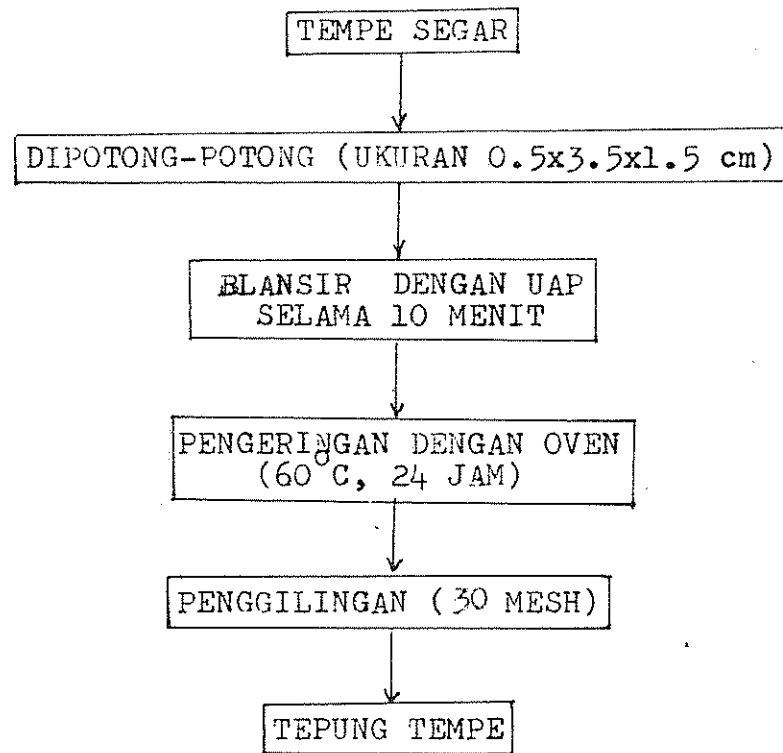
Untuk menentukan metode pembuatan tepung tempe yang menghasilkan warna terbaik, maka pada penelitian pendahuluan dicoba beberapa macam perlakuan yaitu perendaman tempe dalam larutan antioksidan, lama blanching, dan lama pengeringan. Penentuan warna tepung tempe dilakukan de-

ngan cara pengukuran derajat putih tepung tempe menggunakan Kett Electric Laboratory Type C-1.

Mula-mula dicoba penggunaan antioksidan untuk mencegah pencoklatan tepung tempe. Antioksidan yang digunakan adalah asam askorbat dan asam eritrobat dengan beberapa macam konsentrasi. Tempe yang telah diiris-iris direndam dalam larutan antioksidan kemudian diblansir, dikeringkan dalam oven, dan digiling untuk mendapatkan tepung tempe. Pengukuran derajat putih terhadap tepung tempe yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan derajat putih tepung tempe yang tidak mengalami perendaman dalam larutan asam askorbat maupun eritrobat.

Selanjutnya dicoba beberapa macam perlakuan yaitu lama blansir dengan waktu 5, 10, dan 15 menit; serta lama pengeringan yaitu 24 jam dan 48 jam. Hasil pengukuran derajat putih terhadap tepung tempe yang dihasilkan menunjukkan bahwa pada perlakuan blansir 10 menit dengan waktu pengeringan 24 jam diperoleh warna tepung yang terbaik.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan maka diperoleh cara pembuatan tepung tempe yang akan digunakan dalam penelitian utama. Proses pembuatan tepung tempe dapat dilihat pada Gambar 5. Pemotongan tempe menjadi ukuran tertentu dimaksudkan untuk membantu mempercepat pengeringan. Blansir bertujuan untuk menginaktifkan enzim pada tempe agar tidak terjadi oksidasi yang dapat menyebabkan pencoklatan. Penggunaan uap untuk blansir agar



Gambar 5. Skema pembuatan tepung tempe

mempermudah proses pengeringan karena uap tidak banyak menambah kandungan air dari tempe yang diblanching. Pengeringan tempe dilakukan pada suhu 60°C untuk mencegah terjadinya pencoklatan karena suhu yang tinggi. Hasil analisis proksimat tepung tempe dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Komposisi kimia tepung tempe

Komponen	Jumlah
Air (%)	8.26
Abu (% bk)	2.55
Protein (% bk)	43.03
Lemak (% bk)	25.47
Serat kasar (% bk)	2.98
Karbohidrat (% bk)	17.72
Derajat putih	62.39

D. FORMULASI BISKUIT

Penentuan formula biskuit dilakukan pada penelitian pendahuluan yaitu mencoba beberapa formula baku dengan hanya menggunakan tepung terigu. Formula baku yang dicoba yaitu formula Azmiyati Tasman (1981) yang dimodifikasi (F1), formula Young dan Fellow (1985) yang dimodifikasi (F2), formula Ayah Bunda 1989 (F3), dan formula baru (F4). Komposisi keempat formula tersebut dapat dilihat pada Tabel 11. Pemilihan formula baku dilakukan secara organoleptik terhadap biskuit yang dihasilkan, yaitu kesukaan terhadap rasa dan penerimaan. Pada penelitian pendahuluan, terpilih formula baku F1.

Tabel 11. Beberapa formula baku yang dicoba pada penelitian pendahuluan untuk dipilih pada penelitian utama

Formula baku	Komposisi (gram)					
	Terigu	Margarin	Gula	Air	Soda kue	Garam
F1	300	50	130	60	1.6	3.0
F2	325	160	62.5	40	1.0	2.0
F3	225	100	100	30	2.0	-
F4	300	62.5	75	40	2.5	2.5

Setelah terpilih formula baku, dilakukan pembuatan biskuit pada berbagai proporsi tepung terigu: tepung singkong, dengan memperhatikan adonan yang diperoleh (kemudahan pembentukan lembaran dan pencetakan) serta pada sifat organoleptik biskuit yang dihasilkan. Pada tingkat proporsi 70:30 (70 bagian tepung terigu dan 30 bagi-

an tepung singkong), sifat adonan masih baik, masih dapat dibuat lembaran dan dicetak, serta secara organoleptik biskuit yang dihasilkan masih dapat diterima. Bila digunakan lebih dari 30 bagian tepung singkong, pembentukan lembaran adonan menjadi sukar, karena adonan bersifat menyebar, kekurangan air dan pecah-pecah.

Hal yang sama juga dilakukan dalam penentuan jumlah tepung tempe yang akan disuplementasikan. Pada tahap awal terpilih tingkat suplementasi tepung tempe sampai 20%. Bila digunakan lebih dari 20% tepung tempe untuk suplementasi, secara organoleptik biskuit yang dihasilkan tidak diterima. Setelah dilakukan analisis kimia terhadap kandungan protein biskuit yang dihasilkan, ternyata kandungan protein biskuit masih rendah, sehingga diperlukan modifikasi terhadap formula biskuit yang terpilih. Modifikasi dilakukan dengan penambahan susu skim untuk meningkatkan kandungan protein biskuit sebanyak 90 gram (30% berat tepung), dan penambahan margarin sebesar 50 gram. Setelah dilakukan modifikasi terhadap formula baku, terjadi peningkatan suplementasi tepung tempe sampai 30%.

Dalam penelitian ini dipilih dua rasio tepung terigu: tepung singkong, yaitu 100:0 dan 70:30. Sedangkan tingkat suplementasi tepung tempe yang dipilih yaitu 0 persen, 15 persen, dan 30 persen (dari total tepung). Formula biskuit selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Formula biskuit yang dibuat dalam penelitian

Bahan	Jumlah (gram)
Total tepung	300
Margarin	100
Gula halus	130
Garam	3
Soda kue	1.6
Air	60
Susu skim	90

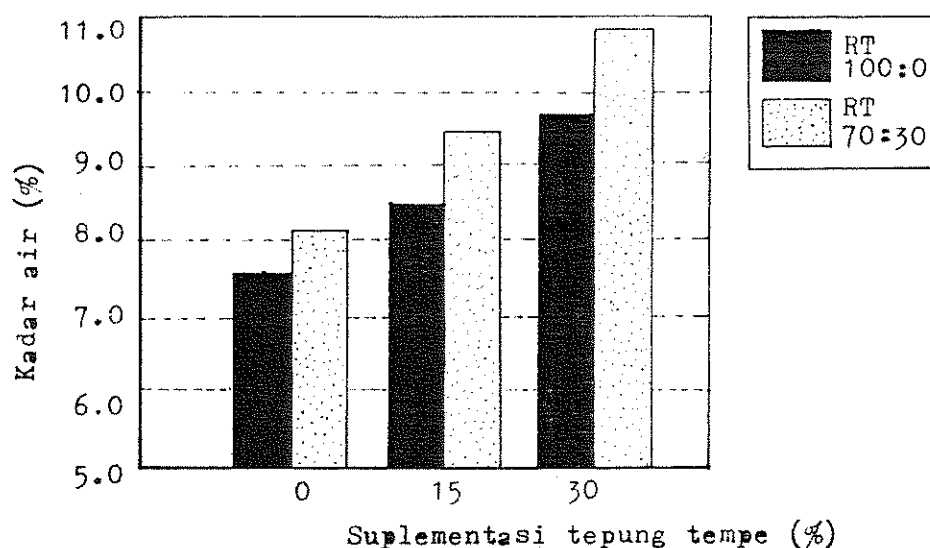
E. HASIL PENGAMATAN DAN ANALISIS

1. Kadar Air

Kadar air biskuit berkisar dari 7.50 sampai 10.97 persen. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rasio tepung terigu: tepung singkong, dan kadar tepung tempe yang ditambahkan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air biskuit (Lampiran 6a). Sedangkan interaksi perlakuan keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar air biskuit.

Makin tinggi jumlah tepung singkong yang digunakan dan makin tinggi tingkat suplementasi tepung tempe, kadar air biskuit semakin tinggi (Gambar 6).

