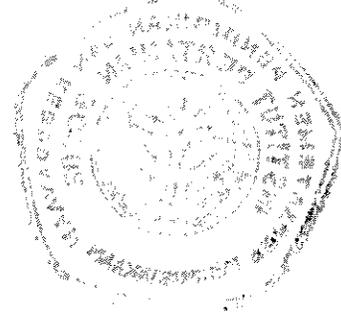


UNIVERSITAS IPB	
NO. SURAT	...
TANGGAL	...
DI	...
KE	...
UNTUK	...

F/TPG/1992/055
#

SIFAT FUNGSIONAL DAN NILAI GIZI TEPUNG TEMPE SERTA PEMANFAATANNYA DALAM PEMBUATAN BISKUIT UNTUK ANAK BALITA



Oleh
YOSSI MURDEFI
F 24. 1010



1992
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR

Yossi Murdefi. F 24.1010. Sifat Fungsional dan Nilai Gizi Tepung Tempe serta Pemanfaatannya dalam Pembuatan Biskuit untuk Anak Balita. Dibawah bimbingan Deddy Muchtadi.

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses pembuatan tepung tempe, penetapan sifat-sifat fungsional tepung tempe yang dihasilkan, dan evaluasi nilai gizi proteinnya. Selain itu juga dibuat biskuit untuk anak balita sebagai salah satu alternatif pemanfaatan tepung tempe.

Pembuatan tepung tempe melalui tahap-tahap pemotongan tempe segar, *blanching* dengan uap, pengeringan dengan oven, penggilingan dan pengayakan. Tepung tempe yang diperoleh mengandung protein kasar 48.0%, lemak kasar 24.7%, serat kasar 2.9%, kadar air 8.7%, kadar abu 2.3%, dan karbohidrat lain (*by difference*) sebesar 13.5%.

Kelarutan tepung tempe dalam air berkisar antara 11.3% sampai 23.2%. Perlakuan *blanching*, suhu dan waktu pengeringan ternyata berpengaruh sangat nyata terhadap kelarutan tepung tempe, yaitu makin lama *blanching*, makin tinggi suhu dan makin lama pengeringan, kelarutannya makin rendah. Diduga terjadi denaturasi protein yang menurunkan kelarutan.

Blanching berpengaruh sangat nyata terhadap kapasitas buih tepung tempe. Tepung tempe yang tidak di-*blanching* mempunyai kapasitas buih 50.4%, *blanching* 10 menit 28.9%, sedangkan *blanching* 20 menit 21.4%. Denaturasi dan koagulasi protein diduga mempengaruhi kapasitas buih tersebut.





Makin lama waktu pengeringan, daya pembentukan gel tepung tempe makin rendah atau diperlukan konsentrasi yang lebih tinggi untuk membentuk gel yang stabil. Konsentrasi terendah untuk pembentukan gel yang stabil adalah 12%.

Daya serap air berkisar antara 1.6 - 2.6 g/g, sedangkan daya serap minyak antara 0.9 - 1.8 g/g. Tidak ada pengaruh perlakuan yang nyata terhadap daya serap air tepung tempe. Perlakuan *blanching* dan waktu pengeringan berpengaruh nyata terhadap daya serap minyak, yaitu adanya kecenderungan daya serap minyak menurun dengan bertambahnya waktu *blanching* dan waktu pengeringan.

Aktivitas emulsi tepung tempe menunjukkan nilai yang optimum antara pH 6.5 - 7.5, yaitu 36.7-46.9%. Nilai terendah terjadi pada pH 4.5. Tidak ada pengaruh perlakuan yang nyata terhadap aktivitas dan stabilitas emulsi. Pemanasan pada suhu 80°C tidak mempengaruhi kestabilan emulsi (35.7-47.1% pada pH 6.5). Tepung tempe memiliki lesitin dan kandungan protein yang tinggi, yang diduga membantu menstabilkan emulsi.

Nilai *Protein Dispersibility Index* (PDI) tepung tempe bervariasi antara 1.6 - 7.5%. Perlakuan pengeringan, yaitu suhu dan waktu pengeringan, secara tunggal maupun dalam bentuk kombinasi dengan atau tanpa *blanching* berpengaruh nyata terhadap nilai PDI tepung tempe. Nilai tertinggi diperoleh dari tepung tempe yang di-*blanching* 10 menit dan dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam.

Dari hasil pengujian mutu proteih secara *in vivo* dapat disimpulkan bahwa nilai gizi protein tepung tempe hampir sama dengan kasein. Nilai NPR, Daya Cerna, Nilai Biologis dan NPU kasein berturut-turut 5.5, 96%, 95 dan 91, untuk tepung tempe terpilih (tanpa *blanching*, pengeringan pada 50°C selama 22 jam) berturut-turut 5.0, 91%, 92 dan 84 dan tepung tempe pembanding (*blanching* 20 menit, pengeringan pada suhu 70°C selama 26 jam) diperoleh nilai 4.3, 85%, 87 dan 74.

Biskuit untuk anak balita dibuat dalam sembilan formula yang kemudian diuji tingkat kesukaannya oleh ibu-ibu yang mempunyai anak balita. Formula yang terpilih adalah F7 dan F8 dengan tingkat kesukaan terhadap warna, aroma, rasa dan tekstur yang tinggi, yaitu biasa sampai suka. Kedua formula tersebut dibuat dari adonan tepung terigu masing-masing 30% dan 35%, tepung tempe 15% dan 10%, susu skim bubuk 21.5%, gula halus 19.5%, margarine 6%, telur 8%.

Analisis komposisi kimia biskuit dengan formula F7 dan F8 menghasilkan nilai Energi (Kal) 403.7 dan 400.7, kadar protein (%) 18.4 dan 17.5, kadar lemak (%) 9.3 dan 8.3, kadar karbohidrat (%) 61.6 dan 64.0, kadar abu (%) 3.0 dan 2.9, kadar serat kasar (%) 2.7 dan 2.4, serta kadar air (%) 5.0 dan 4.9.

SIFAT FUNGSIONAL DAN NILAI GIZI TEPUNG TEMPE SERTA PEMANFAATANNYA DALAM PEMBUATAN BISKUIT UNTUK ANAK BALITA

Oleh

YOSSI MURDEFI

F 24.1010

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

1992

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

**SIFAT FUNGSIONAL DAN NILAI GIZI TEPUNG TEMPE
SERTA PEMANFAATANNYA DALAM PEMBUATAN BISKUIT
UNTUK ANAK BALITA**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh
YOSSI MURDEFI
F 24.1010

Dilahirkan di Padang, 29 Agustus 1968

Lulus 4 Maret 1992

Disetujui,
25 Maret 1992


Dr. Ir. Deddy Muchtadi, MS.
Dosen Pembimbing



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrohim. Puji dan syukur penulis panjatkan pada Allah swt. dengan terselesaikannya skripsi ini. Skripsi ini merupakan laporan dan pembahasan hasil penelitian yang penulis lakukan dari bulan Maret sampai dengan bulan Desember 1991.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tulus penulis haturkan kepada :

1. Dosen pembimbing penulis **Dr.Ir. Deddy Muchtadi, MS.**
2. Dosen penguji **Ir. Ni Luh Puspitasari, MSc.**

Ir. Sutrisno Koswara.

3. Yang tercinta **Papa, Mama, Ni An, Da Azi, Pepen dan Rani**
4. **Igun dan sahabat-sahabat tersayang**
5. Keluarga besar **FATETA, Institut Pertanian Bogor**

Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran untuk perbaikan selanjutnya sangat penulis harapkan. Semoga bermanfaat.

Bogor, Maret 1992

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. TEMPE	5
1. Pembuatan Tempe	5
2. Komposisi dan Nilai Gizi Tempe	6
3. Pengawetan Tempe	10
B. SIFAT FUNGSIONAL PROTEIN	11
1. Kelarutan	12
2. Daya Buih	13
3. Daya Pembentukan Gel	13
4. Daya Serap Air dan Minyak	14
5. Daya Emulsi	14
C. NILAI GIZI PROTEIN	15
D. MAKANAN TAMBAHAN UNTUK ANAK BALITA	16
E. BISKUIT	19
1. Bahan-bahan Pembentuk Biskuit	20
2. Pembuatan Biskuit	24

	Halaman
III. METODOLOGI PENELITIAN	26
A. BAHAN DAN ALAT	26
1. Bahan	26
2. Alat	27
B. METODE PENELITIAN	27
1. Pembuatan Tepung Tempe	27
2. Penetapan Sifat Fungsional Tepung Tempe	29
3. Evaluasi Nilai Gizi Protein Tepung Tempe	30
4. Pembuatan Biskuit untuk Anak Balita	32
C. RANCANGAN PERCOBAAN	34
D. METODE ANALISIS	36
1. Sifat Fungsional Tepung Tempe	36
2. Nilai Gizi Protein	39
3. Analisis Komposisi Kimia	40
4. Perhitungan Nilai Energi	45
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
A. TEPUNG TEMPE	46
B. SIFAT FUNGSIONAL TEPUNG TEMPE	49
1. Kelarutan dalam Air	49
2. Daya Buih	52
3. Daya Pembentukan Gel	55
4. Daya Serap Air	57
5. Daya Serap Minyak	58
6. Daya Emulsi	61
7. Protein Dispersibility Index	65

	Halaman
C. TEPUNG TEMPE TERPILIH	67
D. NILAI GIZI PROTEIN TEPUNG TEMPE	68
1. Net Protein Ratio (NPR)	70
2. Daya Cerna (DC)	73
3. Nilai Biologis (NB)	74
4. Net Protein Utilization (NPU)	75
E. BISKUIT UNTUK ANAK BALITA	76
1. Uji Organoleptik	78
2. Kandungan Gizi Biskuit untuk Anak Balita	86
V. KESIMPULAN DAN SARAN	89
A. KESIMPULAN	89
B. SARAN	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	97

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Diagram alir proses pembuatan tempe . . .	6
Gambar 2.	Diagram alir proses pembuatan tepung tempe	28
Gambar 3.	Diagram alir proses pembuatan biskuit . .	33
Gambar 4.	Histogram pengaruh waktu <i>blanching</i> terhadap kelarutan tepung tempe	50
Gambar 5.	Histogram pengaruh suhu pengeringan terhadap kelarutan tepung tempe	51
Gambar 6.	Histogram pengaruh waktu pengeringan terhadap kelarutan tepung tempe	52
Gambar 7.	Histogram pengaruh waktu <i>blanching</i> terhadap kapasitas buih tepung tempe	54
Gambar 8.	Histogram pengaruh waktu pengeringan terhadap daya pembentukan gel tepung tempe. .	57
Gambar 9.	Histogram pengaruh waktu <i>blanching</i> terhadap daya serap minyak tepung tempe	60
Gambar 10.	Histogram pengaruh waktu pengeringan terhadap daya serap minyak tepung tempe	60
Gambar 11.	Aktivitas emulsi tepung tempe terpilih (tanpa <i>blanching</i> , pengeringan pada 50°C selama 22 jam) pada berbagai pH	62
Gambar 12.	Stabilitas emulsi tepung tempe terpilih (tanpa <i>blanching</i> , pengeringan pada 50°C selama 22 jam) pada berbagai pH	65
Gambar 13.	Kurva pertumbuhan keempat kelompok tikus selama masa percobaan	71
Gambar 14.	Biskuit untuk anak balita dengan formula F7 dan F8	85

1. Dalam rangka meningkatkan kualitas layanan dan mutu pendidikan, IPB University telah melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan kualitas layanan dan mutu pendidikan, salah satunya dengan melakukan penelitian-penelitian yang relevan dengan bidang kefarmasian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu *blanching* terhadap kelarutan tepung tempe. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *blanching* yang optimal untuk meningkatkan kelarutan tepung tempe adalah 10 menit. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat umum dan para peneliti di bidang farmasi.

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran	1. Formulir uji organoleptik	98
Lampiran	2. Rekapitulasi data hasil analisis kelarutan, daya pembentukan gel, daya serap air, daya serap minyak dan nilai PDI tepung tempe	99
Lampiran	3a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran kelarutan tepung tempe . .	100
Lampiran	3b. Uji Duncan untuk pengaruh waktu <i>blanching</i> terhadap kelarutan tepung tempe	100
Lampiran	3c. Uji Duncan untuk pengaruh suhu pengeringan terhadap kelarutan tepung tempe	101
Lampiran	3d. Uji Duncan untuk pengaruh waktu pengeringan terhadap kelarutan tepung tempe	101
Lampiran	4a. Rekapitulasi data hasil pengukuran daya buih tepung tempe	102
Lampiran	4b. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran kapasitas buih tepung tempe	102
Lampiran	4c. Uji Duncan untuk pengaruh interaksi waktu <i>blanching</i> , suhu pengeringan dan waktu pengeringan terhadap kapasitas buih tepung tempe	103
Lampiran	5a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran daya pembentukan gel tepung tempe	104
Lampiran	5b. Uji Duncan untuk pengaruh waktu pengeringan terhadap daya pembentukan gel tepung tempe	104
Lampiran	6. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran daya serap air tepung tempe	105
Lampiran	7a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran daya serap minyak tepung tempe	106

Galeri cipta milik IPB University

1. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.
 2. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.
 3. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.
 4. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.
 5. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.
 6. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.
 7. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.
 8. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.
 9. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.
 10. Mengingat pentingnya kedudukan dan pengaruh teknologi pangan, maka perlu diadakan penelitian dan pengembangan pangan.

Lampiran	7b.	Uji Duncan untuk pengaruh waktu <i>blanching</i> terhadap daya serap minyak tepung tempe	106
Lampiran	7c.	Uji Duncan untuk pengaruh waktu pengeringan terhadap daya serap minyak tepung tempe	106
Lampiran	8a.	Rekapitulasi data hasil pengukuran aktivitas emulsi tepung tempe	107
Lampiran	8b.	Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran aktivitas emulsi tepung tempe	108
Lampiran	9a.	Rekapitulasi data hasil pengukuran stabilitas emulsi tepung tempe	109
Lampiran	9b.	Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran stabilitas emulsi tepung tempe	110
Lampiran	10a.	Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran <i>Protein Dispersibility Index</i> (PDI) tepung tempe	111
Lampiran	10b.	Uji Duncan untuk pengaruh interaksi waktu <i>blanching</i> , suhu pengeringan dan waktu pengeringan terhadap nilai PDI tepung tempe	112
Lampiran	11a.	Rekapitulasi data hasil pengukuran <i>Net Protein Ratio</i> (NPR) tepung tempe	113
Lampiran	11b.	Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran NPR tepung tempe	114
Lampiran	11c.	Uji Duncan untuk pengaruh jenis ransum terhadap nilai NPR tepung tempe	114
Lampiran	12.	Rekapitulasi data hasil pengukuran Daya Cerna (DC), Nilai Biologis (NB) dan <i>Net Protein Utilization</i> (NPU) tepung tempe	115
Lampiran	13a.	Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran Daya Cerna tepung tempe	116
Lampiran	13b.	Uji Duncan untuk pengaruh jenis ransum terhadap Daya Cerna tepung tempe	116

	Halaman
Lampiran 14a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran Nilai Biologis tepung tempe	117
Lampiran 14b. Uji Duncan untuk pengaruh jenis ransum terhadap Nilai Biologis tepung tempe	117
Lampiran 15a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran NPU tepung tempe	118
Lampiran 15b. Uji Duncan untuk pengaruh jenis ransum terhadap nilai NPU tepung tempe	118
Lampiran 16. Komposisi bahan penyusun biskuit per 100 gram	120
Lampiran 17a. Rekapitulasi data hasil uji kesukaan terhadap warna biskuit	120
Lampiran 17b. Analisis sidik ragam terhadap hasil uji kesukaan warna biskuit	120
Lampiran 18a. Rekapitulasi data hasil uji kesukaan terhadap aroma biskuit	121
Lampiran 18b. Analisis sidik ragam terhadap hasil uji kesukaan aroma biskuit	121
Lampiran 19a. Rekapitulasi data hasil uji kesukaan terhadap rasa biskuit	122
Lampiran 19b. Analisis sidik ragam terhadap hasil uji kesukaan rasa biskuit	122
Lampiran 20a. Rekapitulasi data hasil uji kesukaan terhadap tekstur biskuit	123
Lampiran 20b. Analisis sidik ragam terhadap hasil uji kesukaan tekstur biskuit	123
Lampiran 20c. Uji Duncan untuk pengaruh jenis formula terhadap tekstur biskuit	124
Lampiran 21. Standar Industri Indonesia (SII.0177-78) untuk biskuit	125

Tabel 1. Jumlah produksi, impor dan kebutuhan kedelai di Indonesia (tahun 1983-1988)*

Tahun	Produksi (x 1000 ton)	Impor (x 1000 ton)	Kebutuhan (x 1000 ton)
1983	536	391	927
1984	769	400	1169
1985	870	330	1200
1986	1003	342	1345
1987	1008	349	1435
1988	1179	350	1529

* Karta (1990)

bentuk terolah (tempe kering, tempe bubuk dan lain-lain) perlu ditingkatkan. Dalam penganekaragaman penggunaan tempe terdapat dua alternatif, yaitu (1) tempe sebagai komponen pangan, misalnya tempe bubuk (tepung tempe) yang dapat digunakan untuk peningkatan kadar gizi (protein dan serat), sebagai pengawet alami, dan untuk penanggulangan diare pada anak-anak; dan (2) produk baru dari tempe, antara lain produk untuk kebutuhan medik dan gizi (Hermana dan Karyadi, 1985).

Sampai sejauh ini penelitian tentang tepung tempe masih sangat terbatas. Belum diketahui suhu dan waktu pengeringan optimum dalam pembuatan tepung tempe. Selain itu, dalam rangka pengembangan hasil olahan tepung tempe, perlu diketahui sifat fungsionalnya. Juga belum diketahui pengaruh pengeringan dalam pembuatan tepung tempe terhadap nilai gizi proteinnya. Oleh karena itu penelitian tentang pembuatan tepung tempe dan penetapan sifat fungsionalnya, serta evaluasi nilai gizi protein tepung tempe perlu dilakukan.

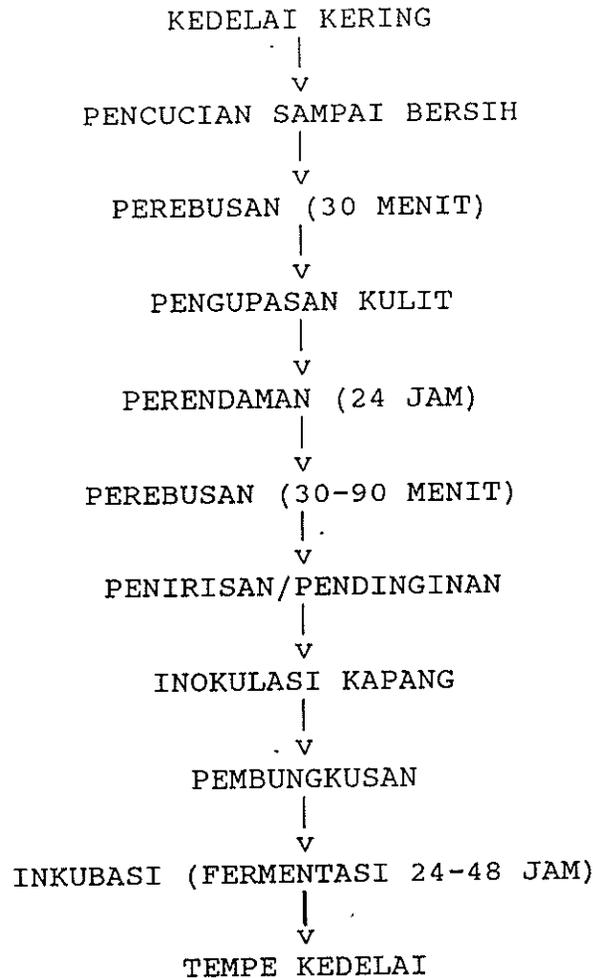
Sementara itu Menteri Kesehatan dr Adhyatma MPH dalam pidato pembukaan Seminar Gizi Nasional tanggal 13 Januari 1992 menyatakan bahwa Kurang Energi dan Protein (KEP) masih menjadi salah satu masalah kesehatan dan gizi di Indonesia (Kompas, 1992). Masalah tersebut terutama terjadi pada golongan rawan gizi, yaitu bayi, anak balita, ibu hamil dan ibu menyusui. Pada anak balita masalah KEP timbul karena umumnya makanan yang diberikan belum dapat memenuhi kebutuhan gizinya (Karyadi dan Husaini, 1976). Menurut Winarno (1987) lebih dari 20 persen anak balita menderita KEP ringan. Untuk menanggulangi masalah ini perlu penelitian yang seksama dalam pemenuhan kalori protein melalui makanan yang dikonsumsi.

Dari keterangan di atas tampak bahwa di masa yang akan datang tepung tempe akan mempunyai peranan yang penting dalam rangka penanggulangan masalah kesehatan dan gizi anak balita. Bentuk tepung tempe dipilih agar tahan lama disimpan dan mudah didistribusikan, serta dapat diformulasi menjadi bermacam-macam bentuk makanan yang disukai anak balita. Penggunaan tepung tempe sebagai campuran dalam pembuatan biskuit untuk anak balita dapat menjadi salah satu alternatif pemanfaatan tepung tempe.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mempelajari proses pembuatan tepung tempe melalui proses pengeringan menggunakan oven pengering, (2) penetapan sifat fungsional tepung tempe yang dihasilkan, (3) evaluasi nilai gizi protein



tepung tempe dan (4) pembuatan biskuit untuk anak balita dalam rangka pemanfaatan tepung tempe untuk golongan rawan gizi. Dengan demikian diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan salah satu sumbangan bagi peningkatan status gizi penduduk Indonesia, khususnya anak balita.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan tempe (Shurtleff dan Aoyagi, 1979)

2. Komposisi dan Nilai Gizi Tempe

Tempe merupakan produk fermentasi yang bernilai gizi tinggi. Proses fermentasi menyebabkan tempe mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan kedelai (Steinkraus, 1983). Pembuatan kedelai menjadi tempe menimbulkan perubahan pada protein, lemak, karbohidrat dan vitamin. Selain itu tempe menjadi lebih larut

dalam air dan mudah dicerna daripada kedelai, serta terjadi kerusakan zat-zat anti gizi kedelai (Hermana, 1972). Komposisi dan nilai gizi tempe jika dibandingkan dengan kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi dan nilai gizi kedelai dan tempe*

Komponen	Kedelai	Tempe
Kadar zat gizi(100 g b.k.)		
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
Mutu Gizi		
Nilai cerna	75-89 (82)	83
Nilai hayati	41-74 (58)	
Nisbah keefisienan protein	0-1.6 (0.7)	2.12
Net Protein Utilization	48-61	

* Hermana (1985)

Menurut Murata et al. (1967) tidak ada perbedaan nyata kandungan protein, tetapi terjadi kenaikan asam amino bebas selama fermentasi dengan jumlah kenaikan satu sampai 85 kali. Setengah kandungan protein awal dipecah menjadi produk yang lebih kecil dan larut dalam air, yang berupa peptida dan asam-asam amino, seperti asam amino aromatik, threonin, valin, lysin, leusin dan triptophan.

Murata et al. (1967) menemukan riboflavin, asam nikotinat, asam pantotenat dan piridoksin yang meningkat jumlahnya sebanyak 4.4 sampai 8.1 kali dibandingkan dengan kedelai yang tidak difermentasi, meskipun thiamin turun sedikit. Curtis et al. (1977) melaporkan tingginya kandungan vitamin B₁₂ yang dijumpai pada tempe-tempe di Indonesia. Vitamin B₁₂ ini dihasilkan dari aktivitas bakteri Klebsiella pneumoniae. Tempe yang dibuat dari R. oligosporus murni mengandung lebih sedikit vitamin B₁₂ dibanding tempe yang dibuat secara tradisional.

Menurut Sudarmadji dan Markakis (1977) asam fitat berkurang sebanyak 30 persen setelah menjadi tempe. Hal ini karena adanya enzim fitase kapang tempe yang akan menghidrolisa asam fitat menjadi inositol dan fosfor anorganik. Asam fitat diketahui dapat mengakibatkan defisiensi fosfat, kalsium dan gangguan penyerapan besi karena kemampuannya mengkelat sejumlah mineral.

Aktivitas anti bakteri tempe untuk pertama kali dikemukakan oleh Wang et al. (1969). Ditemukan bahwa beberapa jenis bakteri gram positif terhambat pertumbuhannya oleh tempe. Selanjutnya Mahmud et al. (1982) menemukan aktivitas anti bakteri tempe terhadap jenis-jenis bakteri lain, termasuk bakteri penyebab diare pada anak-anak.

Menurut Shurtleff dan Aoyagi (1979) akibat kegiatan enzim yang terkandung dalam kedelai selama fermentasi, maka persentase total padatan terlarut meningkat dari 13% menjadi 27.5%. Nitrogen terlarut yang dilepaskan akibat kegiatan enzim protease meningkat jumlahnya dari 0.5% menjadi 2%, tetapi jumlah total nitrogen sendiri relatif konstan yaitu sekitar 7.5%.

3. Pengawetan Tempe

Salah satu kendala dalam memanfaatkan potensi tempe adalah bahwa tempe tidak tahan lama disimpan. Tempe segar hanya dapat disimpan selama satu sampai dua hari pada suhu ruang tanpa banyak mengalami penurunan mutu (Winarno, 1985).

Secara tradisional peningkatan daya tahan simpan tempe adalah dengan membuat keripik tempe. Seperti dikutip oleh Winarno (1985), Steinkraus (1965) telah mengembangkan produk tempe kering, kemudian tempe beku (Hesseltine et al., 1963) dan pengalengan tempe (Iljas et al., 1976), serta dengan cara menunda proses pembuatan tempe yang belum jadi (Hesseltine et al., 1967).

Teknik lain pengawetan tempe adalah dengan membuat tepung tempe. Menurut Inayati (1991) proses pembuatan tepung tempe secara umum melalui tahap-tahap pemotongan tempe segar, *blanching* dengan uap, pengeringan dengan oven, penggilingan dan pengayakan.

Dari hasil penelitian Inayati (1991) diperoleh bahwa perlakuan *blanching* selama 10 menit dengan pengeringan pada suhu 60°C selama 24 jam menghasilkan tepung tempe dengan derajat putih yang baik (62.39). Sedangkan pemberian antioksidan (asam askorbat dan asam eritrobat) untuk mencegah pencoklatan pada tepung tempe ternyata tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap derajat putihnya.

Kandungan gizi tepung tempe dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan gizi tepung tempe*

Komponen	Jumlah (% berat kering)
Protein	43.03
Lemak	25.47
Karbohidrat	17.72
Serat	2.98
Abu	2.55

* Inayati (1991)

B. SIFAT FUNGSIONAL PROTEIN

Cheftel et al. (1985) mendefinisikan sifat fungsional bahan pangan sebagai sifat-sifat bahan pangan atau komponennya yang dapat mempengaruhi penggunaannya. Kinsella (1977) menambahkan bahwa sifat-sifat tersebut mempengaruhi sifat-sifat protein selama persiapan, pengolahan, penyimpanan dan konsumsi pangan.

Sifat fungsional protein dipengaruhi oleh faktor-faktor pengolahan, yaitu sumber protein, cara ekstraksi, suhu, pengeringan, kekuatan ion, kemurnian dan penyimpanan. Juga dipengaruhi oleh sifat fisiko kimia protein yang meliputi komposisi asam amino (termasuk persentase dan penyebarannya), ukuran molekul, konformasi dan ikatan serta gaya yang berperan dalam struktur molekul protein tersebut (Pour El, 1981). Karena perkiraan tentang sifat fungsional protein tidak selalu dapat ditentukan dengan hanya melihat strukturnya saja, maka perlu dilakukan percobaan (Cheftel et al., 1985).

Menurut Pour El (1981) sifat-sifat fungsional protein yang memegang peranan penting dalam bahan pangan antara lain kelarutan, daya buih, sifat pembentukan gel, daya serap air dan minyak, sifat mengemulsi, tekstur, kohesi dan adhesi, daya koagulasi, viscositas dan pembentukan lapisan tipis.

1. Kelarutan

Yang diperlukan dalam mendefinisikan kelarutan secara termodinamik adalah (1) kondisi padatan mula-mula dan larutan akhir yang terdefinisi dengan baik, (2) kondisi kesetimbangan antara kedua keadaan tersebut. Pada kondisi tersebut kelarutan pada suhu dan tekanan tertentu merupakan konsentrasi sampel dalam larutan (Shen, 1981).

Kelarutan suatu bahan juga dapat dinyatakan dalam kelarutan proteinnya. Menurut Smith dan Circle (1978) kelarutan protein dapat diukur dengan metode *Nitrogen Solubility Index* (NSI) atau *Protein Dispersibility Index* (PDI).

2. Daya Buih

Buih merupakan suatu struktur terdispersi yang mengandung cairan koloid (protein) sebagai medium pendispersi dan udara atau gas sebagai medium terdispersi. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan buih adalah tegangan permukaan, viskositas dan karakter lapisan tipis yang terbentuk pada permukaan cairan. Buih bersifat stabil jika tegangan permukaan rendah dan viskositas tinggi (Cherry dan Watters, 1981).

3. Daya Pembentukan Gel

Daya pembentukan gel adalah suatu gejala agregasi protein, yaitu terjadinya interaksi antara polimer-polimer dan polimer-pelarut. Cheftel et al. (1985) menambahkan bahwa daya pembentukan gel dipengaruhi tidak hanya oleh interaksi antara protein-protein, tetapi juga oleh interaksi protein-air. Kekuatan interaksi yang seimbang akan membentuk jaringan tersier atau matriks yang dapat memerangkap banyak air (Schimdt, 1981).



4. Daya Serap Air dan Minyak

Daya serap air dan daya serap minyak pada makanan berprotein tinggi sangat erat kaitannya dengan protein. Daya serap/ikat air terjadi sebagai akibat interaksi antara protein dengan air. Oleh karena itu daya serap air ini erat kaitannya dengan daya pembentukan gel. Sedangkan mekanisme absorpsi minyak sampai saat ini belum dapat diterangkan dengan jelas, tetapi absorpsi minyak tersebut merupakan pengikatan minyak secara fisik (Hutton dan Campbell, 1981).

5. Daya Emulsi

Emulsi adalah suatu dispersi atau suspensi suatu cairan dalam cairan lain, yang molekul-molekul kedua cairannya tidak saling berbaur, tetapi saling antagonistik. Ada tiga bagian utama dalam sistem emulsi; yaitu bagian pendispersi, bagian terdispersi, yang keduanya dapat berupa air atau minyak, dan bagian emulsifier (Winarno, 1986).

Emulsifier berfungsi menjaga agar emulsi tetap stabil. Daya kerja emulsifier terutama disebabkan oleh bentuk molekulnya yang dapat terikat baik pada minyak (non polar) maupun air (polar). Emulsi minyak dalam air (o/w) terjadi bila emulsifier lebih terikat atau larut dalam air. Sebaliknya bila emulsifier



lebih terikat atau larut dalam minyak terjadi emulsi air dalam minyak (w/o) (Winarno, 1986).

C. NILAI GIZI PROTEIN

Nilai gizi suatu bahan pangan ditentukan oleh isi atau zat gizi apa yang dikandungnya dan oleh ketersediaan atau dapat-tidaknya zat gizi tersebut digunakan oleh tubuh. Zat gizi adalah senyawa kimia yang diperlukan oleh manusia untuk kehidupan dan pertumbuhannya serta mengganti bagian tubuh yang rusak (Muchtadi, 1989).

Menurut Fennema (1985) nilai gizi protein dalam makanan berhubungan dengan kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan manusia akan nitrogen dan asam amino serta untuk menjamin fungsinya sebagai faktor pertumbuhan dan pemelihara tubuh manusia.. Nilai gizi protein dipengaruhi oleh jumlah kandungan protein dan mutu protein.

Mutu protein dinilai dari perbandingan asam-asam amino yang terkandung dalam protein tersebut. Pada prinsipnya suatu protein yang bermutu tinggi adalah protein yang dapat menyediakan asam amino esensial dalam suatu perbandingan yang menyamai kebutuhan manusia (Winarno, 1986).

Menurut Fennema (1985) asam amino tidak tersedia secara sempurna karena pencernaan protein dan penyerapan asam amino dalam sistem pencernaan tidak berlangsung sempurna. Daya cerna protein dipengaruhi oleh konformasi

protein; ikatan antara protein dengan metal, lipid, asam nukleat, selulosa atau polisakarida lainnya; faktor antinutrisi; ukuran dan luas permukaan partikel protein; dan pengaruh proses panas atau perlakuan dengan alkali. Protein hewani pada umumnya mempunyai daya cerna sekitar 90%, sedangkan protein nabati hanya sekitar 60-70 %.

Evaluasi nilai gizi protein dapat dilakukan dengan metode kimia dan dengan metode biologis (*in vivo*) menggunakan hewan percobaan. Evaluasi secara *in vivo* dapat dilakukan berdasarkan indeks pertumbuhan (*growth index*) dengan mengukur *Protein Efficiency Ratio* dan *Net Protein Ratio* atau berdasarkan keseimbangan nitrogen (*N balanced method*), misalnya penetapan Daya Cerna, Nilai Biologis dan *Net Protein Utilization* (Muchtadi, 1989).

D. MAKANAN TAMBAHAN UNTUK ANAK BALITA

Anak balita atau disebut juga anak prasekolah adalah anak-anak yang berumur di bawah lima tahun. Anak balita merupakan salah satu sasaran utama dalam program gizi masyarakat. Diperkirakan dari 147 juta penduduk Indonesia, sekitar 33 juta terdiri dari anak-anak balita (Winarno, 1987).

Kebutuhan energi anak balita lebih tinggi dibandingkan orang dewasa, yaitu mencapai dua sampai tiga kalinya (Abunain, 1981). Rata-rata kebutuhan energi untuk anak balita adalah 100 Kal/kg berat badan, sedangkan orang



dewasa hanya 50 Kal/kg berat badan (Kartono, 1984). Kecukupan gizi anak balita secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kecukupan gizi anak balita yang dianjurkan per orang per hari*

Unsur	Satuan	Umur (tahun)	
		1-3	4-6
Energi	Kal	1210	1600
Protein	g	23	29
Ca	mg	500	500
P	mg	250	350
Fe	mg	10	10
Zn	mg	10	10
I	mcg	70	100
Vitamin A	UI	1500	1800
Thiamin	mg	0.5	0.6
Riboflavin	mg	0.6	0.8
Niasin	mg	8	10
Vitamin C	mg	20	20

*Karyadi dan Muhilal (1990)

Sejak usia tertentu, dengan waktu yang bervariasi, disamping ASI (air susu ibu) anak balita juga diberi makanan tambahan (Sunaryo, 1985). Menurut Hermana (1977) makanan tambahan adalah makanan yang diberikan untuk membantu mencukupi kebutuhan akan zat gizi yang diperlukan. Agar dapat memenuhi fungsinya, makanan tambahan harus mengandung zat-zat gizi yang perlu diberikan dan bermutu baik.

Makanan tambahan dapat diberikan dalam aneka ragam bentuk, yaitu dalam bentuk cair, setengah padat, dan padat. Bentuk padat sudah dapat diberikan untuk anak

diatas usia satu tahun. Sebagian besar diberikan dalam bentuk roti-rotian, seperti biskuit dan roti tawar serta makanan lokal yang berasal dari beras, misalnya nasi tim (Winarno, 1987).

Makanan tambahan seharusnya menyumbangkan energi dalam jumlah yang tinggi, sekurang-kurangnya 370 Kal per 100 gram bahan (WHO, 1972). Makanan tambahan pada anak pra sekolah diharapkan dapat memenuhi 50 persen kecukupan protein dan 20-25 persen dari kecukupan energi anak pra sekolah (Direktorat Gizi, 1979). Komposisi makanan tambahan menurut PAG No.8 (PAG, 1972) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi makanan tambahan untuk anak balita (dalam berat kering)^a

Komponen	Unit per 100 gram
Protein	minimum 20 g ^b
Lemak	maksimum 10 g
Serat kasar	maksimum 5 g
Air	5 - 10 g
Total abu	maksimum 5 g
Abu larut dalam asam	maksimum 0.05 g
Vitamin A,retinol ekivalen	400 ug
Tiamin	0.3 mg
Riboflavin	0.4 mg
Niasin	5.0 mg
Asam folat	0.2 mg
Vitamin B ₁₂	2.0 ug
Asam askorbat	20 mg
Vitamin D	400 IU
Kalsium	300 mg
Besi	10 mg
Iodin	100 ug

^a PAG (1972)

^b NPU 60; PER 2.1

Komponen gizi makanan tambahan harus mempunyai mutu protein (Net Protein Utilization/NPU) tidak kurang dari 60 dan sebaiknya mendekati 65. Jika digunakan, bahan makanan dengan mutu protein yang lebih tinggi, maka kadar protein makanan tersebut dapat lebih rendah (Tabel 6) (PAG, 1972).

Tabel 6. Hubungan nilai NPU dengan kadar protein makanan balita*

Nilai NPU	% protein
80	15.0
75	16.0
70	17.1
65	18.5
60	20.0

* PAG (1972)

E. BISKUIT

Biskuit adalah produk makanan kering yang dibuat dengan memanggang adonan yang mengandung bahan dasar tepung terigu, lemak dan bahan pengembang, dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan makanan lain yang diizinkan. Diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu biskuit keras, crackers, cookies dan wafer (SII.0177-90, 1990).

Biskuit keras adalah jenis biskuit manis yang dibuat dari adonan keras, berbentuk pipih, jika dipatahkan penampang potongannya bertekstur padat dan dapat berkadar

lemak tinggi atau rendah (SII.0177-90, 1990). Pada adonan keras yang digunakan gluten mengembang sampai batas tertentu dengan penambahan air, terjadi ikatan pati dan protein, larutnya gula dan garam, pengembangan dan dispersi lemak ke seluruh bagian adonan (Sunaryo, 1985).

1. Bahan-bahan Pembentuk Biskuit

Bahan-bahan pembuat biskuit dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu bahan pengikat dan bahan pelembut tekstur. Bahan pengikat atau pembentuk adonan yang kompak adalah tepung, susu, putih telur dan air, sedangkan bahan pelembut terdiri dari gula, kuning telur, *shortening* dan bahan pengembang (Matz, 1978).

a. Tepung

Dalam adonan tepung berfungsi membentuk tekstur, mengikat bahan-bahan lain dan mendistribusikannya secara merata, serta berperan membentuk cita rasa (Matz, 1978). Berbagai macam tepung dapat digunakan dalam pembuatan biskuit ini. Menurut Sunaryo (1985) tepung yang biasanya digunakan dalam pembuatan biskuit adalah tepung terigu.

Tepung terigu lunak (8-10% protein) sangat tepat untuk menghasilkan kue kering yang bermutu tinggi. Tepung ini bersifat relatif lebih mudah terdispersi dan tidak mempunyai daya serap air yang

terlalu tinggi, sehingga dalam pembuatan adonan membutuhkan lebih sedikit cairan (Anonim, 1981). Dalam penggunaannya, tepung terigu ini dapat dicampur dengan tepung lain.

b. Lemak

Lemak biasa digunakan untuk memberikan efek *shortening* dengan memperbaiki struktur fisik seperti volume pengembangan, tekstur dan kelembutan, serta memberi flavor (Matz, 1978). Lemak nabati (margarin) lebih banyak digunakan karena memberikan rasa lembut dan halus (Bean et al., 1983). Lemak nabati dapat mengkrem dengan baik, sedangkan dengan lemak hewani (mentega) volume biskuit rendah dan membentuk butiran yang lebih kasar (Anonim, 1981).

c. Telur

Telur berperan dalam pemberian bentuk dan tekstur, serta flavor biskuit yang baik (Sultan, 1983). Bila telur yang digunakan lebih banyak, maka biskuit yang dihasilkan akan lebih mengembang dan menyebar (Anonim, 1981).