Sifat fungsional protein tepung tempe berpengaruh terhadap nilai kadar air. Protein bersifat mengikat air. Daya ikat air pada protein berhubungan dengan grup polar seperti: karbonil, hidroksil, amino, karbok-



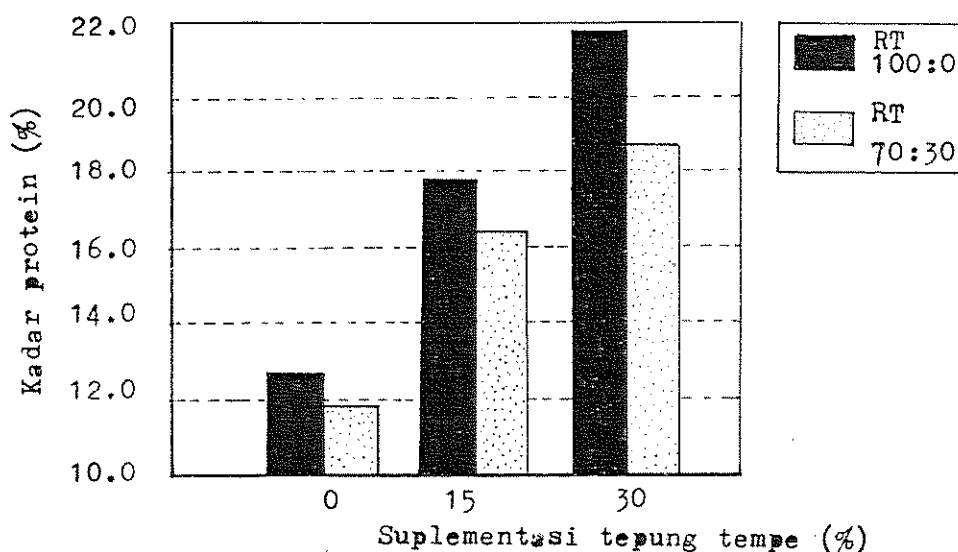
Gambar 6. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar air biskuit

sil, dan sulfhidril. Serat dan pati bersifat menyerap serta menahan air. Sehingga peningkatan jumlah tepung tempe dan tepung singkong yang digunakan menyebabkan meningkatnya konsentrasi protein, serat, dan pati. Akibatnya semakin banyak air yang tertahan selama pemanggangan dan semakin tinggi kadar air biskuit yang dihasilkan.

2. Kadar Protein

Kadar protein biskuit berkisar dari 11.49 sampai 22.39 persen. Berdasarkan analisis ragam, rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein biskuit. Sedangkan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar protein biskuit (Lampiran 7a).

Makin tinggi jumlah tepung tempe yang ditambahkan, makin tinggi kadar protein biskuit. Sebaliknya, makin tinggi jumlah tepung singkong yang digunakan, makin rendah protein biskuit. Hubungan antara rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar protein biskuit dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar protein biskuit

3. Derajat Reaksi Pencoklatan Non Enzimatis

Selama pemanggangan terjadi perubahan, baik pada kulit maupun pada remah biskuit, yaitu terjadinya reaksi pencoklatan akibat peristiwa karamelisasi dan reaksi Maillard. Reaksi Maillard merupakan reaksi antara karbohidrat (khususnya gula pereduksi) dengan gugus amin primer dari

asam amino/protein. Reaksi Maillard menyebabkan produk berwarna coklat, yang sering dikehendaki atau kadang-kadang menjadi pertanda penurunan mutu.

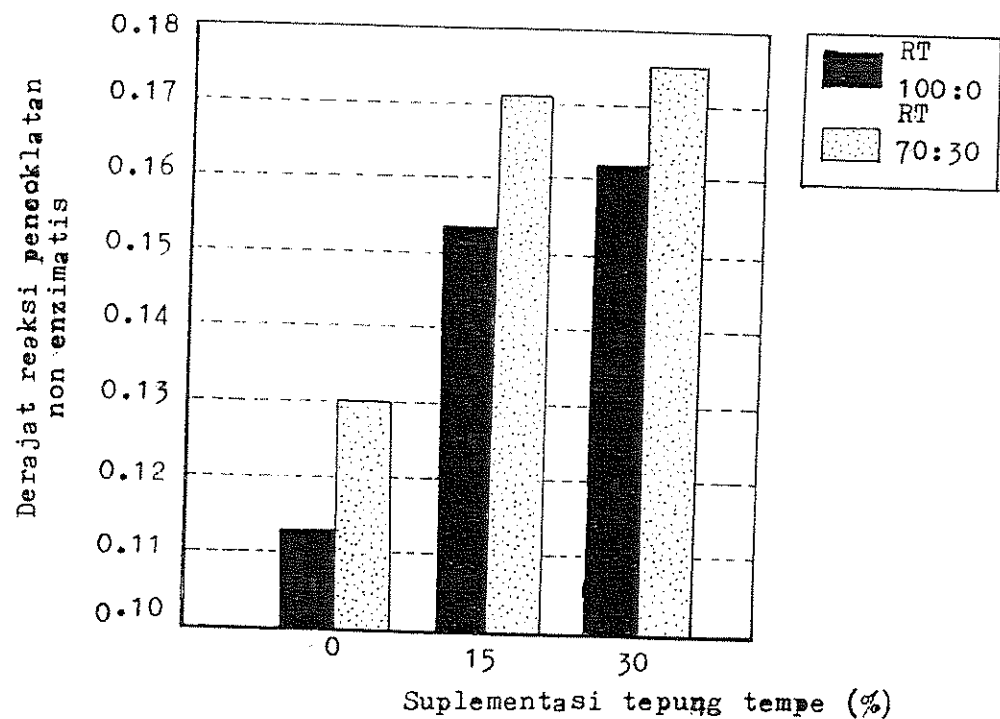
Reaksi pencoklatan non enzimatis (Maillard) perlu dikontrol dalam proses pengolahan makanan, karena warna coklat dan flavor hasil reaksi Maillard tidak selalu diinginkan, juga reaksi Maillard dapat menyebabkan kehilangan beberapa asam amino, khususnya asam amino basa (asam amino yang mengandung atom N pada rantai sampingnya), serta beberapa produk dari reaksi Maillard bersifat mutagenik (Fennema, 1985).

Hasil analisis ragam (Lampiran 8a) menunjukkan bahwa semua perlakuan, kecuali interaksi kedua variabel (rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe) berpengaruh sangat nyata terhadap reaksi pencoklatan non enzimatis.

Derajat reaksi pencoklatan non enzimatis meningkat dengan meningkatnya jumlah tepung tempe yang ditambahkan. Hal ini mungkin disebabkan semakin banyaknya protein yang bereaksi sehingga warna biskuit yang dihasilkan semakin coklat.

Semakin banyak jumlah tepung singkong yang digunakan semakin meningkat derajat reaksi pencoklatan non enzimatis (Gambar 8). Hal ini disebabkan semakin banyaknya jumlah pati di dalam biskuit, yang oleh perlakuan panas akan terhidrolisis menjadi komponen yang lebih sederhana yaitu

gula. Selama pemanasan atau pemanggangan gula-gula tersebut mengalami karamelisasi yang menyebabkan biskuit semakin coklat.



Gambar 8. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap derajat reaksi pencoklatan non enzimatis biskuit

4. Daya Cerna Protein (in vitro)

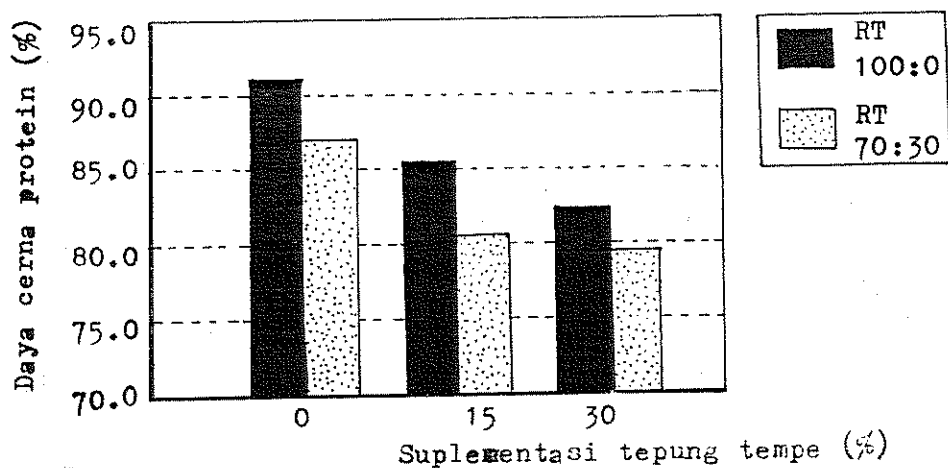
Daya cerna protein makanan dipengaruhi oleh proses pengolahan yang dilakukan. Pemanasan dapat meningkatkan daya cerna protein, tetapi bila berlebihan dapat menyebabkan penurunan daya cerna. Daya cerna juga dipengaruhi

oleh kemampuan seseorang dalam mencerna makanan yang dimakannya.

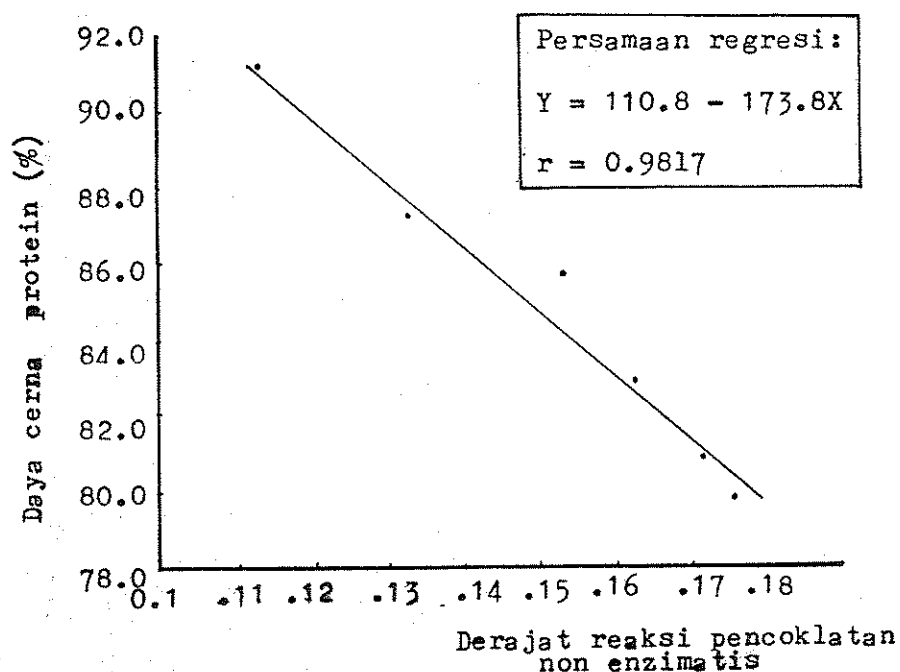
Analisis daya cerna protein secara in vitro dilakukan dengan teknik multi enzim. Larutan multi enzim (campuran tripsin, khimotripsin, dan peptidase) akan menghidrolisis sampel protein, membebaskan gugus karboksil asam amino yang menyebabkan penurunan pH. Hsu et al. (1977) menemukan bahwa pH suspensi protein pada menit ke-10 setelah hidrolisis, berkorelasi baik dengan daya cerna protein secara biologis menggunakan tikus.