Telur dapat melembutkan tekstur biskuit dengan daya emulsi dari lesitin yang terdapat dalam kuning telur. Pembentukan adonan yang kompak terjadi karena daya ikat dari putih telur (Matz, 1978).



d. Gula

Gula digunakan terutama untuk memberi efek rasa manis. Pembubuhan gula juga membuat susunan dan butiran menjadi halus dan lembut, serta membuat kerak biskuit berwarna coklat tua (Anonim, 1981). Fungsi gula yang lain adalah sebagai pengontrol penyebaran (Matz, 1978). Menurut Kaplan (1971) gula yang baik untuk pembuatan biskuit adalah gula halus, karena tidak menyebabkan pelebaran kue yang terlalu besar.

Jumlah gula yang ditambahkan harus tepat. Menurut Matz (1978), bila terlalu banyak gula adonan menjadi lengket dan menempel pada cetakan, biskuit menjadi keras dan akan terlalu manis. Kaplan (1971) menambahkan bahwa penambahan gula yang terlalu banyak mengakibatkan biskuit kurang lezat karena penyebaran gluten tepung.

e. Garam

Garam digunakan untuk membangkitkan rasa lezat bahan-bahan lain yang digunakan untuk membuat biskuit (Anonim, 1981). Sebagian besar formula biskuit menggunakan satu persen garam atau kurang dalam bentuk kristal-kristal kecil (halus) untuk mempermudah kelarutannya (Matz, 1978).



Sebenarnya jumlah garam yang ditambahkan tergantung kepada beberapa faktor, terutama jenis tepung yang dipakai. Tepung dengan kadar protein yang lebih rendah akan membutuhkan lebih banyak garam karena garam akan memperkuat protein. Faktor lain yang menentukan adalah formula yang dipakai. Formula yang lebih lengkap akan membutuhkan garam yang lebih banyak (Anonim, 1981).

f. Bahan Pengembang

Baking powder umum dipakai sebagai bahan pengembang dalam pembuatan biskuit. Menurut Matz (1978) baking powder dibuat dari campuran asam (asam tartarat atau garam-garam asam fosfat) dengan natrium bikarbonat.

g. Air

Dalam pembuatan biskuit air berfungsi memungkinkan terjadinya gluten, mengontrol kepadatan adonan, mengontrol suhu adonan, melarutkan garam, menahan dan menyebarkan bahan-bahan bukan tepung, membasahi dan mengembangkan pati, dan dapat mempertahankan rasa lezat kue lebih lama (Anonim, 1981).

h. Susu

Penggunaan susu bubuk lebih menguntungkan dibandingkan dengan susu cair. Susu ini digunakan untuk memperbaiki warna, aroma, menahan penyerapan air, sebagai bahan pengisi dan untuk meningkatkan nilai gizi biskuit (Anonim, 1981).

2. Pembuatan Biskuit

Pembuatan biskuit dimulai dengan cara mengkremkan gula, lemak, garam dan bahan pengembang. Selanjutnya ditambahkan telur. Setelah mengembang ditambahkan tepung dan cairan sehingga terbentuk adonan biskuit (Anonim, 1981). Adonan kemudian digiling menjadi lembaran (tebal ± 0.3 cm), dicetak sesuai keinginan dan dipanggang dengan loyang yang telah diolesi lemak.

Selama pembentukan adonan waktu pencampuran harus diperhatikan untuk mendapatkan adonan yang homogen dan dengan pengembangan gluten yang diinginkan. Pengadukan yang berlebihan akan merusak gluten sehingga biskuit retak pada saat dipanggang. Jika pengadukan kurang adonan akan kurang menyerap air, sehingga adonan kurang elastis dan menjadi mudah patah.

Penggilingan (pelempengan) dan pencetakan adonan sebaiknya dilakukan sesegera mungkin setelah adonan terbentuk. Penggilingan dilakukan berulang agar dihasilkan adonan yang halus dan kompak.

Pemanggangan biskuit dilakukan dengan oven selama 2.5 sampai 30 menit, tergantung suhu, jenis oven dan jenis biskuitnya. Makin sedikit kandungan gula dan lemak, biskuit dapat dibakar pada suhu yang lebih tinggi (177-204°C).

Biskuit yang dihasilkan segera didinginkan untuk menurunkan suhu dan pengerasan biskuit akibat memadatnya gula dan lemak. Pengemasan biskuit dilakukan untuk melindungi biskuit dari kerusakan (Sunaryo, 1985).

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempe kedelai segar yang diperoleh dari pengrajin tempe Pak Manan di Pasar Anyar, Bogor. Bahan-bahan lain yang digunakan yaitu bahan-bahan untuk ransum tikus, terdiri dari minyak jagung, maizena, CMC, bekamin 10 dan kasein; dan bahan-bahan pembentuk biskuit, yaitu tepung terigu "segitiga biru", margarine, gula halus, susu bubuk skim, telur, garam dan *baking powder* yang diperoleh dari Pasar Anyar dan toko Pakali, Bogor.

Bahan lain yang digunakan adalah tikus putih dari jenis Wistar-LMR untuk analisis nilai gizi protein tepung tempe. Tikus-tikus usia 21 hari sebanyak 20 ekor diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Bogor.

Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis diperoleh dari Laboratorium Bangsal Percontohan, Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Pusat Pengembangan Teknologi Pangan, Laboratorium Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, FATETA, IPB, dan toko kimia Visconina Dramaga, Bogor.

2. Alat

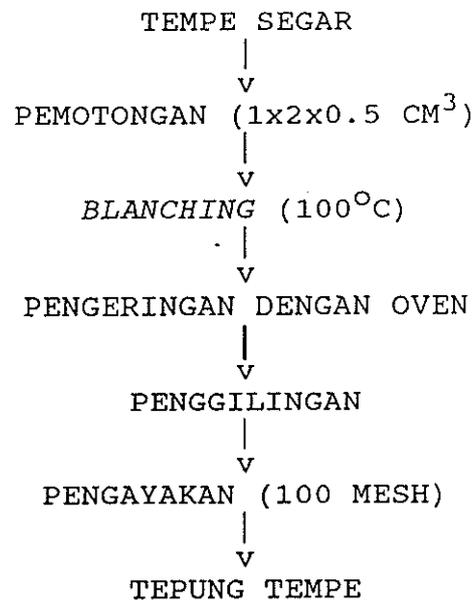
Peralatan yang digunakan meliputi alat-alat pengolahan dan alat-alat untuk analisis. Alat-alat pengolahan terdiri dari otoklaf, oven, *hammer mill*, ayakan, *mixer*, timbangan, cetakan biskuit, serta alat-alat dapur. Dalam analisis digunakan penyaring vakum, *waring blender*, sentrifus, *mixer*, pH meter, alat-alat destruksi dan destilasi, dan alat-alat gelas. Alat-alat tersebut diperoleh dari Laboratorium Bangsal Percontohan Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, FATETA, IPB, Bogor.

B. METODE PENELITIAN

Secara garis besar penelitian ini dibagi menjadi empat tahap utama, yaitu :

1. Pembuatan Tepung Tempe

Tepung tempe dibuat dengan menggunakan metoda yang sama dengan yang digunakan oleh Inayati (1991), seperti tampak pada Gambar 2. Tepung tempe yang dihasilkan kemudian dikemas dalam kantong plastik dan disimpan di dalam lemari es untuk mencegah terjadinya perubahan fisik, kimia, atau mikrobiologis selama menunggu waktu analisis atau pengolahan.



Gambar 2. Diagram alir proses pembuatan tepung tempe (Inayati, 1991)

Tepung tempe dibuat dengan berbagai perlakuan, yaitu waktu *blanching*, suhu pengeringan dan waktu pengeringan. Akan dipelajari pengaruh perbedaan perlakuan tersebut terhadap sifat fungsional tepung tempe.

Pada tahap awal dicoba berbagai waktu *blanching*, suhu pengeringan dan waktu pengeringan tempe untuk menentukan taraf perlakuan yang akan digunakan dalam pembuatan tepung tempe. Pemilihan berdasarkan kondisi optimum untuk menghasilkan tepung tempe dengan penampakan yang bagus.

Perlakuan yang kemudian digunakan dalam pembuatan tepung tempe tersebut ialah:

A = waktu *blanching*

A1 = 0 menit (sebagai kontrol)

A2 = 10 menit

A3 = 20 menit

B = suhu pengeringan

B1 = 50 °C

B2 = 60 °C

B3 = 70 °C

C = waktu pengeringan

C1 = 22 jam

C2 = 24 jam

C3 = 26 jam

2. Penetapan Sifat Fungsional Tepung Tempe

Pada tahap ini dipelajari sifat-sifat fungsional tepung tempe dan pengaruh perbedaan perlakuan dalam pembuatan tepung tempe terhadap sifat fungsionalnya. Selanjutnya berdasarkan uji statistik (uji F/analisis sidik ragam dan uji lanjutan *Duncan*) dipilih tepung tempe yang mempunyai sifat fungsional terbaik.

Sifat fungsional tepung tempe yang dianalisis yaitu sifat kelarutan tepung tempe dalam air, daya buih, daya pembentukan gel, daya serap air dan minyak, daya emulsi dan *Protein Dispersibility Index* (PDI).

3. Evaluasi Nilai Gizi Protein Tepung Tempe

Tepung tempe dengan sifat fungsional terbaik akan ditetapkan nilai gizi proteinnya. Nilai gizi protein yang ditetapkan adalah *Net Protein Ratio* (NPR), *Daya Cerna* (DC), *Nilai Biologis* (NB) dan *Net Protein Utilization* (NPU) protein tepung tempe.

Penetapan nilai gizi protein tepung tempe dilakukan secara *in vivo* menggunakan tikus putih sebagai hewan percobaan. Tikus yang digunakan yaitu tikus jantan dari jenis **Wistar-LMR** yang baru disapih (berusia sekitar 21 hari). Sebelum percobaan dilakukan tikus-tikus tersebut diadaptasikan dengan lingkungan laboratorium selama empat hari. Selama masa adaptasi tikus diberi ransum kasein sebagai sumber makanan.

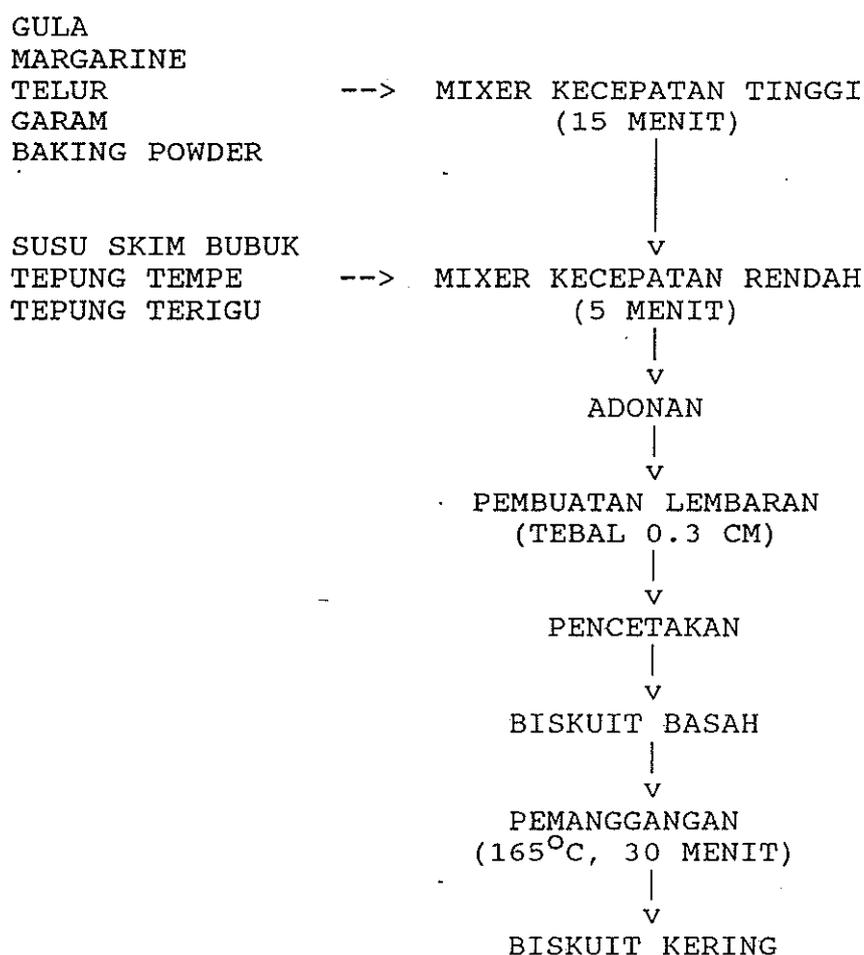
Tikus yang dipersiapkan berjumlah 20 ekor yang dibagi dalam empat kelompok, masing-masing lima ekor. Perbedaan berat antar kelompok tikus diatur agar tidak lebih dari lima gram dan dalam kelompok tidak lebih dari sepuluh gram. Setiap kelompok diberi ransum makanan yang berbeda. Kelompok I diberi ransum kasein, kelompok II ransum tepung tempe terpilih, kelompok III ransum tepung tempe pembanding (tepung tempe yang digunakan sebagai pembanding terhadap nilai gizi tepung tempe terpilih yang ingin diketahui), dan kelompok IV dengan ransum non protein.

Komposisi ransum disesuaikan dengan komposisi ransum yang dianjurkan oleh AOAC (1984), yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Protein} & : X = \frac{1.60 \times 100}{\% \text{ N sampel}} \\ \text{Minyak} & : 8 - \left(X \times \frac{\% \text{ ekstrak eter}}{100} \right) \\ \text{Vitamin} & : 1 \\ \text{Mineral} & : 5 - \left(X \times \frac{\% \text{ kadar abu}}{100} \right) \\ \text{Selulosa} & : 1 - \left(X \times \frac{\% \text{ kadar serat kasar}}{100} \right) \\ \text{Air} & : 5 - \left(X \times \frac{\% \text{ kadar air}}{100} \right) \\ \text{Pati jagung} & : \text{ untuk membuat } 100 \% \end{aligned}$$

Mineral yang digunakan merupakan campuran dari 139.3 g NaCl, 0.79 g KI, 389.0 g KH_2PO_4 , 57.3 g MnSO_4 anhydr., 381.4 g CaCO_3 , 27.0 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 4.01 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0.548 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.477 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 0.023 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Vitamin yang digunakan adalah multivitamin Bekamin 10 dengan komposisi 1 500 IU vitamin A, 1 mg vitamin B1, 0.5 mg vitamin B2, 0.5 mg

Berdasarkan perhitungan secara *trial and error* disusun berbagai formula adonan biskuit. Adonan biskuit tersebut harus memenuhi persyaratan makanan tambahan untuk anak balita, seperti yang ditetapkan dalam PAG No. 8 (FAO/UNICEF/WHO, 1972) dengan tetap memperhatikan persyaratan adonan biskuit, yaitu adonan keras. Diagram alir proses pembuatan biskuit dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir proses pembuatan biskuit

Terhadap biskuit-biskuit yang dihasilkan dilakukan uji organoleptik berupa uji kesukaan (hedonik) terhadap warna, aroma, rasa dan teksturnya. Penilaian menggunakan skor (angka 1-5) untuk penilaian, sangat tidak suka sampai sangat suka. Format uji organoleptik dapat dilihat pada Lampiran 1.

Pengujian dilakukan oleh 20 orang panelis yaitu ibu-ibu yang mempunyai anak balita. Berdasarkan uji statistik terhadap hasil uji hedonik dipilih satu formula biskuit yang mempunyai tingkat kesukaan tertinggi untuk dianalisis zat gizinya.

C. RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penetapan sifat fungsional tepung tempe adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial dan dilakukan dengan dua kali ulangan.

$$Y_{(ikj)n} = u + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + E_{(ijk)n}$$

Keterangan:

$Y_{(ijk)n}$ = respon percobaan karena pengaruh bersama taraf ke-i faktor A, taraf ke-j faktor B, dan taraf ke-k faktor C pada ulangan ke-n

u = pengaruh rata-rata

A_i = pengaruh taraf ke-i faktor A ($i=1,2,3$)

B_j = pengaruh taraf ke-j faktor B ($j=1,2,3$)

- C_k = pengaruh taraf ke-k faktor C ($k=1,2,3$)
 AB_{ij} = pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dengan taraf ke-j faktor B
 AC_{ik} = pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dengan taraf ke-k faktor C
 BC_{jk} = pengaruh interaksi taraf ke-j faktor B dengan taraf ke-k faktor C
 ABC_{ijk} = pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dengan taraf ke-j faktor B dan taraf ke-k faktor C
 $E_{(ijk)_n}$ = pengaruh kesalahan percobaan pada ulangan ke-n

Dalam penetapan nilai gizi protein tepung tempe dan dalam uji organoleptik biskuit juga digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua kali ulangan.

$$Y_{in} = u + A_i + E_{in}$$

Keterangan:

- Y_{in} = respon percobaan karena pengaruh taraf ke-i faktor A
 u = pengaruh rata-rata
 A_i = pengaruh taraf ke-i faktor A
 $i = 1-3$ untuk penetapan nilai gizi protein
 $i = 1-9$ untuk hasil uji organoleptik
 E_{ik} = pengaruh kesalahan percobaan pada ulangan ke-n

Data hasil pengamatan kemudian diolah secara statistik dengan analisis sidik ragam (uji F) dan dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan uji Duncan.

D. METODE ANALISIS

1. Sifat Fungsional Tepung Tempe

a. Kelarutan dalam Air (Sathe dan Salunkhe, 1981)

Sejumlah 0.75 gram sampel dilarutkan dalam 150 ml air, kemudian disaring dengan bantuan corong Buchner. Sebelumnya kertas saring dikeringkan dulu dalam oven 100°C selama 30 menit dan ditimbang. Kertas saring dan endapan yang tersisa dikeringkan dalam oven 100°C selama sekitar 3 jam, didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{a-(b-c)}{a} \times 100$$

Keterangan:

- a = berat kering sampel (gram)
- b = berat endapan dan kertas saring (gram)
- c = berat kertas saring (gram)

b. Daya Buih (modifikasi Sathe dan Salunkhe, 1981)

Penentuan kapasitas buih dilakukan dengan melarutkan 5 g sampel dalam 100 ml air destilata dan dikocok dengan *waring blender* pada kecepatan tinggi selama satu menit. Kemudian suspensi dituangkan ke dalam gelas ukur 250 ml dan total volume buih diukur pada setiap selang waktu yang ditentukan, yaitu: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 75

dan 90 menit dan selanjutnya 2, 3, 4 dan 5 jam pada suhu kamar. Stabilitas buih diukur dari penurunan total volume suspensi pada setiap selang waktu.

$$\text{Kapasitas buih (\%)} = \frac{a - b}{b} \times 100$$

Keterangan:

a = volume setelah pengocokan (ml)
b = volume sebelum pengocokan (ml)

c. Daya Pembentukan Gel (Sathe dan Salunkhe, 1981)

Daya pembentukan gel ditetapkan dengan membuat suspensi sampel dalam konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, dan 20 persen (w/v), masing-masing sejumlah 5 ml dalam tabung reaksi. Semua sampel dipanaskan dalam penangas air mendidih (80-100°C) selama 1 jam dan kemudian didinginkan secepatnya dalam aliran air kran. Tabung reaksi tersebut didinginkan lagi pada 4°C selama 2 jam. Konsentrasi pembentukan gel paling rendah dapat dilakukan dengan melihat apakah isi tabung jatuh atau tidak ketika dibalik (gel yang stabil).

d. Daya Serap Air dan Minyak (Sathe dan Salunkhe, 1981)

Sampel ditimbang sebanyak 1 g, kemudian dicampur dengan 10 ml air destilata selama 30 detik

penangas air 24-25°C dan disentrifus selama 30 menit. Stabilitas emulsi dinyatakan dalam persen campuran yang masih teremulsi setelah pemanasan.

f. Protein Dispersibility Index (Smith dan Circle, 1978)

Sejumlah 2 g sampel ditambah 30 ml air destilata dan setelah itu diaduk dengan blender pada kecepatan tinggi selama 10 menit. Campuran tersebut kemudian disentrifus dengan kecepatan 2 700 rpm selama 10 menit. Filtratnya diambil 15 ml dan diukur kadar proteinnya dengan metode Kjeldahl.

$$\% \text{ protein terdispersi dalam air} = \frac{(a-b) \times N \times 14.007 \times 6.25 \times 100}{\text{mg sampel}}$$

$$\text{PDI (\%)} = \frac{\% \text{ protein terdispersi dalam air}}{\% \text{ total protein}} \times 100$$

Keterangan:

a= volume HCl untuk titrasi sampel (ml)
b= volume HCl untuk titrasi blanko (ml)

2. Nilai Gizi Protein

Nilai gizi protein tepung tempe ditetapkan dengan melakukan perhitungan untuk masing-masing tikus dan kemudian dihitung rata-ratanya untuk setiap kelompok. Metode perhitungan mengikuti metode perhitungan yang dimodifikasi oleh Muchtadi (1989) dengan rumus:

$$\text{NPR} = \frac{\text{pertambahan berat badan (protein yang diuji)} - \text{penurunan berat badan (non protein)}}{\text{konsumsi protein yang diuji}}$$

$$\%DC = \frac{N_k - (N_f - N_m)}{N_k} \times 100$$

$$\text{NB} = \frac{N_k - (N_f - N_m) - (N_u - N_e)}{N_k - (N_f - N_m)} \times 100$$

$$\text{NPU} = \frac{N_k - (N_f - N_m - (N_u - N_e))}{N_k} \times 100$$

Keterangan:

N_k = N konsumsi, yaitu total nitrogen yang masuk bersama ransum

N_f = N feses, yaitu total nitrogen feses tikus dengan ransum protein

N_m = N metabolik, yaitu total nitrogen feses tikus dengan ransum non protein

N_u = N urine, yaitu total nitrogen urin tikus dengan ransum protein

N_e = N endogen, yaitu total nitrogen urin tikus dengan ransum non protein

3. Analisis Komposisi Kimia

a. Kadar air (Fardiaz et al., 1986)

Pengukuran kadar air dilakukan dengan mengeringkan sampel (2-5 gram) dalam oven 105°C selama 3 jam atau sampai mencapai berat yang konstan. Kemudian sampel kering didinginkan dan ditimbang.

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

Keterangan:

- a = berat wadah dan sampel mula-mula (g)
- b = berat wadah dan sampel setelah dikeringkan (g)
- c = berat wadah (g)

b. Kadar abu (Fardiaz et al., 1986)

Sejumlah 2 - 3 gram sampel dalam cawan porse-
len diabukan dalam tanur 600°C selama paling kurang
3 jam.

$$\text{Kadar abu} = \frac{(a - b)}{(b - c)} \times 100\%$$

Keterangan:

- a = berat wadah dan sampel mula-mula (g)
- b = berat wadah dan sampel setelah diabukan (g)
- c = berat wadah (g)

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

Kadar protein ditentukan dengan metode mikro
Kjeldahl. Sejumlah kecil sampel ditimbang (kira-
kira memerlukan 3-10 ml HCL 0.01 N atau 0.02 N),
lalu dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 30 ml.
Kemudian ditambahkan kira-kira 1 g K_2SO_4 , 40 mg HgO
dan 20 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 dan kemudian didinginkan.

Isi labu Kjeldahl dipindahkan ke dalam alat destilasi. Labu kemudian dicuci dan dibilas 5-6 kali dengan 1-2 ml air. Air cucian ini dimasukkan ke dalam alat destilasi dan ditambahkan 8-10 ml larutan NaOH - Na₂S₂O₃.

Erlenmeyer 125 ml yang berisi 5 ml larutan H₃BO₃ dan 2-4 tetes indikator (campuran metil merah 0.2% dalam alkohol dengan metilen blue 0.2% dalam alkohol, dengan perbandingan 2 : 1) diletakkan di bawah kondenser. Ujung tabung kondenser harus terendam di bawah larutan H₃BO₃. Lalu dilakukan destilasi sampai diperoleh kira-kira 15 ml destilat dalam erlenmeyer.

Tabung kondenser dibilas dengan air dan bila-sannya ditampung dalam erlenmeyer yang sama. Isi erlenmeyer diencerkan sampai kira-kira 50 ml kemudian dititrasi dengan HCl 0.02 N sampai terjadi perubahan warna menjadi abu-abu. Hal ini juga 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)

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

Residu kertas saring dipindahkan secara kuantitatif ke dalam erlenmeyer kembali dengan menggunakan 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 lagi dengan air mendidih kemudian dengan 15 ml alkohol 95%.

Kertas saring dikeringkan pada $110^{\circ}C$ sampai berat konstan (1-2 jam), didinginkan dalam desikator dan ditimbang (dikurangi dengan berat asbes

jika ditambahkan asbestos). Berat residu merupakan berat serat kasar.

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

Labu lemak dikeringkan dalam alat pengering pada suhu 105-110°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kira-kira 5 gram sampel dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam alat soxhlet yang telah berisi petroleum eter atau dietil eter. Refluks dilakukan selama 5 jam dan pelarut yang ada di dalam labu lemak didestilasi. Selanjutnya labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C. Setelah dikeringkan sampai berat tetap dan didinginkan dalam desikator, timbang labu beserta lemak tersebut.

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

f. Kadar Karbohidrat (Winarno, 1986)

Kadar karbohidrat ditentukan dengan cara perhitungan (by difference), yaitu:

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

4. Perhitungan Nilai Energi

Nilai energi biskuit dihitung per 100 gram dengan angka energi lemak = 9 kkal/g, protein = 4 kkal/g, dan karbohidrat = 4 kkal/g:

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. TEPUNG TEMPE

Bahan baku tempe yang digunakan untuk pembuatan tepung tempe diperoleh dari pengrajin tempe Pak Manan di Pasar Anyar, Bogor. Pemilihan tempat tersebut bertujuan agar diperoleh tempe yang bermutu baik dan dalam mutu yang seragam.

Pembuatan tepung tempe dari tempe segar secara umum mengikuti metode yang digunakan oleh Inayati (1991). Tahap-tahap proses pembuatan tepung tempe yaitu pengirisan, *blanching* dengan uap, pengeringan, penggilingan (penepungan) dan pengayakan.

Pengirisan tempe yang akan dikeringkan perlu dilakukan untuk memperluas permukaan bahan, sehingga mempercepat proses penguapan air dari dalam bahan tersebut. Pengirisan juga dimaksudkan agar kapang Rhizopus yang mungkin masih hidup pada bagian tempe dapat berada lebih dekat dengan permukaan atau pada permukaan, sehingga dapat mati selama proses pengeringan.

Perlakuan *blanching* bertujuan untuk mematikan kapang yang terdapat pada tempe (Inayati, 1991). *Blanching* ini dilakukan dengan pengukusan menggunakan otoklaf, yaitu pemberian suhu yang tinggi pada tempe dengan uap air. Menurut Senodarmoamidjojo (1964) yang dikutip oleh Sumarsono (1983) pengukusan atau *blanching* merupakan



terbaik untuk mematikan kapang Rhizopus. Hal ini disebabkan karena dengan cara ini vitamin B12, vitamin B2, vitamin B6 dan niasin tidak larut, juga tidak ada zat padat yang terlarut dan dapat mematikan spora.

Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan tepung tempe dengan kehalusan yang seragam. Ukuran pengayak yang digunakan adalah 100 mesh. Dengan ukuran tersebut tepung tempe yang diperoleh lebih baik karena butiran pengganggu (berupa butiran besar berwarna coklat) pada tepung tempe tidak ikut tersaring. Butiran coklat ini umum terdapat pada tepung tempe dan menyebabkan penampakan tepung tempe yang kurang bagus (berbintik-bintik) serta mempengaruhi penampakan produk olahannya.

Untuk mempelajari pengaruh perbedaan perlakuan dalam pembuatan tepung tempe terhadap sifat-sifat fungsionalnya, maka pada pembuatan tepung tempe digunakan beberapa variabel perlakuan. Variabel yang dipilih adalah waktu *blanching*, suhu pengeringan dan waktu pengeringan.

Sebelum ditetapkan taraf pada masing-masing variabel yang dipilih, terlebih dahulu dilakukan percobaan pendahuluan pembuatan tepung tempe dengan beberapa taraf suhu pengeringan, waktu pengeringan dan waktu *blanching*. Penentuan taraf yang akan digunakan didasarkan pada waktu *blanching*, suhu pengeringan dan waktu pengeringan yang menghasilkan tepung tempe dengan penampakan yang bagus.

Tempe dikeringkan pada beberapa suhu antara 40°C sampai 70°C. Dari pengamatan secara visual, ternyata penggunaan suhu dibawah 50°C menghasilkan potongan tempe yang tidak kering dan bahkan timbul bau amoniak sebagai akibat aktivitas lebih lanjut dari kapang tempe. Pada permukaan tempe juga ditumbuhi kapang berwarna hitam. Suhu pengeringan yang kemudian dipilih adalah 50°C, 60°C dan 70°C.

Waktu pengeringan yang dipilih adalah 22 jam, 24 jam dan 26 jam. Selang waktu tersebut sudah cukup untuk menghasilkan tepung tempe dengan penampakan yang bagus. Jika digunakan suhu pengeringan yang lebih tinggi dan waktu pengeringan yang lebih lama diperoleh tempe yang terlalu kering dengan warna yang lebih gelap. Menurut Muchtadi (1989) bahan pangan yang dikeringkan umumnya berubah warnanya menjadi coklat. Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh reaksi-reaksi *browning*.

Menurut Muchtadi (1989) *blanching* adalah proses pemanasan bahan pangan dengan uap air atau air panas secara langsung pada suhu kurang dari 100°C selama kurang dari 10 menit. Untuk menetapkan waktu *blanching* yang akan digunakan dicoba beberapa waktu antara 0 - 30 menit. Dari pengamatan secara visual ternyata *blanching* diatas 20 menit menghasilkan tempe yang terlalu basah, sehingga tidak kering pada pengeringan yang digunakan. Tempe yang tidak di-*blanching* ternyata menghasilkan tempe kering



yang tidak ditumbuhi kapang. Hal ini mungkin disebabkan suhu pengeringan 50-70°C merupakan suhu yang cukup untuk mematikan kapang. Walaupun demikian waktu *blanching* tetap dijadikan perlakuan untuk melihat pengaruhnya terhadap sifat fungsional tepung tempe. Waktu *blanching* yang tempe yang dipilih adalah 0 menit (sebagai kontrol), 10 menit dan 20 menit.

B. SIFAT FUNGSIONAL TEPUNG TEMPE

1. Kelarutan dalam Air

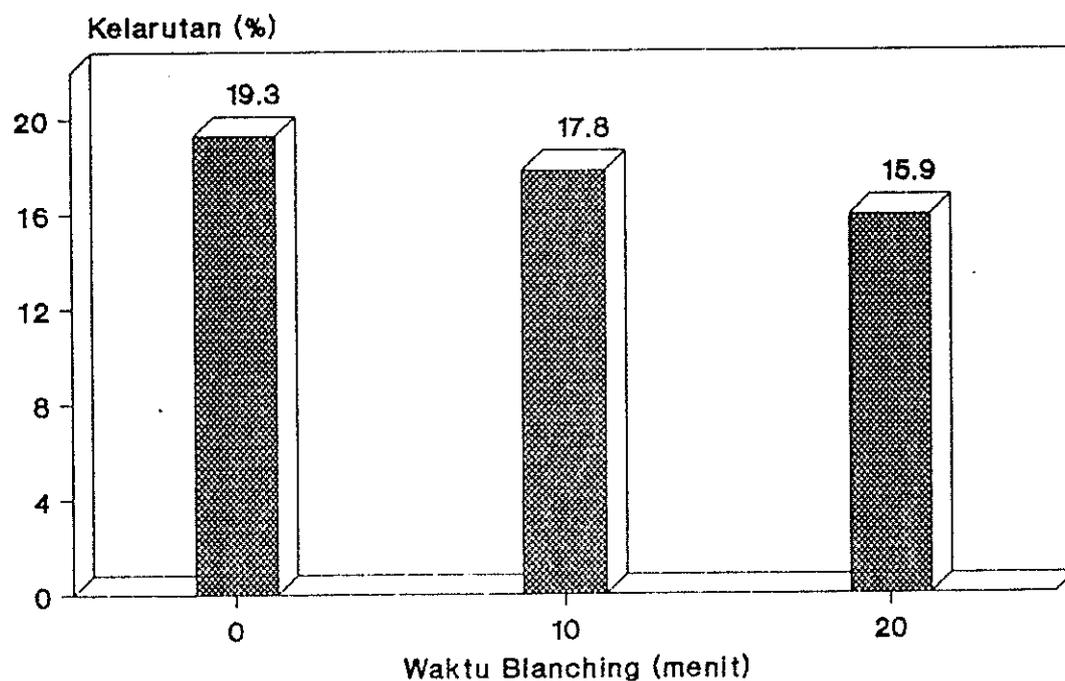
Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kelarutan tepung tempe bervariasi 11.3-23.2 % (Lampiran 2). Nilai ini cukup rendah, diduga dipengaruhi oleh komponen tidak larut air yang terdapat di dalamnya.

Komponen-komponen tidak larut air dalam tepung tempe berasal dari kandungan lemak dan serat yang cukup tinggi di dalamnya. Dari hasil analisis komposisi kimia tepung tempe yang terpilih diperoleh kandungan lemak 24.7 % dan serat 2.9 % (Tabel 7). Walaupun kandungan karbohidrat tepung tempe cukup tinggi, yaitu 13.5% (Tabel 7).

Kelarutan tepung tempe dalam air diduga berkaitan erat dengan proteinnya, yaitu bagian protein larut air. Untuk lebih jelasnya kelarutan tepung tempe dalam air juga dinyatakan dalam indeks kelarutan protein yaitu *Protein Dispersibility Index* (PDI).

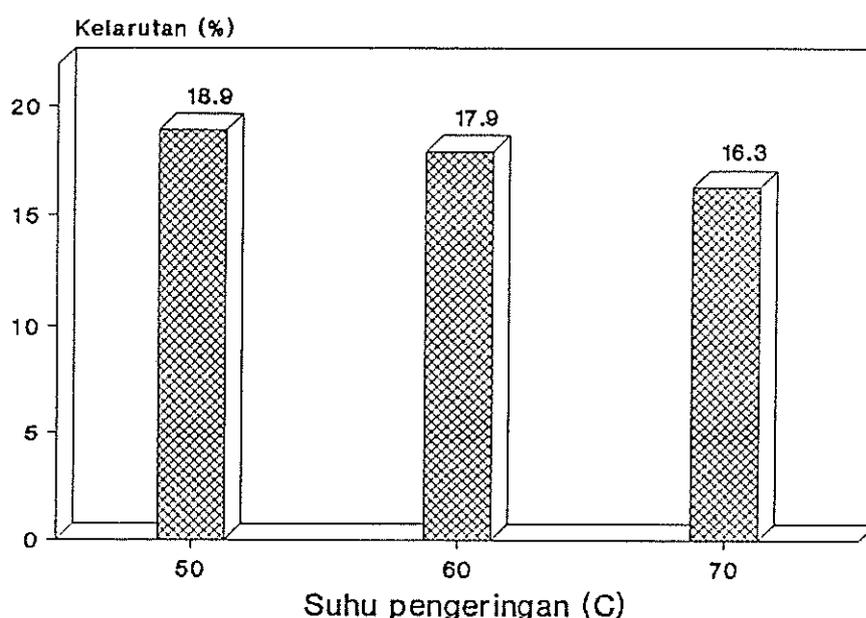
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu *blanching*, suhu pengeringan atau waktu pengeringan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kelarutan tepung tempe (Lampiran 3a). Dari uji lanjutan Duncan tampak bahwa dengan semakin lama *blanching*, semakin tinggi suhu pengeringan atau semakin lama waktu pengeringan, maka rata-rata nilai kelarutan tepung tempe di dalam air semakin berkurang.

Uji Duncan untuk pengaruh waktu *blanching* menunjukkan bahwa ketiga waktu *blanching* memberikan kelarutan yang berbeda nyata pada taraf 5% (Lampiran 3b). Secara grafis dapat dilihat pada Gambar 4.



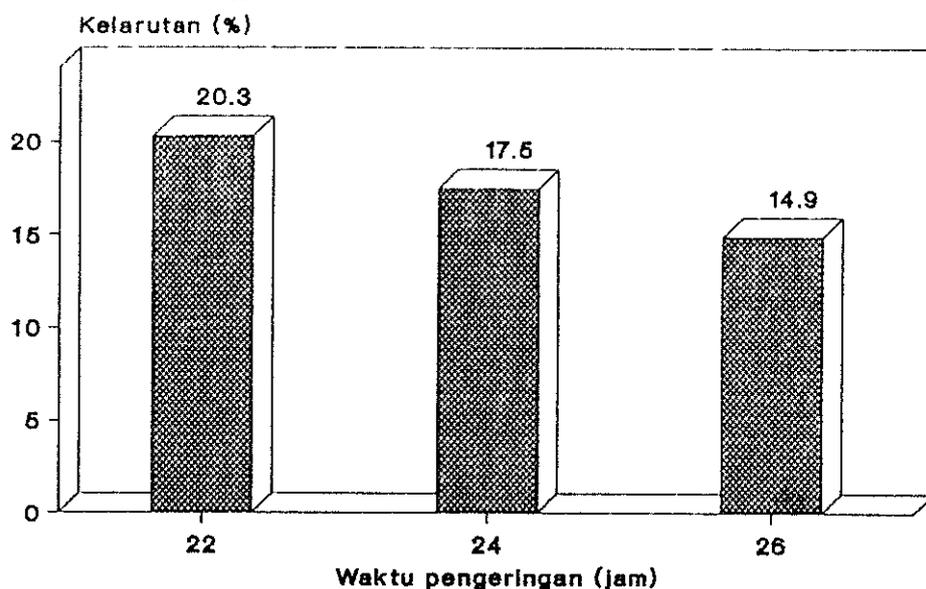
Gambar 4. Histogram pengaruh waktu *blanching* terhadap kelarutan tepung tempe

Uji Duncan untuk pengaruh suhu pengeringan (Lampiran 3c) menunjukkan bahwa pada taraf 5% kelarutan tepung tempe yang dikeringkan pada suhu 50°C tidak berbeda nyata dengan tepung tempe yang dikeringkan pada suhu 60°C. Keduanya berbeda nyata dengan yang dikeringkan pada suhu 70°C (Gambar 5).