Hasil nalisis ragam (Lampiran 9a) menunjukkan bahwa semua perlakuan, kecuali interaksi kedua variabel, berpengaruh sangat nyata terhadap daya cerna protein biskuit in vitro.

Makin tinggi jumlah tepung tempe yang ditambahkan dan makin tinggi jumlah tepung singkong yang digunakan menurunkan daya cerna protein biskuit (Gambar 9). Hal ini berkaitan dengan derajat reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi. Pembentukan warna coklat akibat reaksi pencoklatan non enzimatis akan menurunkan nilai gizi dari protein akibat hilangnya grup amino bebas dari lisin (Tanaka et al., 1977). Hubungan antara derajat reaksi pencoklatan non enzimatis dengan daya cerna protein biskuit dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap daya cerna protein biskuit



Gambar 10. Hubungan antara derajat reaksi pencoklatan non enzimatis dengan daya cerna protein biskuit in vitro

5. Daya Serap Air

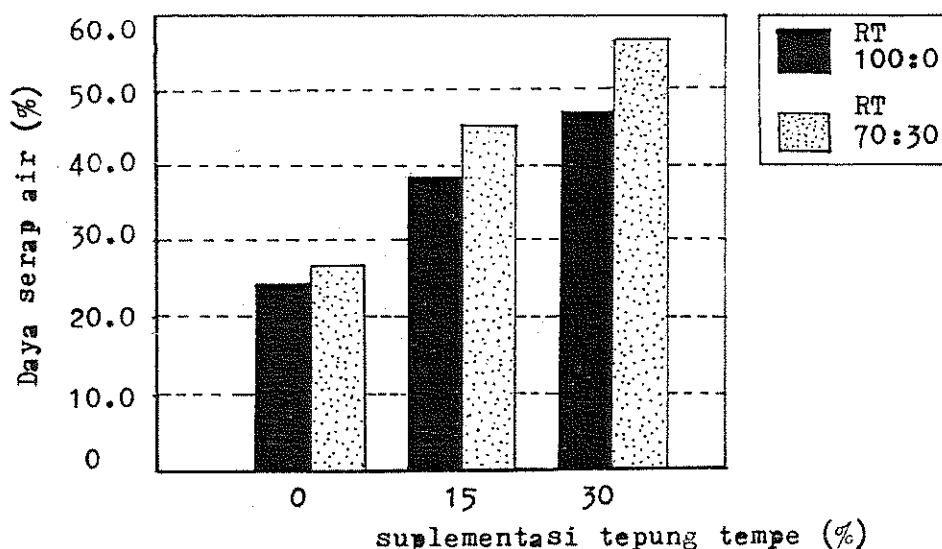
Daya serap air ditentukan oleh jumlah air hangat (40°C) yang dapat diserap oleh biskuit pada waktu tertentu. Penentuan waktu pencelupan biskuit dalam air didasarkan pada jumlah maksimum air yang dapat diserap dan biskuit belum hancur. Penyerapan air oleh biskuit mempengaruhi tekstur biskuit di dalam mulut pada waktu dimakan. Oleh karena itulah perlu dilakukan analisis daya serap air oleh biskuit. Pada penelitian ini lama pencelupan adalah 15 detik.

Protein tempe berperan dalam penyerapan air biskuit. Interaksi antara protein dan air terjadi pada gugus asam amino polar dari molekul protein. Daya ikat air pada protein berhubungan dengan grup polar seperti karbonil, hidroksil, amino, karboksil, dan sulfhidril. Faktor lain yang berpengaruh terhadap mekanisme interaksi protein-air adalah bentuk protein yang tidak melipat atau berbentuk serabut akan mengikat air lebih banyak dari pada bentuk globular.

Semakin meningkat suplementasi tepung tempe, berarti konsentrasi protein yang memegang peranan dalam penyerapan air juga meningkat, sehingga kemampuan penyerapan air oleh biskuit juga meningkat.

Penyerapan air oleh biskuit meningkat dengan semakin meningkatnya penggunaan tepung singkong. Hal ini dapat dijelaskan bahwa penggunaan tepung singkong menyebabkan

bertambahnya jumlah serat dan pati pada biskuit. Serat bersifat menyerap air, demikian juga pati bersifat menyerap air, sehingga semakin tinggi jumlah serat dan pati menyebabkan makin meningkatnya penyerapan air. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap penyerapan air oleh biskuit dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap daya serap air oleh biskuit

6. Warna (Organoleptik)

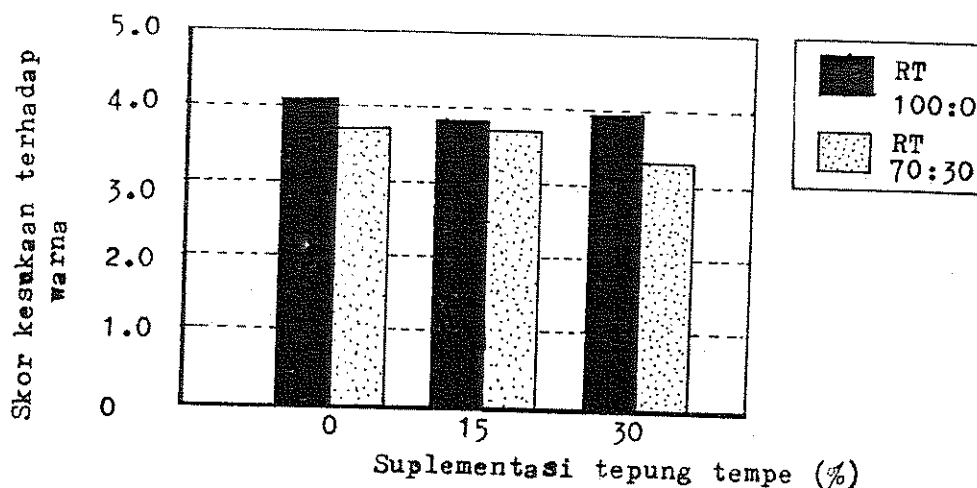
Biskuit yang dihasilkan berwarna kuning kecoklatan sampai kecoklatan. Warna biskuit yang terbentuk merupakan hasil reaksi pencoklatan non enzimatis, yaitu reaksi karamelisasi dan Maillard.

Reaksi karamelisasi sukrosa terjadi bila gula dipanaskan pada suhu yang lebih tinggi dari titik leburnya (Winarno, 1984). Titik lebur sukrosa adalah 160°C sedangkan suhu pemanggangan biskuit sekitar 180°C . Reaksi Maillard merupakan reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino atau protein.

Hasil analisis ragam kesukaan terhadap warna biskuit menunjukkan bahwa rasio tepung terigu: tepung singkong berpengaruh sangat nyata terhadap skor kesukaan warna biskuit. Sedangkan suplementasi tepung tempe dan interaksi kedua variabel tidak berpengaruh terhadap skor kesukaan terhadap warna biskuit. Makin coklat biskuit yang dihasilkan, kesukaan terhadap warna menurun. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong dan suplementasi tepung tempe terhadap skor kesukaan warna biskuit disajikan pada Gambar 12.

7. Aroma (Organoleptik)

Skor kesukaan terhadap aroma biskuit berkisar dari 2.7 (netral) sampai 3.6 (agak suka). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suplementasi tepung tempe dan



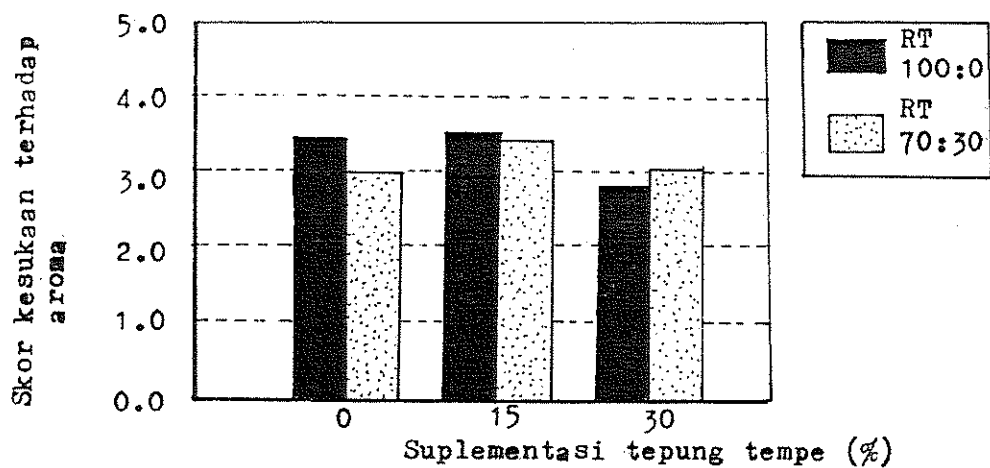
Gambar 12. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap skor kesukaan warna biskuit

interaksi kedua variabel berpengaruh nyata terhadap kesukaan aroma biskuit. Sedangkan rasio tepung terigu: tepung singkong tidak berpengaruh terhadap kesukaan aroma biskuit (Lampiran 12a).

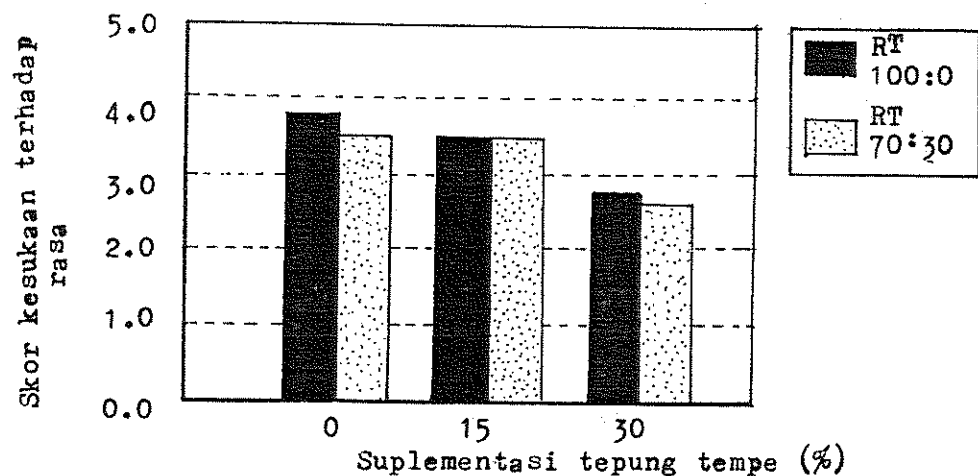
Skor kesukaan terhadap aroma biskuit cenderung menurun dengan meningkatnya suplementasi tepung tempe. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap skor kesukaan aroma biskuit dapat dilihat pada Gambar 13.