Gambar 5. Histogram pengaruh suhu pengeringan terhadap kelarutan tepung tempe

Pengaruh waktu pengeringan terhadap kelarutan sangat nyata. Uji Duncan menunjukkan bahwa ketiga waktu pengeringan tepung tempe yang digunakan memberikan kelarutan tempe yang berbeda nyata (Lampiran 3d). Pengaruh waktu pengeringan terhadap kelarutan tepung tempe secara grafis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Histogram pengaruh waktu pengeringan terhadap kelarutan tempe

Untuk keseluruhan hasil uji hal yang diduga mempengaruhi kelarutan tepung tempe adalah terjadinya denaturasi protein pada tepung tempe. Menurut Winarno (1986) protein yang terdenaturasi akan berkurang kelarutannya. Lapisan molekul protein bagian dalam yang bersifat hidrofobik berbalik keluar, demikian sebaliknya bagian luar yang bersifat hidrofilik berbalik ke dalam. Akibatnya protein menggumpal dan mengendap, sehingga kelarutannya turun.

2. Daya Buih

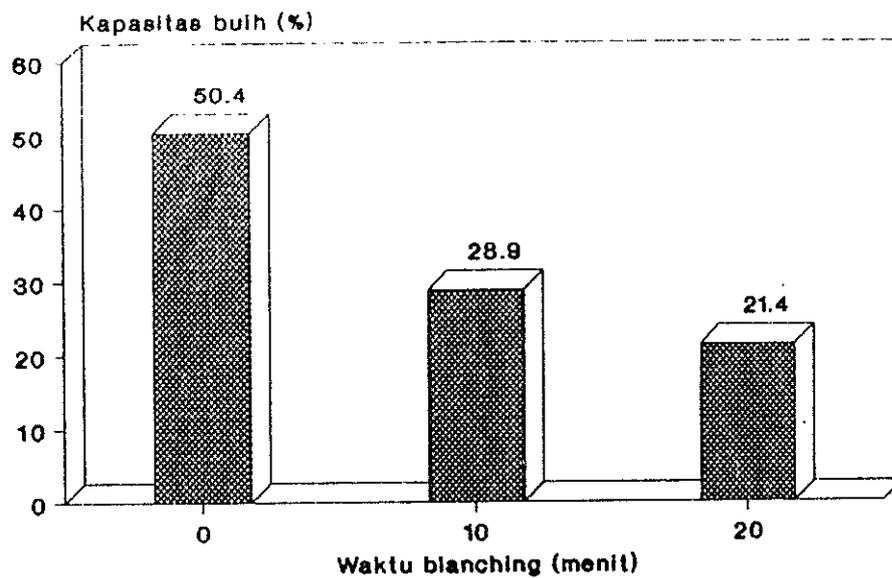
Kapasitas buih tepung tempe dengan berbagai perlakuan hasil penelitian sangat bervariasi, mulai dari 8% hingga 90% (Lampiran 4a). Hasil analisis

sidik ragam terhadap kapasitas buih tepung tempe menunjukkan bahwa waktu *blanching* memberikan pengaruh yang sangat nyata. Waktu pengeringan, juga interaksi perlakuan waktu *blanching*, suhu dan waktu pengeringan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kapasitas buih tepung tempe (Lampiran 4b).

Blanching ternyata berpengaruh besar terhadap penurunan kapasitas buih tepung tempe. Dari hasil uji lanjutan Duncan untuk pengaruh interaksi ketiga perlakuan terhadap kapasitas buih tepung tempe, ternyata tepung tempe yang tidak mengalami *blanching* mempunyai kapasitas buih yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tempe yang di-*blanching*. Perbedaan waktu *blanching* antara 10 dan 20 menit tidak menunjukkan perbedaan kapasitas buih yang besar (Lampiran 4c). Pengaruh waktu *blanching* terhadap kapasitas buih tepung tempe dapat dilihat pada Gambar 7.

Menurut Fennema (1985) perlakuan panas pendahuluan (*blanching*) dapat menurunkan kapasitas buih. Pengaruh tersebut diduga karena protein dalam tempe yang terdenaturasi oleh panas mengalami koagulasi. Denaturasi protein akibat panas (dari pengocokan atau penambahan panas buatan) dapat menyebabkan terjadinya reaksi antara protein dengan air, diikuti dengan terjadinya penggumpalan (koagulasi) protein. Menurut Cherry dan Watters (1981) koagulasi protein dapat





Gambar 7. Histogram pengaruh waktu *blanching* terhadap kapasitas buih tepung tempe

menyebabkan gelembung buih pecah dan reduksi dari jumlah protein yang tersedia untuk stabilitas buih.

Stabilitas buih adalah ukuran kemampuan bahan untuk mempertahankan buih yang dibentuk. Stabilitas buih yang paling optimum (Lampiran 4a) pada tepung tempe yang mempunyai kapasitas buih yang tinggi, yaitu tanpa *blanching*, terjadi pada kombinasi suhu dan waktu pengeringan 70°C, 22 jam dan 60°C, 26 jam. Diduga pada kondisi tersebut protein dalam tepung tempe sudah mengalami denaturasi tetapi belum terkoagulasi. Menurut Winarno (1986) protein yang terdenaturasi menjadi berkurang kelarutannya. Fennema (1985) menyatakan bahwa protein yang tidak larut tersebut dapat berperan dalam stabilitas buih, yaitu meningkatkan

viskositas permukaan. Sedangkan viskositas yang tinggi, menurut Cherry dan Watters (1981), dapat meningkatkan stabilitas buih karena terbentuknya lapisan padat yang kuat.

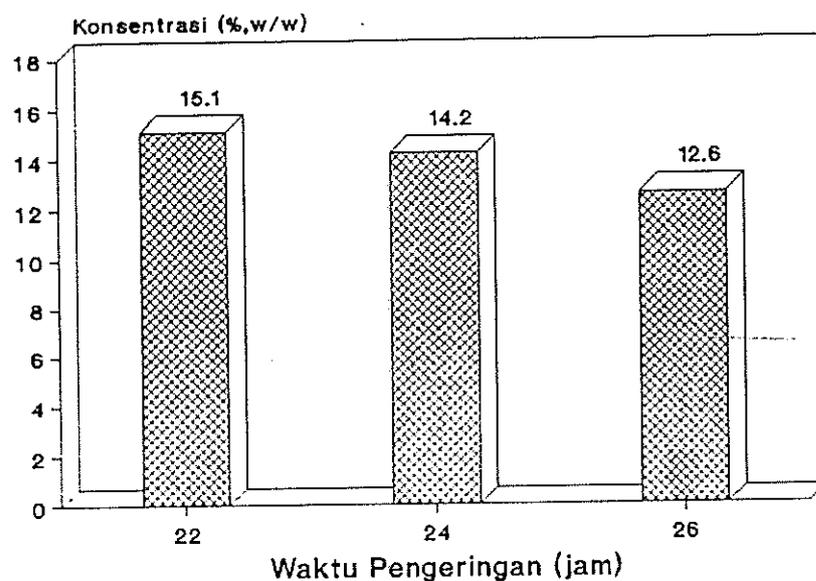
3. Daya Pembentukan Gel

Proses pembentukan gel diawali dengan terjadinya denaturasi protein yang diikuti oleh proses agregasi dari rantai protein yang terdenaturasi. Perbandingan kecepatan antara kedua proses tersebut sangat menentukan karakteristik gel yang terbentuk. Diduga bahwa dengan kecepatan denaturasi tertentu, proses agregasi akan berjalan lambat bila gaya tarik menarik antara rantai-rantai protein yang terdenaturasi rendah. Gel yang terbentuk akan lebih transparan dan jaringan-jaringannya teratur (Ferry, 1948).

Menurut Schimdt (1981) faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembentukan gel protein antara lain: konsentrasi protein, komponen non protein, pH dan kondisi perlakuan panas. Umumnya diperlukan konsentrasi protein 7.5% atau lebih untuk pembentukan gel pada pH 7.0 dengan perlakuan pemanasan pada suhu 100°C selama 10 menit.

Dari percobaan yang dilakukan ternyata proses pembentukan gel protein tepung tepe pada kondisi pemanasan 80-100 °C selama 1 jam pada pH tepung tepe

(pH 6.5) membutuhkan konsentrasi minimal 12% (Lampiran 2). Dari hasil analisis sidik ragam (Lampiran 5a) tampak bahwa perlakuan *blanching* dan suhu pengeringan tidak berpengaruh nyata terhadap daya pembentukan gel tepung tempe, namun waktu pengeringan memberikan pengaruh yang sangat nyata. Uji lanjutan Duncan (Lampiran 5b) menunjukkan bahwa ketiga waktu pengeringan yang digunakan memberikan daya pembentukan gel yang berbeda nyata. Histogram yang menggambarkan pengaruh waktu pengeringan terhadap daya pembentukan gel tepung tempe dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Histogram pengaruh waktu pengeringan terhadap daya pembentukan gel tepung tempe

Terdapat kecenderungan bahwa semakin lama pengeringan dalam pembuatan tepung tempe, maka konsentrasi yang diperlukan untuk pembentukan gel semakin tinggi. Kemungkinan hal ini berhubungan dengan tingkat denaturasi protein tepung tempe yang semakin tinggi akibat pengeringan yang semakin lama.

4. Daya Serap Air

Daya serap air merupakan salah satu sifat fungsional yang penting untuk diketahui. Komponen yang paling berpengaruh terhadap daya serap air tersebut adalah protein, meskipun komponen-komponen lain juga berpengaruh (Hutton dan Campbell, 1981).

Menurut Hutton dan Campbell (1981) interaksi antara protein dengan air terutama terjadi pada sisi polar asam amino, seperti gugus karbonil, hidroksil, amino, karboksil, dan sulfhidril. Sebagian besar protein mengandung sejumlah besar gugus polar tersebut disepanjang rantai peptida yang menyebabkannya bersifat hidrofilik. Daya serap air ini juga bervariasi terhadap jumlah dan jenis grup polarnya.

Bentuk protein dan faktor lingkungan seperti pH, konsentrasi protein dan suhu juga berpengaruh terhadap interaksi antara protein dengan air. Bentuk protein yang tidak melipat akan lebih banyak menyerap air daripada bentuk globular (Hutton dan Campbell,

1981). Dari hasil penelitian didapatkan daya serap air tepung tempe yang rendah, yaitu berkisar antara 1.6 - 2.6 (g/g) dengan rata-rata 2.1 (g/g) (Lampiran 2). Nilai ini cukup rendah, kemungkinan karena bentuk protein tepung tempe yang globular, sehingga mengurangi kemampuannya menyerap air. Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa semua perlakuan yang digunakan dalam pembuatan tepung tempe tidak berpengaruh nyata terhadap daya serap airnya.

5. Daya Serap Minyak

Daya serap minyak juga dipengaruhi oleh protein yang terdapat dalam bahan pangan (Hutton dan Campbell, 1981). Pengukuran dilakukan dengan menambahkan minyak jagung ke dalam tepung tempe, pencampuran dan kemudian sentrifugasi. Dari supernatan hasil sentrifugasi dapat diketahui jumlah minyak yang terserap. Dengan demikian jumlah sampel, jenis minyak, dan kondisi sentrifugasi juga berpengaruh terhadap hasil yang didapat.

Dari hasil penelitian didapatkan hasil daya serap minyak berkisar antara 0.9 - 1.8 (g/g) dengan nilai rata-rata 1.4 (g/g) (Lampiran 2). Daya serap minyak tepung tempe ternyata lebih kecil jika dibandingkan dengan daya serap airnya. Menurut Cheftel (1985) protein yang tidak larut dan bersifat hidrofobik akan

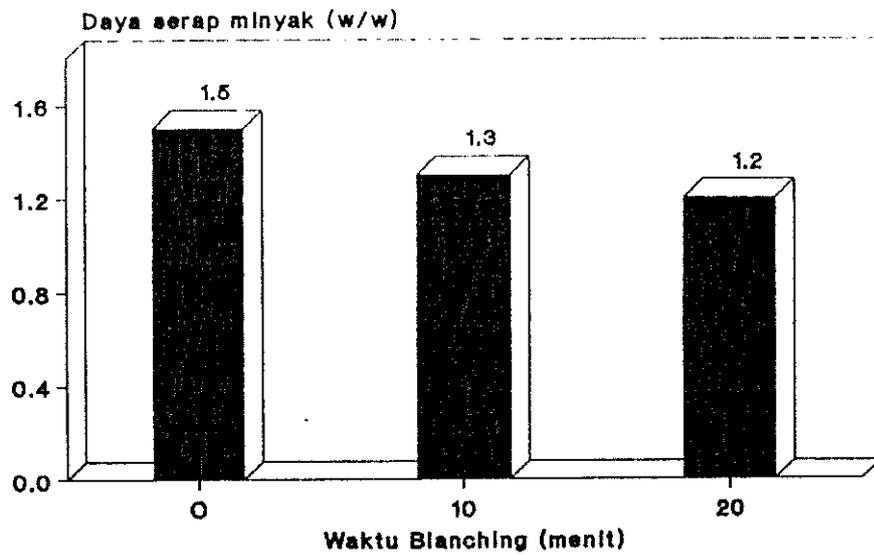


memiliki daya serap minyak yang lebih besar. Diduga protein tepung tempe yang bersifat hidrofilik lebih banyak dibandingkan dengan protein tepung tempe yang bersifat hidrofobik.

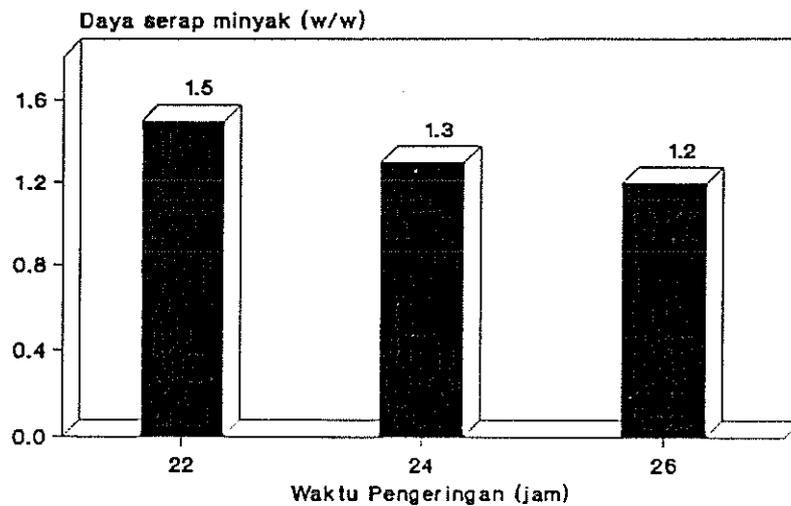
Dari hasil analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran daya serap minyak tepung tempe, ternyata suhu pengeringan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya serap minyaknya. Sedangkan waktu *blanching* memberikan pengaruh yang nyata dan waktu pengeringan tepung tempe bahkan berpengaruh sangat nyata (Lampiran 7a).

Dengan uji Duncan untuk pengaruh waktu *blanching* terhadap daya serap minyak tepung tempe, tampak bahwa pada taraf 5% daya serap minyak tepung tempe yang tidak di-*blanching* berbeda nyata dengan yang di-*blanching*, namun antara waktu *blanching* 10 dan 20 menit tidak ada perbedaan yang nyata (Lampiran 7b). Waktu pengeringan 22 jam memberikan daya serap minyak tepung tempe yang berbeda nyata dengan 26 jam. Daya serap minyak keduanya tidak berbeda nyata dengan tepung tempe yang dikeringkan selama 24 jam (Lampiran 7c). Secara grafis dapat dilihat pengaruh waktu *blanching* dan waktu pengeringan terhadap daya serap minyak tepung tempe (Gambar 9 dan 10).





Gambar 9. Histogram pengaruh waktu *blanching* terhadap daya serap minyak tepung tempe



Gambar 10. Histogram pengaruh waktu pengeringan terhadap daya serap minyak tepung tempe

Dari perlakuan *blanching* dan waktu pengeringan terlihat adanya kecenderungan menurunnya daya serap minyak dengan bertambahnya pemakaian energi panas. Hal ini mungkin berkaitan dengan terjadinya denaturasi pada protein tepung tempe yang menurunkan daya serap minyaknya. Menurut Hutton dan Campbell (1981) suhu, ukuran partikel dan tingkat denaturasi protein dapat mempengaruhi daya serap minyak.

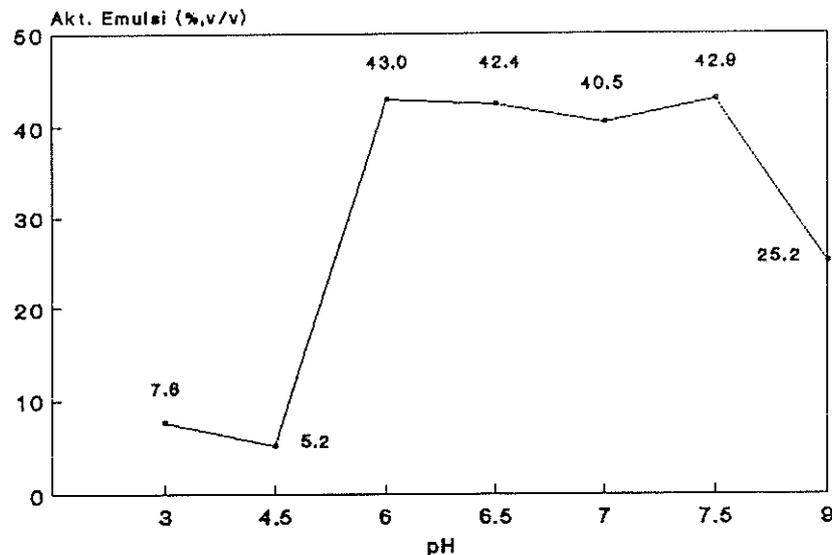
6. Daya Emulsi

Aktivitas emulsi dalam penelitian ini diukur berdasarkan persentase suspensi yang teremulsi dari suspensi campuran tepung tempe, air dan minyak jagung. Pengukuran aktivitas emulsi dilakukan pada berbagai pH, yaitu pH 3.0, 4.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, dan 9.0.

Dari hasil pengukuran aktivitas emulsi tepung tempe pada berbagai pH (Lampiran 8a) terlihat bahwa hampir semua perlakuan memberikan aktivitas emulsi yang maksimum sekitar pH 6.5 - 7.5, yaitu berkisar antara 36.7 - 46.9%. Pada pH rendah yaitu pH 3 dan 4.5 aktivitas emulsi tepung tempe yang dihasilkan rendah dan nilai terendah terjadi pada pH 4.5, yaitu sekitar 5.8%. Oleh karena itu dalam pembuatan produk emulsi dari tepung tempe, pH emulsi sebaiknya tetap pada pH tepung tempe (pH6.5) atau dalam kisaran pH 6.5 - 7.5. Sebagai contoh dapat dilihat grafik yang



menunjukkan aktivitas emulsi tepung tempe terpilih (akan dijelaskan kemudian cara penetapan tepung tempe terpilih) pada berbagai pH pada Gambar 11.



Gambar 11. Aktivitas emulsi tepung tempe terpilih (tanpa *blanching*, pengeringan pada 50°C selama 22 jam) pada berbagai pH

Aktivitas emulsi yang rendah pada pH 4.5 kemungkinan karena protein tepung tempe mempunyai titik isoelektrik pada pH tersebut. Hal ini didukung oleh Smith dan Circle (1978) yang menyatakan bahwa protein kedelai mempunyai titik isoelektrik pada pH 4.1 - 4.6. Menurut Cheftel et al. (1985) dan Fennema (1985) beberapa protein, pada titik isoelektriknya menunjukkan kecenderungan untuk menjadi kurang larut, dan akan mengurangi kemampuannya untuk membentuk emulsi. Protein pada keadaan ini juga tidak mampu membungkus

permukaan globula lemak, sehingga tidak dapat berfungsi sebagai emulsifier. Pada titik isoelektriknya protein akan membentuk struktur yang kompak dengan viskoelastisitas yang tinggi. Hal ini selain untuk mencegah pembukaan ikatan dan lipatan struktur, serta adsorpsi pada permukaan antara (tidak diinginkan pada pembentukan emulsi), juga dapat menstabilkan lapisan protein yang telah terserap di permukaan. Hal yang terakhir ini mendukung stabilitas emulsi. Selain hal tersebut di atas, sifat hidrofobik antara lemak dengan protein akan bertambah pada titik isoelektrik protein.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap aktivitas emulsi tepung tempe, maka terhadap hasil pengukuran aktivitas emulsi pada pH 6.5 (dipilih karena merupakan pH tepung tempe) dilakukan analisis sidik ragam. Ternyata tidak ada pengaruh nyata akibat perbedaan perlakuan yang diberikan terhadap aktivitas emulsi tepung tempe yang dihasilkan (Lampiran 8b). Aktivitas emulsi tertinggi didapatkan dari tepung tempe yang dibuat dengan kombinasi perlakuan tanpa *blanching*, pengeringan pada suhu 50°C selama 24 jam, seperti terlihat pada Lampiran 8b.

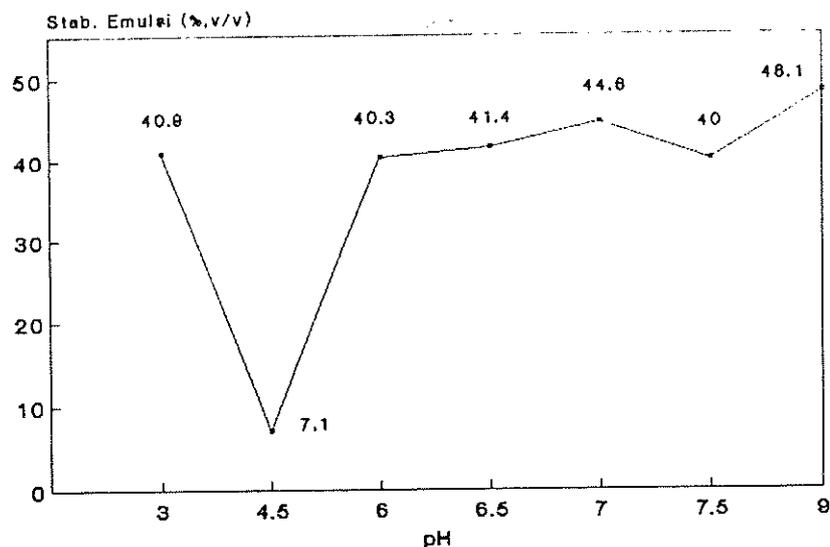
Hasil pengamatan terhadap stabilitas emulsi tepung tempe menunjukkan bahwa emulsi yang terbentuk antara air dan minyak jagung dengan bantuan protein tepung tempe pada pemanasan 80°C cukup stabil (Lampiran

9a). Nilai stabilitas tersebut pada pH 6.5 berkisar antara 35.7 - 47.1%, dengan rata-rata 41.1%. Menurut Bird et al. (1983) kestabilan emulsi dapat dipertahankan dengan menambahkan komponen ketiga dalam sistem emulsi yang disebut emulsifier. Emulsifier akan terkonsentrasi pada batas permukaan antara minyak dengan air, sehingga tegangan antar permukaan menjadi berkurang dan sistem emulsi menjadi stabil.

Menurut Winarno (1984) emulsifier dapat berupa kompleks karbohidrat, protein, fosfolipid, bahan sintetik atau bahan-bahan organik. Emulsifier dalam tepung tempe yaitu berupa protein dan lesitin yang terdapat pada tempe. Selanjutnya menurut Bird et al. (1983) protein dalam emulsi selain berfungsi untuk mengikat air, juga sebagai emulsifier yang akan mempercepat proses terjadinya emulsi dan memberikan kestabilan emulsi.

Hasil analisis sidik ragam terhadap stabilitas emulsi tepung tempe (pada pH tepung tempe) menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan dalam pembuatan tepung tempe tidak berpengaruh nyata terhadap stabilitas tepung tempe (Lampiran 9b). Grafik yang menggambarkan stabilitas emulsi tepung tempe terpilih (pemilihan akan dijelaskan pada bagian selanjutnya), pada berbagai pH dapat dilihat pada Gambar 12.





Gambar 12. Stabilitas emulsi tepung tempe terpilih (tanpa *blanching*, pengeringan pada 50°C selama 22 jam) pada berbagai pH

7. Protein Dispersibility Index (PDI)

Protein dengan kelarutan yang rendah menyebabkan kegunaannya menjadi terbatas. Hal ini menjadi faktor pembatas dari sifat fungsionalnya (Pour El, 1981). Oleh karena itu penting sekali diketahui kelarutan protein dari suatu bahan berprotein tinggi. Dalam penelitian ini kelarutan protein dinyatakan dalam nilai *Protein Dispersibility Index* (PDI).

Nilai PDI tepung tempe, yang dibuat dengan berbagai perlakuan yang diperoleh sangat bervariasi. Nilai PDI tepung tempe berkisar antara 1.6 sampai 7.6 dengan rata-rata 4.5. Hal ini diduga erat kaitannya dengan variasi fraksi protein larut air dan variasi konsentrasi protein tepung tempe.

Dari hasil analisis sidik ragam terhadap nilai PDI tepung tempe (Lampiran 10a) terlihat bahwa proses pengeringan memberikan pengaruh yang sangat nyata. Perlakuan pengeringan, yaitu suhu pengeringan dan waktu pengeringan, secara tunggal maupun dalam bentuk kombinasi perlakuan dengan atau tanpa *blanching* berpengaruh sangat nyata terhadap nilai PDI.

Hasil uji Duncan terhadap keseluruhan kombinasi perlakuan (Lampiran 10b) menunjukkan bahwa nilai PDI tertinggi diperoleh dari tepung tempe dengan perlakuan *blanching* 10 menit, pengeringan pada 60°C selama 24 jam. Selanjutnya diikuti oleh tepung tempe yang tidak di-*blanching* dan dikeringkan selama 22 jam pada suhu 60°C dan pada suhu 70°C.

Menurut Cheftel et al. (1985) kelarutan protein dipengaruhi oleh struktur protein asalnya. Pour El (1981) menambahkan bahwa ukuran molekul protein, karakter konformasi, ikatan dan kekuatannya juga mempengaruhi kelarutan protein. Diduga variasi nilai PDI yang diperoleh dipengaruhi oleh konformasi protein tepung tempe. Pada suhu dan waktu pengeringan tertentu konformasi protein berubah oleh panas dan mempengaruhi kelarutannya.



C. TEPUNG TEMPE TERPILIH

Dari semua sampel tepung tempe yang diuji sifat fungsionalnya dilakukan pemilihan tepung tempe dengan sifat fungsional yang terbaik. Tepung tempe terpilih kemudian ditetapkan nilai gizi proteinnya dan digunakan dalam pembuatan biskuit untuk anak balita.

Hasil pengujian sifat fungsional tepung tempe ternyata tidak memberikan gambaran yang nyata tentang perbedaan sifat fungsional tepung tempe sebagai akibat perbedaan perlakuan yang diberikan dalam pembuatannya. Perlakuan tanpa *blanching*, pengeringan pada 50°C selama 22 jam memberikan sifat fungsional yang paling baik untuk sifat kelarutan dalam air, kapasitas buih, daya pembentukan gel dan daya serap minyak tepung tempe. Untuk daya serap air, aktivitas emulsi dan stabilitas emulsi ternyata tidak ada perbedaan yang nyata akibat perlakuan, sehingga tidak berpengaruh pada pemilihan tepung tempe. Nilai PDI (*Protein Dispersibility Index*) yang terbaik diperoleh dari tepung tempe yang di-*blanching* 10 menit, dengan pengeringan pada 60°C selama 24 jam.

Pemilihan selanjutnya juga mempertimbangkan efisiensi pengolahan tempe menjadi tepung tempe. Dengan mempertimbangkan semua hal tersebut tepung tempe yang dipilih adalah yang dibuat dengan kombinasi perlakuan tanpa *blanching*, pengeringan pada suhu 50°C selama 22 jam.

Tepung tempe yang terpilih dianalisis komposisi kimianya (Tabel 7). Hasil analisis ini akan membantu dalam perhitungan ransum tikus yang digunakan untuk mengetahui nilai gizi protein tepung tempe. Selain itu juga sangat berguna dalam perhitungan formula adonan biskuit yang harus memenuhi syarat makanan tambahan untuk anak balita.

Tabel 7. Komposisi kimia tepung tempe terpilih

Komponen	Jumlah (% berat basah)
Protein	48.0
Lemak	24.7
Karbohidrat	13.8
Serat kasar	2.9
Abu	2.3
Air	8.7

D. NILAI GIZI PROTEIN TEPUNG TEMPE

Evaluasi nilai gizi protein tepung tempe dilakukan secara *in vivo* dengan menggunakan tikus sebagai hewan percobaan. Evaluasi dengan menggunakan hewan percobaan memberikan keuntungan waktu reproduksi yang cepat, siklus hidup hewan yang relatif pendek dan secara genetis dapat dibuat seragam (Miller, 1977). Muchtadi (1989) menyatakan bahwa jika hewan percobaan yang digunakan adalah tikus akan diperoleh keuntungan lain, yaitu tikus tidak pernah berhenti tumbuh, tidak dapat mengeluarkan isi perutnya (muntah) dan zat gizi yang diperlukan untuk tumbuh hampir sama dengan manusia.

Tikus sebanyak 20 ekor dibagi menjadi empat kelompok yang mengkonsumsi ransum dengan sumber protein yang berbeda. Kelompok I akan mengkonsumsi ransum kasein, kelompok II ransum tepung tempe terpilih, kelompok III ransum tepung tempe pembanding dan kelompok IV ransum non protein.

Tepung tempe pembanding dibuat dengan *blanching* 20 menit, pengeringan pada 70°C selama 26 jam. Digunakan sebagai pembanding terhadap nilai gizi tepung tempe terpilih yang ingin diketahui. Analisis proksimat tepung tempe pembanding tampak pada Tabel 8, sedangkan komposisi ransum masing-masing kelompok tikus dapat dilihat pada Tabel 9.

Evaluasi dilakukan terhadap nilai *Net Protein Ratio* (NPR), *Daya Cerna* (DC), *Nilai Biologis* (NB) dan *Net Protein Utilization* (NPU) protein. Hasil evaluasi tampak pada Tabel 10, sedangkan data hasil evaluasi nilai gizi protein dapat dilihat pada Lampiran 11a dan 12.

Tabel 8. Komposisi kimia tepung tempe pembanding

Komponen	Jumlah (berat basah)
Protein	41.8
Lemak	28.3
Karbohidrat	16.7
Serat kasar	2.9
Abu	2.5
Air	8.2

Tabel 9. Komposisi ransum untuk tiap-tiap kelompok tikus

Komposisi (%)	Kelompok Tikus			
	Kasein	Sampel I	Sampel II	Non-prot
Kasein	12.21	-	-	-
Tepung tempe I	-	20.82	-	-
Tepung tempe II	-	-	23.91	-
Minyak jagung	8.00	2.87	2.11	8.00
Vitamin	1.00	1.00	1.00	1.00
Mineral	5.00	4.52	4.48	5.00
Selulosa	1.00	0.40	0.31	1.00
Air	3.39	3.20	3.30	5.00
Pati jagung	68.78	67.19	64.89	80.00

Tabel 10. Nilai gizi protein tepung tempe*

Ransum	NPR	%DC	NB	NPU
Kasein	5.5 ^a	96 ^a	95 ^a	91 ^a
Tepung Tempe Terpilih	5.0 ^a	91 ^b	92 ^{ab}	84 ^b
Tepung Tempe Pemanding	4.3 ^b	85 ^c	87 ^b	74 ^c

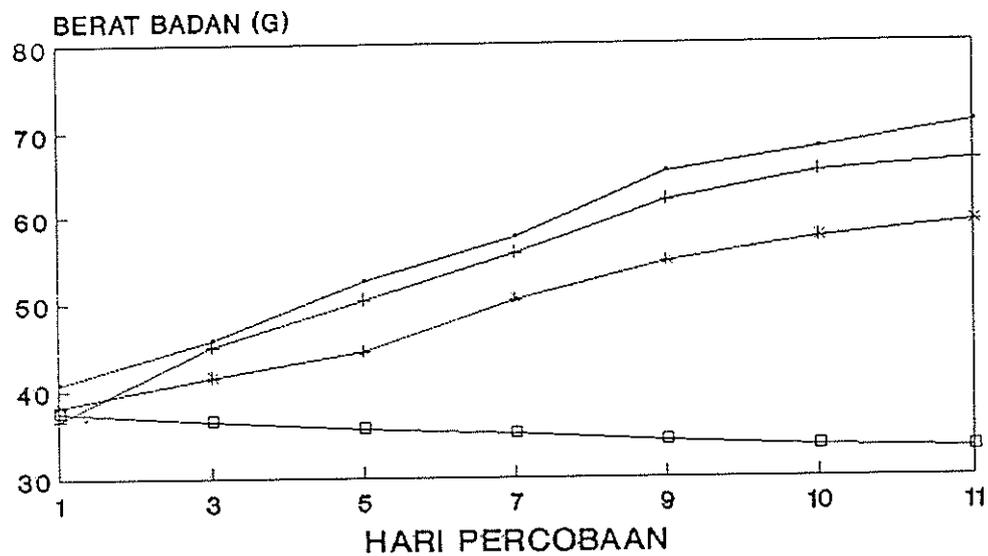
* Angka yang diikuti dengan huruf yang tidak sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf 5%

1. Net Protein Ratio (NPR)

Perhitungan NPR bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsumsi protein terhadap fungsinya dalam pemeliharaan dan pertumbuhan tubuh. Dengan perhitungan NPR

ini masalah teoritis pada perhitungan *Protein Efficiency Ratio* (PER) dapat diatasi. Pada perhitungan PER tidak diperhatikan adanya protein yang disintesa oleh tubuh yang juga digunakan untuk pertumbuhan.

Perhitungan NPR dilakukan dengan membandingkan perubahan berat badan tikus dengan jumlah protein yang dikonsumsi. Pengukuran berat badan dan konsumsi protein dilakukan selama 10 hari percobaan. Kurva pertumbuhan tikus dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Kurva pertumbuhan keempat kelompok tikus selama masa percobaan

Kurva pertumbuhan tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan tikus pada kelompok sampel dapat dikatakan sejajar dengan pertumbuhan tikus pada kelompok kasein. Tikus-tikus pada kelompok tepung tempe terpilih mengalami kenaikan berat badan yang lebih mendekati kelompok kasein, jika dibandingkan dengan tikus-tikus pada kelompok tepung tempe pembanding. Selama masa percobaan kenaikan berat badan tikus pada kelompok tepung tempe terpilih sebesar 3.00 g/tikus/hari, tepung tempe pembanding 2.10 g/tikus/hari, sedangkan pada kelompok kasein kenaikan berat badan sebesar 3.04 g/tikus/hari.

Kelompok tikus dengan ransum non protein mengalami penurunan berat badan sebesar 0.42 g/tikus/hari. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun bahan-bahan nutrisi lain seperti vitamin, mineral dan lemak berpengaruh terhadap pertumbuhan, tetapi yang utama adalah kualitas dan kuantitas protein yang dikonsumsi. Pada Lampiran 11a dapat dilihat rekapitulasi data penambahan berat badan tikus, jumlah protein yang dikonsumsi, dan nilai NPR.

Dari hasil penelitian diperoleh nilai NPR kasein 5.5, tepung tempe terpilih 5.0 dan tepung tempe pembanding 5.0. Jika nilai NPR kasein dianggap 100%, maka nilai NPR tepung tempe terhadap kasein masing-masing 99% untuk tepung tempe terpilih dan 95% untuk tepung tempe pembanding.

Dari hasil analisis sidik ragam (Lampiran 11b) tampak bahwa jenis ransum berpengaruh sangat nyata terhadap nilai NPR. Hasil uji Duncan untuk pengaruh jenis ransum terhadap nilai NPR (Lampiran 11c) menunjukkan bahwa nilai NPR tepung tempe terpilih tidak berbeda nyata dengan nilai NPR kasein, sedangkan nilai NPR keduanya berbeda nyata dengan tepung tempe pembandingan pada taraf 5%.

2. Daya Cerna (DC)

Menurut Pellet (1980) kemampuan suatu protein untuk dihidrolisa oleh enzim pencernaan protease disebut dengan istilah Daya Cerna (*Digestibility*). Daya cerna protein dinyatakan sebagai perbandingan antara jumlah nitrogen yang diserap, dengan jumlah nitrogen yang dikonsumsi, tanpa memperhatikan nitrogen yang terdapat dalam urin. Perhitungan Daya Cerna hanya memperhatikan nitrogen yang terdapat di dalam feses dan dianggap mencerminkan jumlah protein yang dapat dicerna oleh tubuh.

Dari hasil percobaan diperoleh Daya Cerna kasein sebesar 96%, tepung tempe terpilih 91% dan tepung tempe pembanding 85% (Tabel 10). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sumber protein pada ransum berpengaruh sangat nyata terhadap Daya Cerna proteinnya (Lampiran 13a). Uji lanjutan Duncan untuk

pengaruh perbedaan ransum terhadap Daya Cerna protein pada taraf 5% menunjukkan bahwa Daya Cerna tepung tempe terpilih, tepung tempe pembanding, dan kasein berbeda nyata (Lampiran 13b).

3. Nilai Biologis (NB)

Perhitungan Nilai Biologis atau *Biological Value* dilakukan dengan cara membandingkan nitrogen yang tertinggal dalam tubuh dengan nitrogen yang diserap oleh tubuh. Dari hasil percobaan diperoleh Nilai Biologis tepung tempe terpilih 92, tepung tempe pembanding 87 dan kasein 95 (Tabel 10).

Hasil analisis sidik ragam terhadap Nilai Biologis ini menunjukkan bahwa perbedaan sumber protein pada ransum berpengaruh nyata terhadap Nilai Biologisnya (Lampiran 14a). Hasil uji Duncan pada taraf 5% (Lampiran 14b) menunjukkan bahwa Nilai Biologis tepung tempe terpilih tidak berbeda nyata dengan kasein dan tepung tempe pembanding, sedangkan Nilai Biologis tepung tempe pembanding berbeda nyata dengan kasein. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah nitrogen yang dapat diserap oleh tubuh dengan sumber protein tepung tempe terpilih menyamai jumlah nitrogen yang ditahan dan diserap oleh tubuh dengan ransum kasein.



4. *Net Protein Utilization (NPU)*

Perhitungan NPU dilakukan berdasarkan perbandingan antara nitrogen yang tertinggal dalam tubuh dengan nitrogen yang dikonsumsi. Nilai NPU ini menggambarkan jumlah protein yang dapat digunakan oleh tubuh.

Dari percobaan diperoleh nilai NPU kasein 91, tepung tempe terpilih 84 dan tepung tempe pembanding 74 (Tabel 10). Hasil analisis sidik ragam terhadap nilai NPU menunjukkan bahwa perbedaan sumber protein pada ransum (kasein dan tepung tempe) berpengaruh sangat nyata terhadap nilai NPU (Lampiran 15a). Uji lanjutan Duncan (Lampiran 15b) menunjukkan bahwa nilai NPU ketiga sumber protein tersebut berbeda nyata pada taraf 5%. Walaupun nilai NPU tepung tempe terpilih berbeda nyata dengan kasein, tetapi masih lebih besar dan menunjukkan perbedaan yang nyata jika dibandingkan dengan nilai NPU tepung tempe pembanding.