8. Rasa (Organoleptik)

Skor kesukaan terhadap rasa biskuit berkisar dari 2.3 (agak tidak suka) sampai 3.8 (agak suka). Berdasarkan analisis ragam, suplementasi tepung tempe berpengaruh sangat nyata terhadap kesukaan rasa biskuit. Se-



Gambar 13. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap skor kesukaan aroma biskuit



Gambar 14. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap skor kesukaan rasa biskuit

dangkan rasio tepung terigu:tepung singkong, dan interaksi kedua variabel tidak berpengaruh terhadap kesukaan rasa biskuit (Lampiran 13a).

Hubungan antara rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kesukaan rasa biskuit ditunjukkan pada Gambar 14.

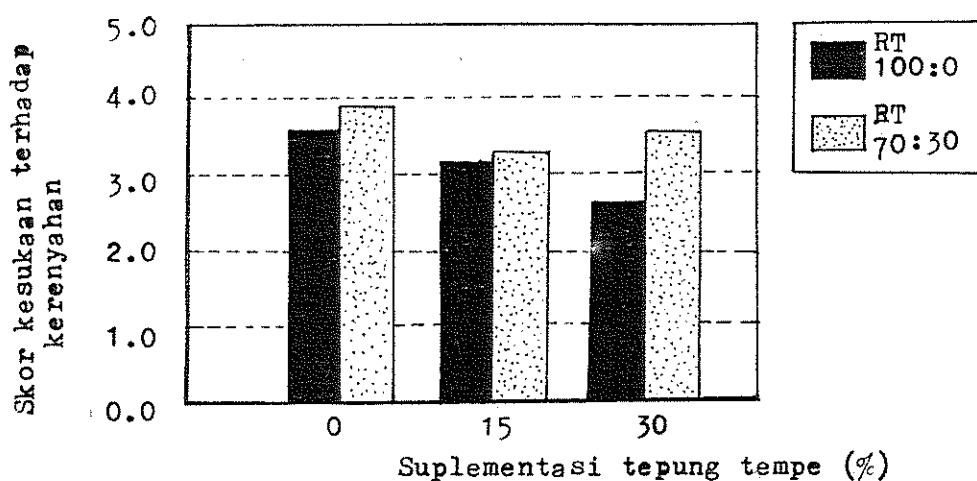
Biskuit yang dibuat menggunakan lebih banyak tepung tempe kurang disukai dibandingkan dengan biskuit yang dibuat dengan tepung tempe yang lebih sedikit. Hal ini mungkin disebabkan rasa tempe semakin nyata dengan meningkatnya tepung tempe yang digunakan.

9. Kerenyahan (Organoleptik)

Selama pemanggangan biskuit, terjadi peningkatan suhu dan tekanan uap air sehingga gelembung udara pecah dan meninggalkan pori-pori, kemudian diikuti menguapnya air. Akibatnya struktur mengeras dan konsistensi lemak dan gula meningkat.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa semua perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap kesukaan kerenyahan biskuit (Lampiran 14a). Makin tinggi jumlah tepung singkong yang digunakan, kesukaan terhadap kerenyahan meningkat. Dan makin tinggi tingkat suplementasi tepung tempe, kesukaan terhadap kerenyahan menurun. Diduga, hal ini disebabkan oleh semakin kerasnya biskuit yang dihasilkan pada tepung berkadar protein tinggi. Menurut Matz (1978), tepung yang mengandung protein tinggi akan menghasilkan tekstur biskuit yang keras, tekstur bagian dalam dan penampakan yang kasar.

Hubungan antara rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kesukaan kerenyahan biskuit dapat dilihat pada Gambar 15.



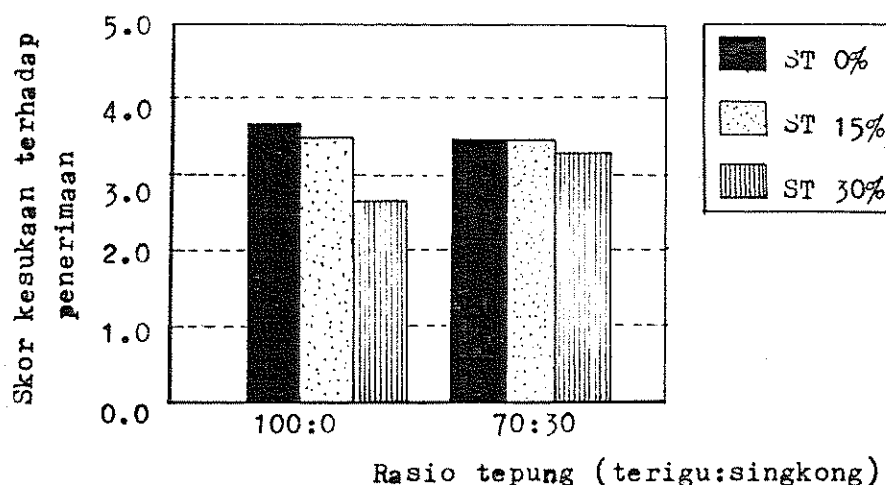
Gambar 15. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kesukaan kerenyahan biskuit

10. Penerimaan (Organoleptik)

Skor kesukaan terhadap penerimaan biskuit berkisar dari 2.7 (netral) sampai 3.8 (agak suka). Hasil analisis ragam menunjukkan jumlah tepung singkong yang digunakan tidak berpengaruh terhadap penerimaan biskuit. Suplementasi tepung tempe berpengaruh sangat nyata terhadap kesukaan penerimaan biskuit. Sedangkan interaksi kedua variabel berpengaruh nyata terhadap kesukaan penerimaan biskuit (Lampiran 15a).

Makin tinggi jumlah tepung tempe yang disuplementasi, kesukaan terhadap penerimaan biskuit menurun.

Pengaruh antara rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kesukaan penerimaan biskuit dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kesukaan penerimaan biskuit

Menurut uji penerimaan, terdapat tiga formula biskuit yang masuk selang skor penerimaan tertinggi (agak disukai). Ketiga biskuit tersebut yaitu: biskuit yang dibuat dengan formula tanpa tepung singkong dan tanpa suplementasi tepung tempe, biskuit dengan formula 30% tepung singkong dan tanpa suplementasi tepung tempe, serta biskuit dengan formula 30% tepung singkong dan suplementasi 15% tepung tempe. Komposisi proksimat dari ketiga biskuit dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 13. Komposisi kimia tiga biskuit yang paling disukai per 100 gram bahan

Komponen	Jenis biskuit Rasio tepung		
	100 : 0 Suplementasi 0	70 : 30 tepung tempe (%) 0	30 : 70 tepung tempe (%) 15
Air (g)	7.58	8.13	9.42
Protein (g)	12.58	11.84	15.40
Lemak (g)	12.20	13.85	15.86
Abu (g)	1.67	1.36	1.86
Serat kasar (g)	0.29	0.35	0.56
Karbohidrat	66.08	64.46	56.89
Energi (Kal)	424.34	429.82	431.94

11. Daya Cerna Pati (in vitro)

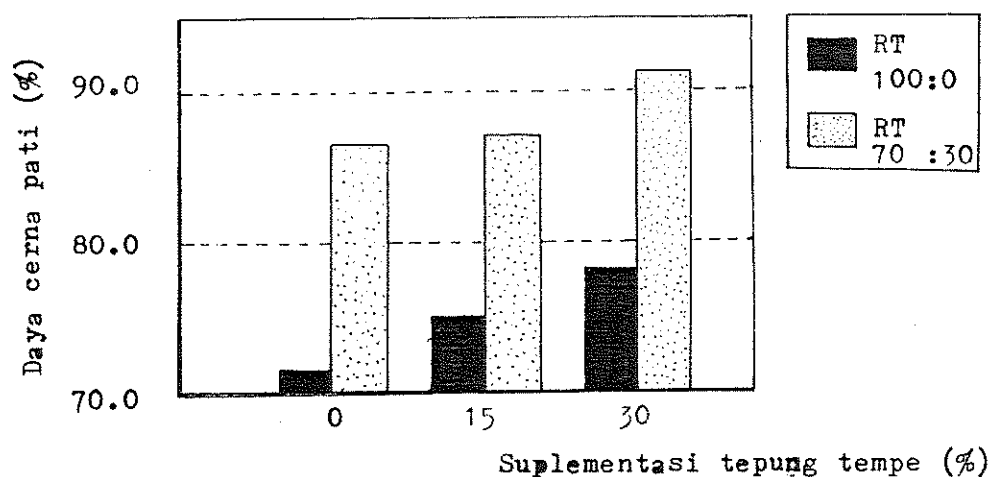
Pati adalah sumber kalori yang penting dalam makanan. Daya cerna pati ditentukan dengan menghidrolisis pati menggunakan enzim alfa amilase. Maltosa yang terbentuk diukur jumlahnya dengan spektrofotometer setelah direaksikan dengan DNS (Dinitrosalisilat), kemudian daya cerna pati dihitung sebagai persentase relatif terhadap pati murni.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe berpengaruh sangat nyata terhadap daya cerna pati biskuit in vitro. Sedangkan interaksi kedua variabel tidak berpengaruh terhadap daya cerna pati biskuit (Lampiran 16a).

Daya cerna pati meningkat dengan meningkatnya jumlah tepung singkong yang digunakan. Hal ini erat kaitannya dengan tingkat kerusakan granula pati yang telah mengalami gelatinisasi. Makin tinggi jumlah tepung singkong yang digunakan, maka kandungan pati makin tinggi dan kerusakan granula pati karena gelatinisasi makin meningkat. Kon et al. (1977) menyatakan bahwa daya cerna pati dan kecepatan pencernaan pati meningkat dengan meningkatnya kerusakan granula pati. Kerusakan granula pati terjadi akibat pemanasan atau pengadukan secara mekanis.

Daya cerna pati meningkat dengan meningkatnya suplementasi tepung tempe. Peningkatan suplementasi tepung tempe menurunkan jumlah tepung singkong yang digunakan, sehingga jumlah substrat (pati) terhadap enzim semakin kecil. Artinya, enzim semakin mudah bereaksi dengan substrat (pati), sehingga pengukuran daya cerna pati menunjukkan peningkatan.

Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap daya cerna pati biskuit dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap daya cerna pati biskuit in vitro

12. Derajat Putih

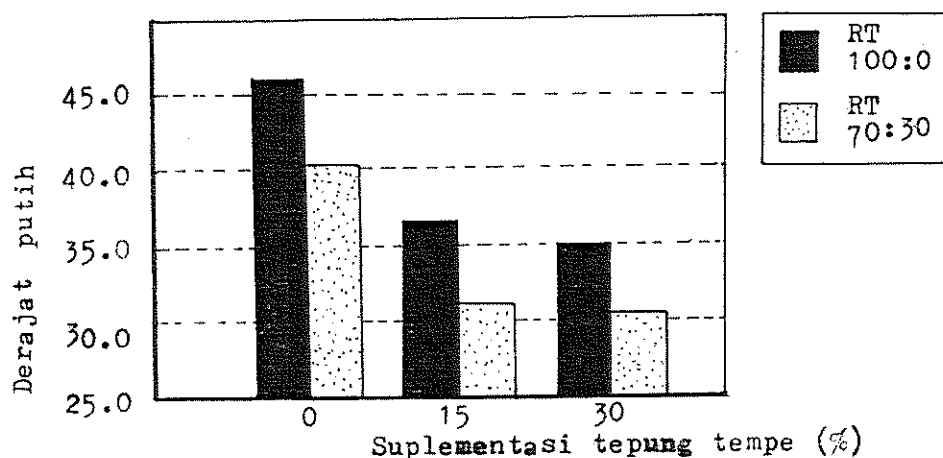
Pengukuran terhadap derajat putih biskuit menunjukkan nilai 30.0 sampai 46.0. Makin gelap warna biskuit derajat putih semakin kecil.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe berpengaruh nyata terhadap derajat putih biskuit. Sedangkan interaksi kedua variabel tidak berpengaruh terhadap derajat putih biskuit (Lampiran 17a).

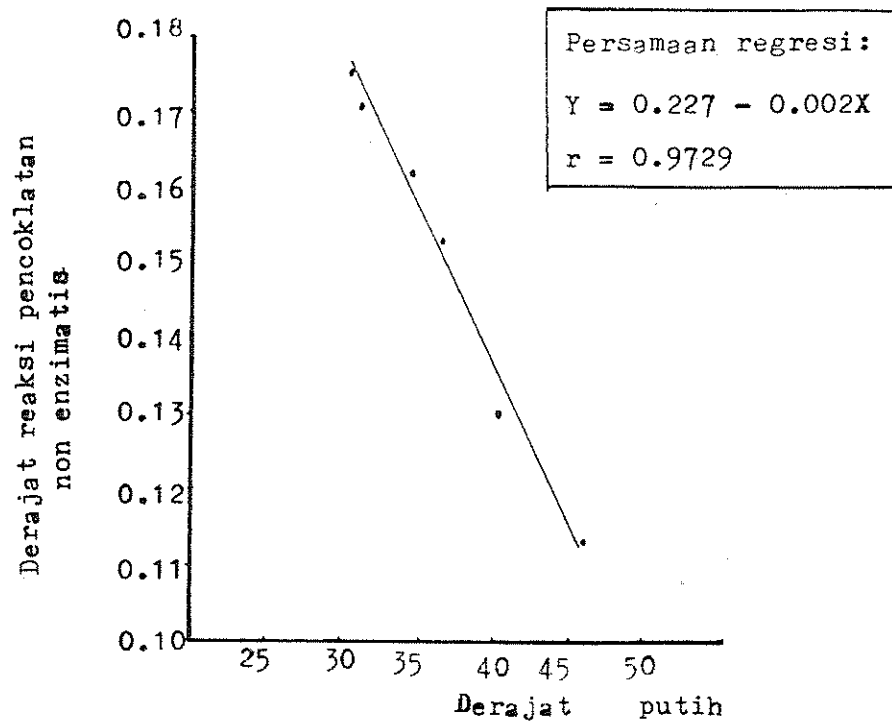
Derajat putih semakin menurun dengan meningkatnya penggunaan tepung singkong dan suplementasi tepung tempe pada biskuit. Artinya warna biskuit semakin gelap (kecoklatan). Derajat putih biskuit berkorelasi negatif

dengan derajat reaksi pencoklatan non enzimatis. Makin coklat warna biskuit, berarti makin tinggi derajat reaksi pencoklatan non enzimatis dan makin rendah derajat putih.

Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap derajat putih biskuit dapat dilihat pada Gambar 18. Sedangkan hubungan antara derajat putih dan derajat reaksi pencoklatan non enzimatis dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 18. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap derajat putih biskuit



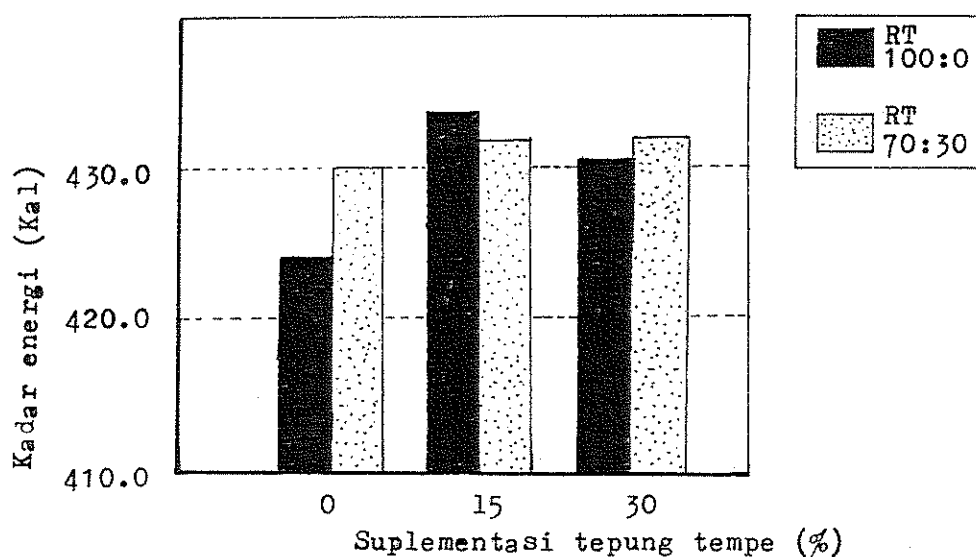
Gambar 19. Hubungan antara derajat putih biskuit dengan derajat reaksi pencoklatan non enzimatis biskuit

13. Kandungan Energi

Kandungan energi biskuit ditetapkan dengan perhitungan. Hasilnya menunjukkan nilai 424.30 Kalori sampai 436.46 Kalori per 100 gram bahan. Secara keseluruhan kadar energi biskuit yang dihasilkan memenuhi persyaratan Standar Industri Indonesia No. 0177-78 (1978).

Analisis ragam terhadap kandungan energi biskuit menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berpengaruh terhadap kandungan energi biskuit (Lampiran 18).

Hubungan antara rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kandungan energi biskuit dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kandungan energi biskuit

V. KESIMPULAN

Tepung singkong dapat digunakan sebagai bahan pensubstitusi parsial tepung terigu pada pembuatan biskuit. Suplementasi tepung tempe pada pembuatan biskuit dari campuran tepung terigu dan tepung singkong dapat meningkatkan kadar protein biskuit.

Pada dasarnya, sifat fisiko-kimia biskuit dari campuran tepung terigu, singkong dan tempe kedelai dipengaruhi oleh rasio tepung terigu:tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe yang digunakan.

Semakin tinggi jumlah tepung singkong yang digunakan dalam pembuatan biskuit, semakin tinggi kadar air, derajat reaksi pencoklatan non enzimatis, daya serap air, dan daya cerna pati in vitro. Sebaliknya, semakin tinggi jumlah tepung singkong yang digunakan, semakin rendah kadar protein, daya cerna protein in vitro, skor kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, kerenyahan, dan penerimaan, serta menurunkan derajat putih biskuit.

Makin tinggi suplementasi tepung tempe dalam pembuatan biskuit, meningkatkan kadar air, kadar protein, derajat reaksi pencoklatan non enzimatis, daya serap air, dan daya cerna pati in vitro. Sebaliknya, menurunkan daya cerna protein in vitro, dan skor kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, kerenyahan, dan penerimaan biskuit, serta menurunkan derajat putih biskuit.

Kandungan energi biskuit tidak dipengaruhi oleh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe yang digunakan. Kadar air biskuit tidak memenuhi syarat Standar Industri Indonesia No. 0177-78 (lebih tinggi dari SII) sehingga perlu penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan daya simpan biskuit, dengan memperhatikan kemasan dan ruang penyimpanan.

Terdapat tiga formula biskuit yang masuk selang penerimaan tertinggi, yaitu biskuit yang dibuat dengan formula tanpa penggunaan tepung singkong dan tanpa suplementasi tepung tempe, biskuit dengan formula 30% tepung singkong dan tanpa suplementasi tepung tempe, serta biskuit dengan penambahan 30% tepung singkong dan suplementasi 15% tepung tempe. Kadar protein dari ketiga biskuit tadi berturut-turut adalah: 12.58%, 11.84%, dan 15.41%.

Hasil penelitian ini, yaitu biskuit berprotein tinggi dari campuran tepung terigu, singkong dan tempe kedelai diharapkan dapat memberikan sumbangan dalam menanggulangi masalah kekurangan energi dan protein, terutama untuk golongan anak-anak dan orang dewasa.

Pada penelitian ini diperoleh kandungan protein biskuit tertinggi sebesar 21.74%, yaitu biskuit yang dibuat dengan formula tanpa penggunaan tepung singkong dan suplementasi 30% tepung tempe. Namun secara organoleptik biskuit ini kurang diterima. Untuk meningkatkan penerimaan secara organoleptik, disarankan untuk menggunakan bahan tambahan dalam pemuatannya, seperti vanili, kelapa, coklat dan lain-lain.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1981. Pedoman Pembuatan Roti dan Kue. Djambatan, Jakarta.
- Anonim. 1988. Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi: Angka Kecukupan Gizi Rata-rata yang Dianjurkan. LIPI, Jakarta.
- Anonim. 1990. Pemasaran Tempe di Indonesia. Warta Kedelai Gizi 3(1): 2.
- AOAC. 1980. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- AOAC. 1981. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Biro Pusat Statistik. 1989. Statistik Indonesia. BPS, Jakarta.
- Buckle, K. A., dan Purnomo. 1986. Measurement of non enzymatic browning of dehydrated and intermediate moisture meat. J. Food Sci. Agric. 37: 165-172.
- Ciptadi, W., dan M. Z. Nasution. 1978. Pengolahan Umbi Ketela Pohon. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, IPB, Bogor.
- Conn, D. J. M. 1979. Cassava Utilization in Agroindustrial. Di dalam Proceedings of The Fourth Symposium of The International Society for Tropical Root Crops. CIAT, Columbia, USA.
- Departemen Perindustrian dan Departemen Pertanian. 1989. Laporan Studi Pengembangan Industri Ubi Kayu di Brazil. Tanggal 7 - 15 Juli 1989.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1979. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Ermans, A. M., M. van der Velder, J. Kintthairt, dan F. Delange. 1973. Mechanism of the goitrogenic action of cassava. Di dalam Chronic Cassava Toxicity: Proceedings of an Interdisciplinary Workshop. London, England. 29-30 Januari 1973. IDRC, O10e.
- Fardiaz, D., A. Apriyantono, S. Yasni, S. Budiyanto, dan N. L. Puspitasari. 1986. Analisa Pangan. Penuntun Praktikum. Jurusan TPG, Fateta, IPB, Bogor.

- Fukuba, H. dan E. M. T. Mendoza. 1984. Determination of cyanide in cassava. Di dalam I. Uritani dan E. D. Reyes (eds). Tropical Root Crops: Postharvest Physiology and Processing. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo.
- Fennema, O. R. 1976. Food Chemistry. Marcel Decker Inc., New York.
- Hermana. 1983. Pengaruh Konsumsi Bahan Makanan Campuran dengan Kedelai atau Tempe terhadap Anak Balita Penderita Kurang Kalori-Protein. Fakultas Pasca Sarjana, IPB, Bogor.
- Hsu, D. W., D. L. Vavak, L. D. Sutterlie, dan G. A. Miller. 1977. A Multienzyme technique for estimating digestibility. J. Food Sci. 42: 1269-1273.
- Iwatsuki, N., M. Kojima, E. S. Data, dan C. D. V. Villegas-Godoy. 1984. Changes in cyanide content and linamarase activity in cassava root after harvest. Di dalam I. Uritani dan E. D. Reyes (eds.). Tropical Root Crop: Postharvest Physiology and Processing. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo.
- Kaplan, A. 1971. Element of Food Production and Baking. ITT Educational Service Inc., New York.
- Kon, S., J. R. Wagner, R. Becker, A. N. Booth, dan D. J. Robins. 1971. Optimizing nutrient availability of legume food products. J. Food Sci. 36:635.
- Mahmud, M. K. 1987. Penggunaan Makanan Bayi Formula Tempe dalam Diet Anak Balita sebagai Suatu Upaya Penanggulangan Masalah Diare. Fakultas Pasca Sarjana, IPB, Bogor.
- Matz, S. A. 1978. Cookie and Cracker Technology. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Muchtadi, D. 1983. The Control of Endemic Goiter in Indonesia Case Studies in Central and East Java. Field Report Series. Institute of Southeast Asian Studies, Singapore.
- Murata, K., H. Ikehata, dan T. Miyamoto. 1967. Studies on the nutritional value of tempeh. J. Food Sci. 32: 580.
- Nartey, F. 1973. Biosynthesis of cyanogenic glucoside. Di dalam Nestel, B. L. dan R Mc. Intyre (eds.). Chronic Cassava Toxicity: Proceedings of an Interdisciplinary Workshop, London. IDRC, Ottawa.

- Nestel, B. dan R. M. Intyre (eds.). 1973. Chronic Cassava Toxicity: Proceedings of an Interdisciplinary Workshop, London. IDRC, Ottawa.
- Shurtleff, W. dan Aoyagi. 1979. The Book of Tempeh. Harper and Row Publ., New York.
- Steinkraus, K. H. 1983. Handbook of Indigenous Fermented Foods. Marcel Decker Inc., New York.
- Stillinus, B. R. dan L. R. Hacler. 1965. Amino acids studies on the effect of fermented time and heat processing of tempeh. J. Food Sci. 30: 1043-1048.
- Sudarmadji, S. dan P. Markakis. 1977. The phytate and phytase of soybean tempeh. J. Food Sci. Agric. 28: 38.
- Sunaryo, E. 1985. Pengolahan Produk Serealia dan Biji-bijian. Jurusan TPG, Fateta, IPB, Bogor.
- Syarief, R. dan A. Irawati. 1988. Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian. Medyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Tanaka, M., M. Kimiagar, T. Ching Lee, dan C. O. Chichester. 1977. Effect of Maillard reaction on nutritional quality of protein. Di dalam Bookwalter, G. N. dan W. F. Kwoleh. Predicting protein quality of corn-soy milk blends after non enzymatic browning. J. Food Sci. 46(3): 711.
- Vaidehi, M. P., Pushpa Bharati, dan L. Reddy. 1985. High-protein biscuits made with ragi flour and oil-seed flour blends. Food and Nutr. Bulletin. 7(4): 61.
- Wang, H. L., D. L. Ruttle, dan C. W. Hesseltine. 1969. Antibacterial compound from a soybean product fermented by Rhizopus oligosporus. Soc. Exp. Biol. Med. 131: 579.
- Wijandi. 1976. Umbi-umbian. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, IPB, Bogor.
- Winarno. 1981. Penanganan Singkong dan Ubi Jalar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pangan, IPB, Bogor.
- Winarno, F. G., dan B. S. L. Jenie. 1982. Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Winarno, F. G. 1984. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta.

Winarno, F. G. 1986. Teknologi Sederhana Pengolahan Singkong. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.

Wirakartakusumah, M. A., Rizal Syarief, dan Dahrul Syah. 1989. Pemanfaatan Teknologi Pangan dalam Pengolahan Singkong. Buletin Pusbangtepa, Oktober (7: 18) 1989. IPB, Bogor.

Young, H., P. Fellow, dan J. Mitchell. 1985. Development of a high-energy biscuits for use a food supplement in disaster relief. J. Food Tech. (1985) 20: 689 - 695.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan angka kecukupan protein rata-rata tingkat nasional (per orang/hari)^a

Golongan umur	Komposisi penduduk (%)	Angka kecukupan (g/orang/hari)
0 - 6 bulan	1.28	-
7 - 12 bulan	1.15	15
1 - 3 tahun	7.84	23
4 - 6 tahun	8.04	32
7 - 9 tahun	8.50	36
Pria:		
10 - 12 tahun	4.03	45
13 - 15 tahun	3.46	57
16 - 19 tahun	3.88	62
20 - 59 tahun	21.80	50
60 tahun	2.77	50
Wanita:		
10 - 12 tahun	3.74	49
13 - 15 tahun	3.19	57
16 - 19 tahun	4.18	47
20 - 59 tahun	23.0	44
60 tahun	3.14	44
Hamil	2.8	+ 12
Menyusui 0 - 6 bulan	1.15	+ 16

Angka kecukupan rata-rata tingkat konsumsi = 44 g (orang/hari)

Angka kecukupan rata-rata tingkat persediaan = 50 g (orang/hari)

Untuk peningkatan kualitas SDM diharapkan protein hewani menyumbang sekitar 20% = 10 gram

^aWidya Karya Nasional Pangan dan Gizi, 1988

Lampiran 2. Perhitungan angka kecukupan energi rata-rata tingkat nasional (per orang/ hari)^a

Golongan umur	Komposisi penduduk (%)	Kecukupan energi (Kal/orang/hari)
0 - 6 bulan	1.28	-
7 -12 bulan	1.15	800
1 - 3 tahun	7.84	1220
4 - 6 tahun	8.04	1720
7 - 9 tahun	8.50	1860
Pria:		
10 - 12 tahun	4.03	1950
13 - 15 tahun	3.46	2200
16 - 19 tahun	3.88	2360
20 - 59 tahun	21.88	2700
60 tahun	2.77	1960
Wanita:		
10 - 12 tahun	3.74	1750
13 - 15 tahun	3.19	1900
16 - 19 tahun	4.18	1850
20 - 59 tahun	23.0	2100
60 tahun	3.14	1700
Hamil	2.8	+ 285
Menyusui 0-6 bulan	1.28	+ 700
Angka kecukupan energi rata-rata tingkat konsumsi (orang/ hari)		= 2050 Kal
Angka kecukupan energi rata-rata tingkat persediaan (orang/ hari)		= 2300 Kal

^aWidya Karya Nasional Pangan dan Gizi, 1988

Lampiran 3. Syarat mutu dan cara uji biskuit

SH.0177-78

MUTU DAN CARA UJI B I S K U I T

1. RUANG LINGKUP.

Standar ini meliputi syarat mutu dan cara uji roti jenis biskuit

2. DEFINISI.

Biskuit adalah sejenis makanan yang terbuat dari tepung dengan penambahan bahan makanan lain, dengan proses pemanasan dan pencetakan.

3. SYARAT MUTU.

- 3.1. Air.....: maximum 5%
- 3.2. Proteina.....: minimum 9%
- 3.3. Lemak.....: minimum 9,5%
- 3.4. Karbohidrat.....: minimum 70%
- 3.5. Abu.....: maximum 1,5%
- 3.6. Logam berbahaya.....: negatif
- 3.7. Serat kasar.....: maximum 0,5%
- 3.8. Kalori kal/100 gr.....: minimum 400
- 3.9. Jenis tepung.....: terigu
- 3.10. Bau dan rasa.....: normal, tidak tengik
- 3.11. Warna.....: normal.

4. CARA PENGAMBILAN CONTOH.

Menurut persetujuan antara pembeli dan penjual, dan dianjurkan contoh itu mewakili sebuah tanding/party.

Tiap contoh berjumlah 250 gr.

5. CARA UJI.

Pekerjaan pendahuluan:

Biskuit dihaluskan dengan baik sampai serba sama dan segera diuji.

5.1. Uji keadaan:

Dikerjakan secara Organoleptis.

5.2. Kadar air:

Ditimbang dengan teliti 1-2 g. contoh ke dalam botol timbang yang telah diketahui bobotnya, dikeringkan dalam pengering listrik pada 105°C, didinginkan dalam eksikator dan ditimbang sampai bobot tetap.

$$\text{kadar air} = \frac{\text{hilang bobot}}{\text{g. contoh}} \times 100\%.$$

5.3. Kadar protein:

Ditimbang dengan teliti 1-2 g. contoh, dimasukkan ke dalam labu Kyldahl. lalu ditambahkan 10 g. campuran selen (4 g. selen 3 g. CaSPO₄ dan 190 g Na₂ SO₄) dan 30 ml H₂ SO₄ pekat teknis.

Kemudian dipanaskan mula-mula atas nyala kecil (dalam ruang asam) sambil digoyang-goyangkan. Sesudah 5-10 menit.

Api dibesarkan dan terus dipanaskan hingga warna cairan menjadi hijau jernih.

Sesudah didinginkan, diencerkan dengan 250-300 ml. air dan dipindahkan ke dalam labu didih dari 500 ml yang di dalamnya telah ditambahkan beberapa butir batu didih.

Ditambahkan 120 ml NaOH 30% dan segera disambung dengan alat penyuling dan disulingkan hingga 2/3 dari cairan tersuling. Sulingan yang terjadi diterima dalam H_2SO_4 0,25 N berlebihan. Akhirnya kelebihan H_2SO_4 dititrasi kembali dengan NaOH 0,5 N (indikator mengesal).