Semua hasil evaluasi nilai gizi protein secara *in vivo* menunjukkan bahwa tepung tempe terpilih mempunyai nilai gizi protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tempe pembanding. Interaksi perlakuan *blanching*, pengeringan dengan suhu yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama ternyata menurunkan nilai gizi tepung tempe, dan perbedaan tersebut nyata untuk nilai NPR, Daya Cerna

Formula biskuit yang dihitung harus memenuhi syarat-syarat makanan tambahan untuk anak balita (PAG, 1972) dengan tetap memperhatikan persyaratan adonan biskuit (Tabel 11). Konsentrasi maksimum penambahan tepung tempe berdasarkan yang digunakan oleh Inayati (1991) dengan rasa yang masih dapat diterima, yaitu sekitar 13.4%.

Tabel 11. Formula biskuit untuk anak balita dan komposisi kimia hasil perhitungan per 100 gram

Bahan (g)	Formula								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Tepung terigu	30	35	40	30	35	40	30	35	40
Tepung tempe	15	10	5	15	10	5	15	10	5
Susu skim	24	24	24	22.5	22.5	22.5	21.5	21.5	21.5
Gula halus	24	24	24	22.5	22.5	22.5	19.5	19.5	19.5
Margarine	7	7	7	6	6	6	6	6	6
Telur	0	0	0	4	4	4	8	8	8
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Baking Powder	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Garam	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Energi (Kal)	386.4	380.9	375.4	390.5	385	379.4	382.4	376.9	371.4
Protein	19.3	17.4	15.1	18.8	16.9	15.0	19.0	17.1	15.2
Lemak	9.8	8.7	7.5	9.6	8.4	7.3	10.0	8.9	7.7
Serat kasar	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6	0.5

Selanjutnya dilakukan penentuan suhu dan waktu pemanggangan dalam pembuatan biskuit sehingga dihasilkan biskuit yang baik. Dari beberapa taraf suhu dan waktu pemanggangan yang dicoba, ternyata pemanggangan dalam oven pada suhu 165°C selama 20-30 menit dapat menghasilkan biskuit dengan tingkat kematangan yang bagus.

1. Uji Organoleptik

Menurut Soekarto (1985) uji organoleptik terhadap suatu makanan adalah penilaian dengan menggunakan alat indera, yaitu indera penglihat, pencicip, pembau dan indera pendengar. Dengan uji organoleptik ini dapat diketahui penerimaan terhadap suatu makanan.

Daya terima terhadap makanan dapat diukur dari cita rasanya. Menurut Nasution (1980) faktor utama yang dinilai dari cita rasa diantaranya adalah rupa (meliputi warna, bentuk dan ukuran), aroma dan rasa.

Uji kesukaan dilakukan untuk melihat penerimaan terhadap biskuit campuran tepung tempe yang dibuat dan menentukan formula yang paling disukai. Biskuit untuk anak balita disajikan kepada 20 orang panelis tidak terlatih yaitu ibu-ibu yang mempunyai anak balita. Penilaian dilakukan dengan skor kesukaan, yaitu (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) biasa, (4) suka dan (5) sangat suka. Skor rata-rata hasil uji kesukaan terhadap biskuit dapat dilihat pada Tabel 12.



Tabel 12. Hasil uji kesukaan terhadap warna, aroma, rasa dan tekstur biskuit untuk anak balita

Formula	Skor Rata-rata			
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
F1	3.3	3.6	3.3	2.8
F2	3.4	3.6	3.4	2.9
F3	3.5	3.5	3.4	3.0
F4	3.5	3.7	3.4	3.2
F5	3.7	3.7	3.4	3.1
F6	3.7	3.6	3.6	3.2
F7	3.7	3.9	3.6	3.5
F8	3.8	3.9	3.8	3.4
F9	3.8	3.7	3.8	3.4

a. Warna

Pada umumnya seseorang menilai makanan pertama kali adalah terhadap warnanya. Itulah sebabnya seringkali dengan melihat warna makanan, orang telah dapat memberikan penilaian mengenai disukai atau tidaknya suatu makanan (Nasution, 1980).

Dari Tabel 12 terlihat bahwa skor rata-rata kesukaan panelis terhadap warna biskuit berkisar antara 3.3 sampai 3.8 (biasa sampai suka). Data lengkap hasil uji kesukaan terhadap warna biskuit dapat dilihat pada Lampiran 17a.

Dari hasil analisis sidik ragamnya (Lampiran 17b), ternyata perbedaan formula biskuit tidak berpengaruh nyata terhadap kesukaan pada warna biskuit tersebut. Warna kuning kecoklatan biskuit

yang dihasilkan cukup disukai oleh panelis karena mungkin sama dengan warna biskuit yang diperdagangkan. Warna biskuit tersebut dipengaruhi oleh warna tepung yang digunakan dan tahap pembakaran pada pembuatan biskuit tersebut.

Tepung mempengaruhi warna dan "flavour" yaitu sebagai akibat dekstrinasi pati tepung selama pembakaran (Mc William, 1979). Menurut Sunaryo (1985) warna pada biskuit disebabkan oleh reaksi Maillard, yaitu reaksi gula pereduksi dengan asam amino, yang terjadi pada waktu pemanggangan sekitar suhu 150-160 °C. Selain itu pada proses Maillard juga terjadi dekstrinasi pati dan karamelisasi gula sederhana.

b. Aroma

Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktorik yang berada dalam rongga hidung ketika makanan masuk ke mulut (Peckham, 1969). Bau makanan tersebut banyak menentukan kelezatan makanan (Winarno, 1986) dan mempengaruhi penerimaannya. Makanan yang rasa dan penampakannya disukai, jika aromanya tidak disukai akan mengurangi penerimaannya.

Uji kesukaan terhadap aroma biskuit memberikan kisaran penilaian antara tidak suka (2) sampai

sangat suka (5) (Lampiran 18a). Beberapa panelis memberikan penilaian tidak suka terhadap aroma biskuit. Aroma biskuit diduga dipengaruhi oleh aroma tempe yang masih terdapat pada tepung tempe.

Skor rata-rata untuk kesembilan formula adalah 3.5-3.9 (Tabel 12) yang berarti cenderung suka. Hasil analisis sidik ragam terhadap tingkat kesukaan aroma biskuit ternyata menunjukkan bahwa perbedaan formula biskuit tidak berpengaruh nyata terhadap kesukaan pada aroma biskuit (Lampiran 18b).

c. Rasa

Rasa dinilai dengan adanya tanggapan rangsangan kimiawi oleh indera pencicip (lidah), dimana akhirnya kesatuan interaksi antara sifat-sifat aroma, rasa dan tekstur merupakan keseluruhan rasa atau "flavour" makanan yang dinilai (Nasution, 1990).

Uji kesukaan terhadap rasa biskuit menunjukkan bahwa rasa biskuit tersebut cukup disukai oleh panelis, yaitu dengan skor rata-rata 3.3-3.8 (Tabel 12). Hasil analisis sidik ragam hasil uji kesukaan terhadap rasa biskuit (Lampiran 19b) menunjukkan bahwa perbedaan formula biskuit tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap skor kesukaan.

Walaupun biskuit dibuat dalam berbagai konsentrasi campuran tepung tempe, tetapi perbedaannya menjadi tidak nyata pada rasa biskuit. Rasa biskuit untuk anak balita yang dibuat tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi penambahan tepung tempe, tetapi juga oleh sumbangan bahan-bahan pembentuk biskuit yang lain. Menurut Matz (1978) tepung, gula, *shortening*, susu dan telur akan mempengaruhi rasa biskuit.

Kisaran nilai kesukaan terhadap rasa biskuit diberikan antara tidak suka (2) sampai sangat suka (5) (Lampiran 19a). Penilaian tidak suka terhadap rasa biskuit yang diuji mungkin dipengaruhi oleh konsentrasi penambahan tepung tempe. Menurut Inayati (1991) penambahan tepung tempe 30% dari total tepung yang digunakan dalam pembuatan biskuit (atau 13.4% dari total adonan biskuit) sudah menunjukkan rasa yang kurang disukai. Tepung tempe mempunyai rasa yang agak pahit (getir). Rasa ini kemungkinan disebabkan oleh adanya peptida-peptida protein dengan rasa pahit. Oleh karena itu semakin tinggi konsentrasi tepung tempe yang ditambahkan maka semakin tajam rasa pahit pada biskuit.

d. Tekstur

Setiap bahan makanan mempunyai sifat tekstur tersendiri tergantung pada keadaan fisik, ukuran dan bentuk sel yang dikandungnya. Penilaian terhadap tekstur dapat berupa kekerasan, elastisitas atau kerenyahan (Peckham, 1969).

Hasil uji kesukaan terhadap tekstur biskuit memberikan hasil skor rata-rata 2.8 - 3.5 yaitu antara tidak suka sampai suka (Tabel 12). Skor penilaian yang diberikan berkisar dari 2 (tidak suka) sampai 5 (sangat suka). Rekapitulasi data hasil uji kesukaan terhadap tekstur biskuit dapat dilihat pada Lampiran 20a.

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 20b) menunjukkan bahwa perbedaan formula adonan biskuit berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat kesukaan tekstur biskuit. Uji lanjutan dengan uji Duncan (Lampiran 20c) menunjukkan bahwa F9, F7 dan F8 memiliki tingkat kesukaan terhadap tekstur biskuit yang paling tinggi dan berbeda nyata dengan F2 dan F1 pada taraf 5%.

Dari skor rata-rata penilaian kesukaan terhadap tekstur biskuit tampak bahwa formula biskuit dengan menggunakan telur (F4-F9) lebih disukai. Juga semakin tinggi telur yang digunakan akan

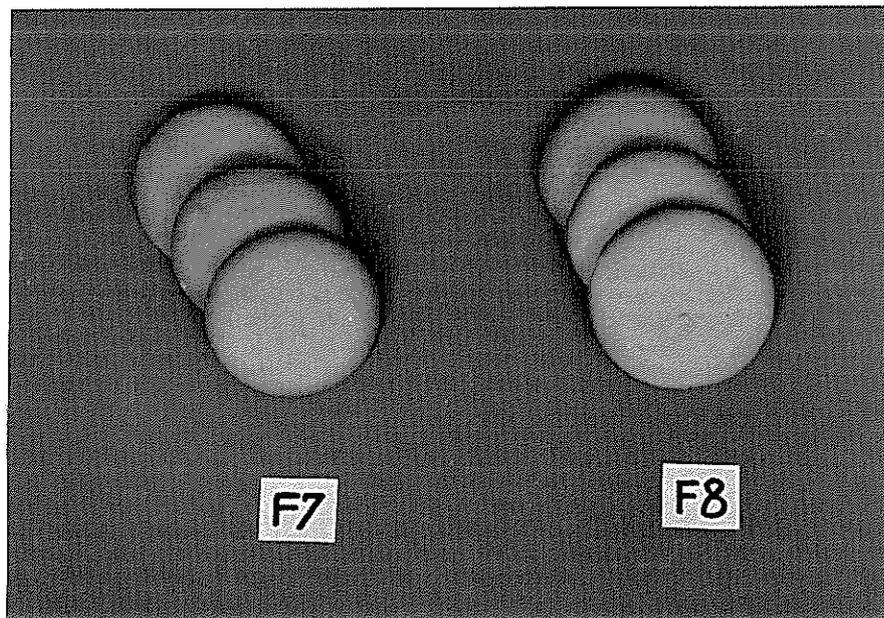
menghasilkan biskuit dengan tekstur yang lebih disukai. Perbedaan konsentrasi penambahan tepung tempe sendiri tidak berpengaruh terhadap tekstur biskuit.

Dari semua formula biskuit yang diuji tingkat kesukaannya kemudian dipilih formula yang paling disukai. Berdasarkan keseluruhan hasil uji kesukaan terhadap warna, aroma, rasa dan tekstur kesembilan formula biskuit, ternyata belum dapat diambil atau dipilih satu formula yang paling disukai. Hal ini karena secara umum tidak ada perbedaan yang nyata dari hasil uji kesukaan terhadap tiap-tiap formula biskuit, kecuali teksturnya.

Untuk pemilihan formula, maka pada tahap awal dipilih tiga formula untuk tiap-tiap uji (warna, aroma, rasa dan tekstur) dengan skor rata-rata kesukaan yang tertinggi. Untuk uji kesukaan terhadap warna biskuit terpilih formula F8, F9 dan F6. Untuk uji kesukaan terhadap aroma biskuit, formula yang terpilih adalah F7, F8 dan F5. Untuk uji kesukaan terhadap rasa biskuit terpilih formula F9, F8 dan F7, sedangkan untuk tekstur biskuit yaitu F9, F7 dan F8. Karena masih banyak formula yang terpilih pada pemilihan awal ini maka perlu dipertimbangkan hal-hal lain yang mempengaruhi mutu biskuit.

Pemilihan selanjutnya mempertimbangkan sumbangan energi dan protein biskuit untuk anak balita, yaitu formula biskuit yang memberikan energi dan protein yang tinggi berdasarkan hasil perhitungan. Konsentrasi penambahan tepung tempe juga dipertimbangkan dalam pemilihan formula, karena diinginkan penambahan tepung tempe yang tinggi dalam rangka pemanfaatannya.

Berdasarkan hal-hal di atas maka dipilih biskuit dengan formula F7 dan F8 (Gambar 14) untuk dianalisis komposisi kimia dan nilai energinya. Kedua formula tersebut memiliki sifat-sifat organoleptik yang disukai, memberikan sumbangan energi dan protein yang tinggi dan konsentrasi penambahan tepung tempe yang tinggi (15% dan 10% dari total adonan biskuit).



Gambar 14. Biskuit untuk anak balita dengan formula F7 dan F8

2. Kandungan Gizi Biskuit untuk Anak Balita

Terhadap biskuit yang dibuat dari formula adonan terpilih (F7 dan F8) dilakukan analisis komposisi kimia dan nilai energinya, seperti tampak pada Tabel 13. Komposisi kimia dan nilai energi biskuit untuk anak balita hasil analisis secara umum tidak berbeda banyak. Keseluruhan nilai tersebut sudah memenuhi persyaratan makanan tambahan untuk anak balita (PAG, 1972).

Tabel 13. Komposisi kimia dan nilai energi biskuit formula terpilih berdasarkan perhitungan dan hasil analisis

Zat Gizi (per 100 g)	F7		F8		Standar makanan balita*
	Hitung	Analisis	Hitung	Analisis	
Energi (Kal)	382.4	403.7	376.9	400.7	>370.0
Protein (g)	19.0	18.4	17.1	17.5	>15.0
Lemak (g)	10.0	9.3	8.9	8.3	<10.0
Karbohidrat (g)	-	61.6	-	64.0	-
Abu (g)	-	3.0	-	2.9	< 5.0
Serat kasar (g)	0.7	2.7	0.6	2.4	< 5.0
Air (g)	-	5.0	-	4.9	5 - 10

* PAG (1972)

Jika dibandingkan dengan persyaratan Standar Industri Indonesia (SII) untuk biskuit (Lampiran 21), hasil yang diperoleh memenuhi syarat untuk kadar

energi, protein dan air. Untuk kadar abu, serat kasar, lemak dan karbohidrat diperoleh hasil yang lebih kecil dibandingkan dengan SII untuk biskuit. Hal ini terjadi karena pada biskuit untuk anak balita yang dibuat diinginkan sifat-sifat tertentu sesuai dengan persyaratan makanan tambahan untuk anak balita.

Kadar air biskuit mencapai kadar air maksimum yang diperbolehkan dalam SII biskuit, tetapi masih dapat dikatakan memenuhi syarat. Dalam standar makanan tambahan untuk anak balita, kadar air yang diperoleh justru merupakan standar minimum.

Dalam makanan tambahan anak balita karbohidrat yang sulit dicerna termasuk di dalamnya serat kasar seharusnya dikurangi seminimal mungkin. Hal ini telah cukup dipenuhi oleh biskuit hasil penelitian, yang menunjukkan kadar serat kasar relatif kecil, yaitu 2.7% dan 2.4% dibandingkan standar maksimum 5%. Kadar serat yang tinggi akan mengurangi absorpsi zat-zat gizi (lemak, protein, karbohidrat, vitamin dan mineral), selain itu menyebabkan cepat menjadi kenyang (Anwar, 1990). Hasil analisis serat kasar jauh lebih tinggi dibandingkan hasil perhitungannya. Hal ini karena perhitungan adonan sebagian berdasarkan pustaka (Direktorat Gizi, 1979), yang merupakan perhitungan secara kasar.



Kadar lemak biskuit yang tinggi (9.3 dan 8.3%) tidak menjadi masalah dalam biskuit campuran tepung tempe. Kadar lemak maksimum makanan anak balita adalah 10%, sedangkan pada biskuit justru diinginkan kadar lemak yang cukup, bahkan di atas 10%. Lemak mudah teroksidasi, tetapi masalah ini dapat diatasi dalam produk olahan tempe. Tempe memiliki antioksidan yang tidak saja mencegah oksidasi lemak tempe, tetapi juga lemak dari bahan makanan lain.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Tepung tempe dapat dibuat dengan melalui tahap-tahap pemotongan tempe segar, dengan atau tanpa *blanching* (0-20 menit), pengeringan pada suhu 50-70°C selama 22-26 jam, penggilingan dan pengayakan. Diluar kisaran tersebut diperoleh tepung tempe dengan penampakan yang jelek.

Hasil analisis komposisi kimia tepung tempe menghasilkan kadar protein kasar 48.0%, kadar lemak kasar 24.7%, serat kasar 2.9%, kadar air 8.7%, kadar abu 2.3% dan karbohidrat *by difference* sebesar 13.5%.

Kelarutan tepung tempe dalam air mempunyai nilai antara 11.3% sampai 23.2%. Makin lama *blanching*, serta makin tinggi suhu dan makin lama pengeringan, kelarutan tepung tempe makin rendah.

Perlakuan *blanching* sangat mempengaruhi aktivitas buih tepung tempe. Tepung tempe yang tidak di-*blanching* mempunyai aktivitas buih 50.4%, yang di-*blanching* 10 menit mempunyai daya buih 28.9%, sedangkan yang di-*blanching* 20 menit 21.4%.

Makin lama pengeringan, daya pembentukan gel tepung tempe makin rendah. Konsentrasi terendah yang diperlukan untuk membentuk gel yang stabil adalah 12%.

Daya serap air berkisar antara 1.6 - 2.6 g/g, sedangkan daya serap minyak antara 0.9 - 1.8 g/g. Tidak

ada pengaruh perlakuan yang nyata terhadap daya serap air tepung tempe. Perlakuan *blanching* dan waktu pengeringan berpengaruh nyata terhadap daya serap minyak, yaitu ada kecenderungan daya serap minyak menurun dengan bertambahnya waktu *blanching* dan waktu pengeringan.

Aktivitas emulsi tepung tempe menunjukkan nilai yang optimum sekitar pH 6.5 - pH 7.5. Pada pH 4.5 aktivitas emulsi tepung tempe paling rendah. Pemanasan pada suhu 80°C tidak mengubah kestabilan emulsi.

Nilai *Protein Dispersibility Index* (PDI) tepung tempe bervariasi antara 1.6 - 7.5%. Proses pengeringan dalam pembuatan tepung tempe berpengaruh sangat nyata terhadap nilai PDI, baik secara tunggal maupun kombinasi dengan atau tanpa *blanching*.

Dari hasil pengujian terhadap mutu protein secara *in vivo* dapat disimpulkan bahwa nilai gizi protein tepung tempe mendekati kasein. Nilai NPR, Daya Cerna, Nilai Biologis dan NPU kasein berturut-turut 5.5, 96%, 94 dan 91. Untuk tepung tempe terpilih (tanpa *blanching*, pengeringan pada 50°C selama 22 jam) berturut-turut 5.0, 91%, 92 dan 84. Untuk tepung tempe pembanding (*blanching* 20 menit, pengeringan pada suhu 70°C selama 26 jam) diperoleh nilai 4.3, 87%, 85 dan 74.