Blanko harus dikerjakan juga seperti di atas.

$$\text{Kadar protein} = \frac{(\text{Blanko} - \text{ml NaOH}) \times N \times 0,014 \times 6,25}{\text{g. contoh}} \times 100\%$$

5.4. Kadar lemak:

Ditimbang dengan teliti 1-2 g contoh, dimasukkan ke dalam piala, lalu ditambah 30 ml HCl 25% dan 20 ml air dan beberapa butir batu didih. Lalu ditutup dengan kaca arloji dan dididihkan sampai mengarang (15 menit). Kemudian panas-panas disaring dan zat padatan yang terkandung di dalamnya dikeringkan dengan alat pengering listrik pada suhu $100^\circ C$. Kemudian dimasukkan ke dalam kertas saring pembungkus (Huls) diseduh dengan eter minyak tanah selama 2-3 jam dengan mempergunakan alat soxhlet.

Sesudah itu eter disulingkan dan seduhan (lemak) dikeringkan lebih dahulu dengan alat peniup, kemudian dengan alat pengering listrik selama 0,5 - 1 jam pada suhu $102 - 105^\circ C$, ditimbang hingga bobot tetap. Berat seduhan (extract) adalah jumlah lemak.

$$\text{Kadar lemak} = \frac{\text{berat seduhan}}{\text{berat contoh}} \times 100\%.$$

Catatan:

Dapat juga dipergunakan normal heksan dengan faktor 0,019.

5.5. Kadar serat kasar.

Ditimbang dengan teliti 2 - 5 g. contoh yang telah bebas dari lemak, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 750 ml. Kemudian ditambahkan 100 ml H_2SO_4 1,25%.

Dididihkan selama 30 menit, mempergunakan pendingin tegak. Kemudian ditambahkan lagi 200 ml NaOH 3,25%, dididihkan lagi selama 30 menit. Dalam keadaan panas disaring ke dalam corong Buchner berisi kertas saring yang telah diketahui bobotnya (lebih dahulu dikeringkan pada $105^\circ C$ selama ½ jam).

Dicuci berturut-turut dengan air panas, H_2SO_4 1,25% air panas dan alkohol 96%. Kertas saring dengan isinya diangkat dan dimasukkan ke dalam cawan pijar yang telah diketahui bobotnya, lalu dikeringkan pada $105^\circ C$ selama 1 jam hingga bobot tetap.

Setelah itu cawan seisinya diabukan dan dipijarkan, akhirnya ditimbang sampai bobot tetap.

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{A - B - C}{\text{Bobot contoh}} \times 100\%.$$

Dimana: A : bobot cawan + kertas saring + isi
 B : bobot abu + cawan
 C : bobot kertas saring.

5.6. Kadar Karbohidrat.

Dengan cara pengurangan yaitu:

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

5.7. Logam-logam bahaya (Hg, Pb, Cu).

Ditimbang 5 - 10 gr contoh, ditambahkan beberapa tetes asam sulfat pekat, lalu diabukan. Kemudian abu ditambahkan asam chlorida pekat dan diuapkan di atas penangas air, lalu dikeringkan pada $102 - 105^{\circ}\text{C}$ selama $\frac{1}{2}$ jam.

Bila ada silikat dipisahkan, sisanya ditambahkan asam chlorida encer dan disaring.

Logam-logam berbahaya ternyata tidak ada/diabaikan bila larutan contoh dari abu memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

2 g contoh diabukan, kemudian ditetesi asam chlorida (HCl) 5 tetes dan diencerkan dengan 10 ml air.

Kemudian 5 ml larutan abu itu bila ditambahi 2 tetes larutan natrium sulfida 1 N tetap jernih.

5 ml larutan abu itu bila ditambahkan 0,1 g natrium bikarbonat dan 1 tetes kalium ferrosianida tetap jernih.

5.8. Kadar abu.

Ditimbang dengan teliti 2 - 3 g contoh, masukkan dalam cawan pijar/platina yang telah diketahui bobotnya.

Panaskan pertama-tama dengan nyala kecil, kemudian dengan nyala besar hingga abunya menjadi putih. Kemudian didinginkan hingga bobot tetap.

Kadar abu = $\frac{\text{penambahan bobot}}{\text{g contoh}} \times 100\%$.

5.9. Nilai kalori.

Nilai kalori per 100 g contoh = $(9 \times \% \text{ lemak} + 4 \times \% \text{ protein} + 4 \times \% \text{ karbohidrat}) \text{ kal.}$

Catatan:

Kalau abu sukar menjadi putih, teteskan air beberapa tetes kemudian pijarkan kembali.

5.10. Uji jenis tepung.

Sisa seduhan lemak diuji secara mikrokopis.

Lampiran 4. Lembar evaluasi uji organoleptik

Nama :

Tanggal :

Produk : Biskuit

Beri nomor sesuai jawaban pilihan !

Kode	Warna	Aroma	Rasa	Kere- nyahan	Peneri- maan

Keterangan :

1 = tidak suka

2 = agak tidak suka

3 = netral / biasa

4 = agak suka

5 = suka

Lampiran 5. Hasil analisis biskuit

Perlakuan						
Karakteristik	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
Kadar air (%)	7.664	8.322	9.727	8.060	9.378	10.794
	7.503	8.699	9.620	8.210	9.461	10.972
Kadar protein (%)	12.233	17.461	21.546	11.498	15.131	18.554
	12.930	18.165	22.390	12.175	15.679	18.862
Derajat reaksi pen- coklatan non enzi- matis	0.112	0.151	0.160	0.130	0.169	0.174
	0.114	0.155	0.163	0.130	0.172	0.176
Daya cerna protein (%)	89.90	85.19	83.84	87.36	81.48	79.31
	92.16	86.28	81.75	87.09	80.21	80.03
Daya serap air (%)	24.074	39.916	47.683	25.874	44.203	57.113
	25.754	36.820	46.919	28.300	46.995	58.090
Warna (organoleptik)	3.9	3.6	3.8	3.7	3.7	3.4
	4.2	3.9	3.9	3.7	3.6	3.2
Aroma (organoleptik)	3.3	3.4	2.7	3.0	3.5	2.9
	3.6	3.6	2.8	3.0	3.4	3.2
Rasa (organoleptik)	3.5	3.3	2.6	3.5	3.5	2.8
	3.8	3.6	2.7	3.5	3.5	2.6
Kerenyahan (orga- noleptik)	3.5	3.2	2.8	3.9	3.3	3.7
	3.8	3.2	2.5	3.9	3.2	3.5
Penerimaan (orga- noleptik)	3.5	3.3	2.6	3.5	3.5	3.2
	3.8	3.6	2.7	3.5	3.4	3.3
Daya cerna pati (%)	71.76	73.96	79.32	85.36	87.14	89.99
	71.20	75.61	77.99	84.82	86.47	92.82
Derajat putih	45.50	36.80	35.00	40.00	31.00	30.70
	46.00	36.50	34.80	40.50	31.00	30.00
Kadar energi (Kal)	424.303	436.462	431.821	435.997	433.026	429.503
	424.562	433.231	429.855	423.650	430.850	434.417

Lampiran 6a. Analisis ragam kadar air biskuit

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	14.324	2.865	142.53 ^{**}	4.39	10.97
A	1	2.376	2.376	118.21 ^{**}	5.99	13.75
B	2	11.731	5.865	291.81 ^{**}	5.14	10.92
AB	2	0.218	0.109	5.41 [*]	5.14	10.92
Galat	6	0.120	0.020			
Total	11	14.445				

Lampiran 6b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap kadar air biskuit

	A1 = 8.589	A2 = 9.479
A 1	-	0.890 ^{**}
A 2	-	-

BNJ 5 % = 0.491

BNJ 1 % = 0.743

Lampiran 6c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap kadar air biskuit

	B1= 7.860	B2= 8.965	B3= 10.278
B 1	-	1.106 ^{**}	2.419 ^{**}
B 2	-	-	1.313 ^{**}
B 3	-	-	-

BNJ 5% = 0.347

BNJ 1% = 0.526

Keterangan: ** berarti berbeda sangat nyata

* berarti berbeda nyata

Lampiran 6d. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar air biskuit

	A1B1 =7.584	A1B2 =8.511	A1B3 =9.673	A2B1 =8.135	A2B2 =8.420	A2B3 =10.883
A1B1	-	0.927**	2.090**	0.551**	1.836**	3.299**
A1B2	-	-	1.163**	0.376*	0.909**	2.372**
A1B3	-	-	-	1.539**	0.254	1.210**
A2B1	-	-	-	-	1.285**	2.748**
A2B2	-	-	-	-	-	1.463**
A2B3	-	-	-	-	-	-

BNJ 5% = 0.347

BNJ 1% = 0.526

Lampiran 7a. Analisis ragam kadar protein biskuit

S. Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	149.442	29.888	140.850 ^{**}	4.39	10.97
A	1	13.711	13.711	64.616 ^{**}	5.99	13.75
B	2	132.460	66.230	312.112 ^{**}	5.14	10.92
AB	2	3.270	1.635	7.705 [*]	5.14	10.92
Galat	6	1.273	0.212			
Total	11	150.715				

Lampiran 7b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap kadar protein biskuit

	A1= 17.4542	A2= 15.316
A1	-	2.138 [*]
A2	-	-
BNJ 5% = 1.594		
BNJ 1% = 2.415		

Lampiran 7c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap kadar protein biskuit

	B1= 12.209	B2= 16.609	B3= 20.338
B1	-	4.400 ^{**}	8.129 ^{**}
B2	-	-	3.729 ^{**}
B3	-	-	-
BNJ 5% = 1.127			
BNJ 1% = 1.708			

Lampiran 7d. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kadar protein biskuit

	A1B1 = 12.582	A1B2 =17.813	A1B3 =21.968	A2B1 =11.836	A2B2 =15.405	A2B3 =18.708
A1B1	-	5.231**	9.386**	0.746	2.823**	6.126**
A1B2	-	-	4.155**	5.977**	2.408**	0.895
A1B3	-	-	-	10.132**	6.563**	3.260**
A2B1	-	-	-	-	3.569**	6.872**
A2B2	-	-	-	-	-	3.303**
A2B3	-	-	-	-	-	-

BNJ 5% = 1.272

BNJ 1% = 1.708

Lampiran 8a. Analisis ragam derajat reaksi pencoklatan non enzimatis biskuit

S. Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	340.557	68.111	730.025**	4.39	10.97
A	1	82.163	82.163	880.637**	5.99	13.75
B	2	257.682	128.841	1380.931**	5.14	10.92
AB	2	0.712	0.356	3.814	5.14	10.92
Galat	6	0.560	0.093			
Total	11	341.117				

Lampiran 8b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap derajat reaksi pencoklatan non enzimatis biskuit

	A1= 39.100	A2= 33.867
A1	-	5.233**
A2	-	-
BNJ 5% = 1.057		
BNJ 1% = 1.601		

Lampiran 8c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap derajat reaksi pencoklatan non enzimatis biskuit

	B1= 43.000	B2= 33.825	B3= 32.625
B1	-	9.175**	10.375**
B2	-	-	1.200**
B3	-	-	-
BNJ 5% = 0.747			
BNJ 1% = 1.132			

Lampiran 9a. Analisis ragam daya cerna protein biskuit

S.Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	182.343	36.469	34.010 **	4.39	10.97
A	1	46.571	46.571	43.431 **	5.99	13.75
B	2	134.188	67.094	62.570 **	5.14	10.92
AB	2	1.585	0.793	0.739	5.14	10.92
Galat	6	6.434	1.072			
Total	11	188.777				

Lampiran 9b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap daya cerna protein biskuit in vitro

	A1= 86.520	A2= 82.580
A1	-	3.94 *
A2	-	-
BNJ 5% =	3.584	
BNJ 1% =	5.429	

Lampiran 9c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap daya cerna protein biskuit in vitro

	B1= 89.130	B2= 83.290	B3= 81.230
B1	-	5.840 **	7.900 **
B2	-	-	1.160
B3	-	-	-
BNJ 5% =	2.534		
BNJ 1% =	3.839		

Lampiran 10a. Analisis ragam daya serap air biskuit

S. Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	1582.747	316.549	138.905 ^{**}	4.39	10.97
A	1	129.277	129.277	56.728 ^{**}	5.99	13.75
B	2	1419.896	709.948	311.531 ^{**}	5.14	10.92
AB	2	33.574	16.787	7.366 [*]	5.14	10.92
Galat	6	13.674	2.279			
Total	11	1596.420				

Lampiran 10b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap daya serap air biskuit

	A1= 36.858	A2= 43.422
A1	-	6.564 [*]
A2	-	-

BNJ 5% = 5.224

BNJ 1% = 7.914

Lampiran 10c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap daya serap air biskuit

	B1= 25.996	B2= 41.973	B3= 52.451
B1	-	15.977 ^{**}	26.455 ^{**}
B2	-	-	10.478 ^{**}
B3	-	-	-

BNJ 5% = 3.694

BNJ 1% = 5.596

Lampiran 10d. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap daya serap air biskuit

	A1P1 =24.905	A1B2 =38.368	A1B3 =47.301	A2B1 =27.087	A2B2 =45.579	A2B3 =57.601
A1B1	-	13.463**	22.396**	2.183	20.674**	32.696**
A1B2	-	-	8.933**	11.281**	7.211**	19.233**
A1B3	-	-	-	20.214**	1.722	10.300**
A2B1	-	-	-	-	18.491**	30.514**
A2B2	-	-	-	-	-	12.023**
A2B3	-	-	-	-	-	-

BNJ 5% = 3.694

BNJ 1% = 5.596

Lampiran 11a. Analisis ragam skor kesukaan terhadap warna biskuit

S. Keragaman	DE	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	0.617	0.123	6.165 [*]	4.39	10.97
A	1	0.333	0.333	16.670 ^{**}	5.99	13.75
B	2	0.182	0.091	4.545	5.14	10.92
AB	2	0.102	0.051	2.54	5.14	10.92
Galat	6	0.120	0.020			
Total	11	0.737				

Lampiran 11b. Uji BNJ rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap warna biskuit

	A1 = 3.9	A2 = 3.6
A1	-	0.3
A2	-	-

BNJ 5% = 0.489

BNJ 1% = 0.741

Lampiran 12a. Analisis ragam skor kesukaan terhadap aroma biskuit

S. Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	0.96	0.192	9.6 [*]	4.39	10.97
A	1	0.01	0.01	0.5	5.99	13.75
B	2	0.67	0.335	16.75 ^{**}	5.14	10.92
AB	2	0.28	0.14	7.0 [*]	5.14	10.92
Galat	6	0.12	0.02			
Total	11	1.08				

Lampiran 12b. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap aroma biskuit

	B1= 3.2	B2= 3.5	B3= 2.9
B1	-	0.3	0.3
B2	-	-	0.6 ^{**}
B3	-	-	-

BNJ 5% = 0.346

BNJ 1% = 0.524

Lampiran 12c. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap aroma biskuit

	A1B1 =3.5	A1B2 =3.5	A1B3 =2.8	A2B1 =3.0	A2B2 =3.5	A2B3 =3.1
A1B1	-	0	0.7 ^{**}	0.5	0	0.4 [*]
A1B2	-	-	0.7 ^{**}	0.5	0	0.4 [*]
A1B3	-	-	-	0.2	0.7 ^{**}	0.3
A2B1	-	-	-	-	0.5	0.1
A2B2	-	-	-	-	-	0.4 [*]
A2B3	-	-	-	-	-	-

BNJ 5% = 0.346

BNJ 1% = 0.524

Lampiran 13a. Analisis ragam skor kesukaan terhadap rasa biskuit

S. Keragaman	DE	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	2.284	0.457	12.181**	4.39	10.97
A	1	0.021	0.021	0.557	5.99	13.75
P	2	2.252	1.126	30.024**	5.14	10.92
AB	2	0.012	0.006	0.155	5.14	10.92
Galat	6	0.225	0.038			
Total	11	2.510				

Lampiran 13b. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap rasa biskuit

	B1 = 3.6	B2 = 3.5	B3 = 2.6
B1	-	0.1	1.0**
B2	-	-	0.9**
B3	-	-	-

BNJ 5% = 0.474

BNJ 1% = 0.718

Lampiran 14a. Analisis ragam skor kesukaan terhadap kerenyahan biskuit

S. Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	1.948	0.390	20.287**	4.39	10.97
A	1	0.521	0.521	27.125**	5.99	13.75
B	2	0.980	0.490	25.521**	5.14	10.92
AB	2	0.447	0.223	11.635**	5.14	10.92
Galat	6	0.115	0.019			
Total	11	2.063				

Lampiran 14b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap kerenyahan biskuit

	A1 = 3.2	A2 = 3.6
A1	-	0.4
A2	-	-

BNJ 5% = 0.480

BNJ 1% = 0.726

Lampiran 14c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap kerenyahan biskuit

	B1 = 3.8	B2 = 3.2	B3 = 3.1
B1	-	0.6**	0.7**
B2	-	-	0.1
B3	-	-	-

BNJ 5% = 0.339

BNJ 1% = 0.514

Lampiran 14d. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap kerenyahan biskuit

	A1B1 =3.7	A1B2 =3.2	A1B3 =2.7	A2B1 =3.9	A2B2 =3.3	A2B3 =3.6
A1B1	-	0.5 ^{**}	1.0 ^{**}	0.2	0.4 [*]	0.1
A1B2	-	-	0.5 ^{**}	0.7 ^{**}	0.1	0.4 [*]
A1B3	-	-	-	1.2 ^{**}	1.6 ^{**}	0.9 ^{**}
A2B1	-	-	-	-	0.6 ^{**}	0.3
A2B2	-	-	-	-	-	0.3
A2B3	-	-	-	-	-	-

BNJ 5% = 0.324

BNJ 1% = 0.490

Lampiran 15a. Analisis ragam skor kesukaan terhadap penerimaan biskuit

S. Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	1.258	0.252	14.371**	4.39	10.97
A	1	0.068	0.068	3.857	5.99	13.75
B	2	0.875	0.438	25.000**	5.14	10.92
AB	2	0.315	0.158	9.000*	5.14	10.92
Galat	6	0.105	0.018			
Total	11	1.363				

Lampiran 15b. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap penerimaan biskuit

	B1 = 3.6	B2 = 3.5	B3 = 3.0
B1	-	0.1	0.6**
B2	-	-	0.5**
B3	-	-	-

BNJ 5% = 0.324

BNJ 1% = 0.490

Lampiran 15c. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong, dan suplementasi tepung tempe terhadap penerimaan biskuit

	A1B1 =3.7	A1B2 =3.5	A1B3 =2.7	A2B1 =3.5	A2B2 =3.5	A2B3 =3.2
A1B1	-	0.2	1.0**	0.2	0.2	0.4*
A1B2	-	-	0.8**	0	0	0.2
A1B3	-	-	-	0.8**	0.8**	0.6**
A2B1	-	-	-	-	0	0.2
A2B2	-	-	-	-	-	0.2
A2B3	-	-	-	-	-	-

BNJ 5% = 0.324

BNJ 1% = 0.490

Lampiran 16a. Analisis ragam daya cerna pati biskuit in vitro

S. Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	585.248	117.050	103.630**	4.39	10.97
A	1	491.008	491.008	434.713**	5.99	13.75
B	2	92.974	46.487	41.157**	5.14	10.92
AB	2	1.266	0.633	0.561	5.14	10.92
Galat	6	6.777	1.130			
Total	11	592.026				

Lampiran 16b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap daya cerna pati biskuit in vitro

	A1 = 74.97	A2 = 87.79
A1	-	12.80**
A2	-	-

BNJ 5% = 3.678

BNJ 1% = 5.572

Lampiran 16c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap daya cerna pati biskuit in vitro

	B1 = 78.29	B2 = 80.80	B3 = 85.03
B1	-	2.51	6.74**
B2	-	-	4.23**
B3	-	-	-

BNJ 5% = 2.601

BNJ 1% = 3.940

Lampiran 17a. Analisis ragam derajat putih biskuit

S. Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	340.557	68.111	730.025**	4.39	10.97
A	1	82.163	82.163	880.637**	5.99	13.75
B	2	257.682	128.841	1380.931**	5.14	10.92
AB	2	0.712	0.356	3.814	5.14	10.92
Galat	6	0.560	0.093			
Total	11	341.117				

Lampiran 17b. Uji BNJ pengaruh rasio tepung terigu: tepung singkong terhadap derajat putih biskuit

	A1 = 39.100	A2 = 33.867
A1	-	5.233**
A2	-	-
BNJ 5% = 1.057		
BNJ 1% = 1.601		

Lampiran 17c. Uji BNJ pengaruh suplementasi tepung tempe terhadap derajat putih biskuit

	B1 = 43.000	B2 = 33.825	B3 = 32.625
B1	-	9.175**	10.375**
B2	-	-	1.200**
B3	-	-	-
BNJ 5% = 0.747			
BNJ 1% = 1.132			

Lampiran 18. Analisis ragam kadar energi biskuit

S. Keragaman	DB	JK	KT	F	F.05	F.01
Perlakuan	5	120.714	24.143	1.480	4.39	10.97
A	1	4.330	4.330	0.266	5.99	13.75
B	2	81.935	40.968	2.512	5.14	10.92
AB	2	34.450	17.225	1.056	5.14	10.92
Galat	6	97.848	16.308			
Total	11	218.562				