Pembuatan biskuit untuk anak balita dapat menjadi salah satu alternatif pemanfaatan tepung tempe menjadi produk olahan. Berdasarkan uji organoleptik didapatkan

bahwa penilaian kesukaan terhadap warna, aroma, rasa dan tekstur biskuit berkisar antara biasa sampai suka. Penambahan tepung tempe maksimum 15% dari total adonan. Jika lebih banyak maka rasa pahit yang ditimbulkan dari tepung tempe akan sangat terasa.

Formula terpilih adalah F7 dan F8, yaitu yang mempunyai tingkat kesukaan yang tinggi. Komposisi biskuit F7 dan F8 masing-masing tepung terigu 30% dan 35%, tepung tempe 15% dan 10%, susu skim bubuk 21.5%, gula halus 19.5%, margarine 6% dan telur 8%. Analisis komposisi kimia biskuit dengan formula F7 dan F8 menghasilkan nilai Energi (Kal) 403.7 dan 400.7, kadar protein (%) 18.4 dan 17.5, kadar lemak (%) 9.3 dan 8.3, kadar karbohidrat (%) 61.6 dan 64.0, kadar abu (%) 3.0 dan 2.9, kadar serat kasar (%) 2.7 dan 2.4, serta kadar air (%) 5.0 dan 4.9.

B. SARAN

Penelitian untuk mengetahui daya tahan simpan tepung tempe perlu dilakukan, termasuk di dalamnya jenis kemasan dan kondisi penyimpanan yang sesuai.

Sebagai bahan makanan dengan kadar protein yang tinggi perlu diketahui komposisi asam amino tepung tempe tersebut.

Rasa pahit (getir) tepung tempe menghambat pengembangan produk olahannya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menghilangkan rasa pahit tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Abunain, D. 1981. Kebutuhan Gizi dan Hubungannya dengan Pertumbuhan dan Perkembangan. Puslitbang Gizi, Dep. Kes., Bogor.
- Anonim. 1981. Pedoman Pembuatan Roti dan Kue (Terjemahan). Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Anwar, F. 1990. Mempelajari Sifat Fisik, Organoleptik dan Nilai Gizi Protein Makanan Bayi dari Campuran Tepung Beras, Konsentrat Protein Jagung dan Tepung Tempe. Fakultas Pasca Sarjana, IPB, Bogor.
- Bird, T., M.A. Nur dan M. Syahri. 1983. Kimia Fisik. Bagian Kimia, IPB, Bogor.
- Cheftel, J.C., J.L. Coq dan D. Lorient. 1985. Amino acids, peptides and proteins. Di dalam O.R. Fennema (ed.). Food Chemistry 2nd ed. Marcel Dekker Inc., New York and Bazel.
- Cherry, J.P. dan K.H. Mc Watters. 1981. Whippability and aeration. Di dalam J.P. Cherry (ed.). Protein Functionally in Foods. American Chemistry Society, Washington D.C.
- Curtis, P.R., R.E. Cullen dan K.H. Steinkraus. 1977. Microbial Synthesis of Vitamin B₁₂ in Tempeh. Present
- Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI. 1979. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Fardiaz, D., A. Apriyantono, S. Yasni, S. Budiyanto dan N.L. Puspitasari. 1986. Penuntun Praktikum Analisa Pangan. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, FATETA, IPB, Bogor.
- Fennema, O.R. 1985. Principles of Food Science. Marcewl Dekker Inc., New York.
- Hermana, W. Soesarsono, Arizal dan Retnowati. 1977. Pemberian Makanan Tambahan. Proyek Usaha Perbaikan Gizi Keluarga Intensif. Dep. Kes. RI, Jakarta.

- Hermana. 1985. Beberapa prinsip alternatif penggunaan penggunaan tempe dalam peningkatan status gizi golongan rawan gizi. (1). Tempe dalam penanggulangan keadaan gizi kurang dan manajemen dietetik diare pada anak balita. Di dalam Hermana dan D. Karyadi (eds.). Simposium Pemanfaatan Tempe dalam Peningkatan Upaya Kesehatan dan Gizi. Puslitbang Gizi, Balitbang Kes., Depkes R.I., Bogor.
- Hermana dan D. Karyadi. 1985. Simposium Pemanfaatan tempe dalam Peningkatan Upaya Kesehatan dan Gizi. Puslitbang Gizi, Balitbang Kes., Depkes R.I., Bogor.
- Hutton, C.W. dan A.M. Cambell. 1984. Water and fat absorption. Di dalam J.P. Cherry (ed.). Protein Functionality in Foods. ACS, Washington D.C.
- Iljas, N. 1969. Preservation and self-life studies of tempeh. Ohio State Univ. (M.S. Thesis).
- Inayati, I. 1991. Biskuit Berprotein Tinggi dari Campuran Tepung Terigu, Singkong dan Tempe Kedelai. Skripsi. FATETA-IPB, Bogor.
- Kaplan, A. 1971. Element of Food Production and Baking. ITT Educational Service, Inc., New York.
- Karta, S. K. 1990. The market prospective for tempe in the year 2000. Second Asian Symposium on Non-Salted Soybean Fermentation. Jakarta 13-15 Februari 1990.
- Kartono, D. 1984. Bahan Makanan untuk Memenuhi Kebutuhan Energi dan Fungsi Tubuh pada Anak-anak. Majalah Gema edisi April VI(53).
- Karyadi, D. dan Husaini. 1976. Bahan Pangan Palawija dan Hasil Pekarangan untuk Makanan Anak Blita. Simposium Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.
- Karyadi, D. dan Muhilal. 1990. Kecukupan Energi dan protein. Gramedia, Jakarta.
- Kinsella, J.E. 1977. Functional properties of soy protein. J. Am. Oil. Chem. Vol: 3 (292-297).
- Kompas. 14 Januari 1992. Masalah Gizi di Indonesia: Belum Seimbang, Sumber Kalori dan Protein. Gramedia, Jakarta.

- Mahmud, M. K., Erwin Affandi dan Darwin Karyadi. 1982. Pengujian Aktivitas Antibakterial pada Tempe terhadap Bakteri Penyebab Diare. Laporan Penelitian Puslitbang Gizi, Bogor.
- 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 Craker Technology. 2nd Ed. The AVI Publishing Co.Inc., Westport, Connecticut.
- Mc. William, M. 1979. Food Fundamental. 3rd Ed. John Wiley and Sons Inc. Toronto.
- Muchtadi, D. 1989. Petunjuk Laboratorium Evaluasi Nilai Gizi. Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muchtadi, T.R. 1989. Petunjuk Laboratorium Teknologi Porses Pengolahan Pangan. Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Murata, K., H. Ikehata dan T. Miyamoto. 1967. Studies on the nutritional value of tempeh. J.Food Sci. 32 (5): 580-586.
- Nasoetion, A. 1980. Metode Penilaian Cita Rasa I. Departemen IKK, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- PAG. 1972. Guideline on Protein Rich Mixture for Use as Supplementary Foods. Protein Advisory Group of United Nation System. United Nation, New York, USA.
- Peckham, G.C. 1969. Food Preparation. 2nd ed. The Mac Millan Co., London.
- Pellet, P.L. dan V.R. Young (eds). 1980. Nutritional evaluation of protein foods. The United Nations University, Tokyo.
- Pour El, A. 1981. Protein functionality, classification, definition and methodology. Di dalam J.P. Cherry (ed.). Protein Functionality in Food. ACS, Wahington D.C.
- Sathe, S.K. dan D.K. Salunkhe. 1981. Functional properties of the great northern bean (Phaseolus vulgaris L.) protein : emulsion, foamity, viscosity and gelation properties. J. Food Sci. 46:71-74.

- Schimdt, R.H. 1981. Gelation and coagulation. Di dalam J.P. Cherry (Ed.). Protein Functionality in Foods. ACS, Washington D.C.
- Shen, J.L. 1981. Solubility and viscosity. Di dalam J.P.Cherry (Ed.). Protein Functionality in Foods. ACS, Washington D.C.
- Shurtleff, W. dan A. Aoyagi. 1979 (eds.). The Book of Tempeh. Harper and Row Publ., New York.
- Smith, A.K. dan S.J. Circle. 1978. Soybeans : Chemistry and Technology vol.1 : Protein. AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Soekarto, S.T. 1985 Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Standar Industri Indonesia (SII). 1990. Standar Mutu dan Cara Uji Biskuit. No. 0177-90.
- Steinkraus, K.H. 1983. Handbook of Indigenous Fermented Foods. Marcel Dekker Inc., New York.
- Sudarmadji, S. dan P. Markakis. 1977. The phytate and phytase of soybean tempeh. J. Sci. Food Agric. 28: 381-383.
- Suhardjo, 1989. Petunjuk Laboratorium Pemberian Makanan pada Bayi dan Anak . PAU Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sumarsono. 1983. Aspek-aspek Penggunaan Tepung Tempe. FATETA, UGM, Yogyakarta.
- Sunaryo, E. 1985. Pengolahan Produk Serealia dan Biji-bijian. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Wagenknecht, A.C., L.R. Mattick, L.M., Lewin, D.H. Hand dan K.H. Steinkraus. 1961. Changes in soybean lipids during fermentation. J. Food Sci. 26(4):373-376.
- Wang, H.L., D.I. Ruttle dan C.W. Hesseltine. 1969. Antibacterial compound from a soybean product fermente by Rhizophus oligosporus. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 131: 579-583.
- WHO. 1972. The Health Aspects of Food Nutrition. 2nd Ed. Manila. WHO Regional Office for Western Pacific.

- Winarno, F.G. 1985. Tempe - peningkatan mutu dan statusnya di masyarakat. Di dalam Hermana dan D. Karyadi (eds.). Simposium Pemanfaatan Tempe dalam Peningkatan Upaya Kesehatan dan Gizi. Puslitbang Gizi, Balitbang Kes., Depkes R.I., Bogor.
- Winarno, F.G. 1986. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta.
- Winarno, F.G. 1987. Gizi dan Makanan bagi Bayi dan Anak Sapihan (Pengadaan dan Pengolahannya). Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.

Lampiran 1. Formulir uji organoleptik

FORMULIR UJI ORGANOLEPTIK

Nama :
Usia :
Usia anak :

Di hadapan saudara disajikan contoh biskuit untuk anak balita. Saudara diminta untuk memberikan penilaian terhadap warna, aroma, rasa dan tekstur masing-masing contoh makanan.

Nomor kode	Warna	Bau	Rasa	Kerenyahan

- Skor penilaian : 5 = sangat suka
 4 = suka
 3 = biasa
 2 = tidak suka
 1 = sangat tidak suka

Saran/komentar :

Lampiran 2. Rekapitulasi data kelarutan, daya pembentukan gel, daya serap air, daya serap minyak dan nilai PDI tepung tempe

Sampel	Kelarutan(%)		gel(%)		DS Air		DS minyak		PDI(%)	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
A1B1C1	21.97	24.19	12.00	12.00	2.30	2.40	1.58	1.58	3.73	3.25
A1B1C2	23.20	19.18	12.00	12.00	2.40	2.20	1.58	1.58	3.15	3.56
A1B1C3	19.80	19.00	14.00	14.00	1.95	2.40	1.32	1.41	2.11	5.26
A1B2C1	20.40	22.57	12.00	12.00	2.60	2.00	1.58	1.58	6.83	7.69
A1B2C2	21.00	20.85	14.00	14.00	2.10	2.10	1.76	1.23	3.85	4.05
A1B2C3	15.39	17.21	16.00	16.00	1.80	2.30	1.58	1.32	1.75	1.60
A1B3C1	23.00	16.92	12.00	14.00	1.85	2.30	1.41	1.50	6.38	8.09
A1B3C2	15.61	17.11	14.00	14.00	1.80	2.20	1.23	1.50	4.09	3.61
A1B3C3	14.75	16.12	14.00	16.00	1.90	2.00	1.06	1.41	3.27	3.37
A2B1C1	19.82	21.99	12.00	14.00	2.00	2.50	1.41	1.67	4.31	5.24
A2B1C2	19.37	18.84	14.00	14.00	2.05	2.10	1.23	1.06	1.82	3.10
A2B1C3	16.64	16.72	14.00	14.00	1.80	2.20	1.23	1.06	6.12	5.83
A2B2C1	22.39	18.68	12.00	12.00	2.20	2.30	1.50	1.41	6.67	4.55
A2B2C2	22.40	15.99	16.00	16.00	1.80	2.30	1.41	1.41	8.44	6.72
A2B2C3	15.45	13.51	16.00	16.00	1.95	2.00	1.32	1.23	5.84	5.48
A2B3C1	19.69	19.48	12.00	12.00	2.20	2.00	1.50	1.41	2.98	2.59
A2B3C2	16.60	15.28	14.00	16.00	1.90	2.00	1.50	1.32	1.85	1.41
A2B3C3	13.61	14.71	16.00	16.00	1.70	2.00	1.14	1.06	6.50	6.07
A3B1C1	21.96	17.68	14.00	14.00	1.90	2.30	1.58	1.50	2.66	2.30
A3B1C2	18.57	15.96	14.00	14.00	2.00	2.20	1.58	1.23	2.36	1.93
A3B1C3	15.40	10.20	16.00	16.00	1.90	2.10	1.67	1.06	5.21	5.24
A3B2C1	15.77	19.73	14.00	14.00	1.90	2.20	1.58	1.06	7.55	6.85
A3B2C2	16.73	18.33	16.00	12.00	1.80	2.20	1.23	1.14	3.54	5.23
A3B2C3	12.25	13.17	14.00	14.00	1.80	2.20	1.06	1.23	7.82	6.63
A3B3C1	21.00	17.73	14.00	10.00	1.70	2.30	1.06	1.50	5.06	5.12
A3B3C2	13.55	15.48	14.00	16.00	1.60	2.30	1.06	1.24	2.75	4.48
A3B3C3	11.31	12.00	14.00	16.00	1.60	2.00	1.23	0.88	3.86	3.79

Keterangan :

A = waktu *blanching* B = suhu pengeringan C = waktu pengeringan
 A1 = 0 menit B1 = 50 °C C1 = 22 jam
 A2 = 10 menit B2 = 60 °C C2 = 24 jam
 A3 = 20 menit B3 = 70 °C C3 = 26 jam

DS= daya serap

Lampiran 3a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran kelarutan tepung tempe dalam air

Sumber	db	JK	KT	F _{hit}	F _{0.05}	F _{0.01}
Perlakuan	26	475.174	18.276	4.216	1.93	2.55
A	2	102.137	51.068	11.780**	3.35	5.49
B	2	63.742	31.871	7.352**	3.35	5.49
C	2	266.190	133.455	30.784**	3.35	5.49
AB	4	11.490	2.873	0.663	2.73	4.11
AC	4	9.293	2.323	0.536	2.73	4.11
BC	4	16.313	4.078	0.941	2.73	4.11
ABC	8	5.289	0.661	0.153	2.31	3.26
Galat	27	117.049	4.335			
Total	53	592.223	1.174			

** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 3b. Uji Duncan untuk pengaruh waktu *blanching* terhadap kelarutan tepung tempe dalam air

Perlakuan	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
A1	19.2928	A	A
A2	17.8428	AB	B
A3	15.9344	B	C

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 3c. Uji Duncan untuk pengaruh suhu pengeringan terhadap kelarutan tepung tempe dalam air

Perlakuan	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
B1	18.9161	A	A
B2	17.8789	AB	A
B3	16.2750	B	B

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 3d. Uji Duncan untuk pengaruh waktu pengeringan terhadap kelarutan tepung tempe dalam air

Perlakuan	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
C1	20.2739	A	A
C2	17.9494	B	B
C3	14.8467	C	C

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 4a. Rekapitulasi data daya buih tepung tempe

Sampel	Kapasitas		Volume (ml) setelah waktu (menit)									
	ml	%	5	10	15	20	25	30	45	60	75	90
A1B1C1	116	16	112	110	108	106	102	100	100	100	100	100
A1B1C2	136	36	118	118	118	116	116	112	110	106	100	100
A1B1C3	152	56	140	130	126	126	120	120	112	107	103	100
A1B2C1	122	22	112	112	108	106	106	106	100	100	100	100
A1B2C2	164	64	164	164	160	138	134	130	114	112	108	106
A1B2C3	190	90	190	188	180	170	170	170	126	124	110	110
A1B3C1	170	70	170	166	160	158	150	140	110	108	106	106
A1B3C2	138	38	138	130	124	124	122	122	120	118	116	106
A1B3C3	150	50	124	122	122	122	116	114	110	108	108	106

Keterangan :

A1 = waktu *blanching* 0 menit

B = suhu pengeringan C = waktu pengeringan
 B1 = 50 °C C1 = 22 jam
 B2 = 60 °C C2 = 24 jam
 B3 = 70 °C C3 = 26 jam

Lampiran 4b. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran kapasitas buih tepung tempe

Sumber	db	JK	KT	F _{hit}	F _{0.05}	F _{0.01}
Perlakuan	26	22189.035	853.424	3.346	1.93	2.55
A	2	8166.371	4083.186	16.010**	3.35	5.49
B	2	1022.367	511.184	2.004*	3.35	5.49
C	2	2013.035	1006.518	3.947*	3.35	5.49
AB	4	2549.633	637.408	2.499	2.73	4.11
AC	4	640.293	160.073	0.628	2.73	4.11
BC	4	2150.969	537.742	2.108	2.73	4.11
ABC	8	5646.367	705.796	2.767*	2.31	3.26
Galat	27	6886.000	255.037			
Total	53	29075.035	548.586			

** berpengaruh sangat nyata

* berpengaruh nyata

Lampiran 4c. Uji Duncan untuk pengaruh interaksi waktu *blanching*, suhu pengeringan dan waktu pengeringan terhadap kapasitas buah tepung tempe

Perlakuan	Rataan *	Taraf 1%	Taraf 5%
A1B2C3	90	A	A
A1B3C1	86	AB	A
A1B2C2	62	ABC	AB
A2B2C3	48	ABCD	BC
A1B3C3	48	ABCD	BC
A1B1C2	46	ABCD	BCD
A2B3C3	44	ABCD	BCD
A3B1C1	39	BCD	BCD
A3B3C3	36	BCD	BCD
A1B3C2	36	BCD	BCD
A1B2C1	36	BCD	BCD
A2B1C2	35	BCD	BCD
A1B1C3	30	CD	BCD
A3B1C3	30	CD	BCD
A2B1C3	30	CD	BCD
A2B3C2	30	CD	BCD
A2B3C1	24	CD	BCD
A3B2C3	23	CD	CD
A2B2C2	22	CD	CD
A1B1C1	20	CD	CD
A3B2C2	19	CD	CD
A2B2C1	18	CD	CD
A3B3C2	17	CD	CD
A3B3C1	11	CD	CD
A3B2C1	10	CD	CD
A2B1C1	9	D	CD
A3B1C2	8	D	D

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 5a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran daya pembentukan gel tepung tempe

Sumber	db	JK	KT	F _{hit}	F _{0.05}	F _{0.01}
Perlakuan	26	100.000	3.846	3.709	1.93	2.55
A	2	5.333	2.667	2.571	3.35	5.49
B	2	3.111	1.556	1.500	3.35	5.49
C	2	55.111	27.556	26.572**	3.35	5.49
AB	4	8.889	2.222	2.143	2.73	4.11
AC	4	7.556	1.889	1.821	2.73	4.11
BC	4	7.110	1.778	1.714	2.73	4.11
ABC	8	12.890	1.611	1.554	2.31	3.26
Galat	27	28.000	1.037			
Total	53	128.000	2.415			

** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 5b. Uji Duncan untuk pengaruh waktu pengeringan terhadap daya pembentukan gel tepung tempe

Perlakuan	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
C1	12.66667	A	A
C2	14.22222	A	B
C3	15.11111	B	C

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 6. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran daya serap air tepung tempe

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	26	0.935	0.036	0.523	1.93	2.55
A	2	0.191	0.096	1.391	3.35	5.49
B	2	0.322	0.161	2.343	3.35	5.49
C	2	0.314	0.157	2.282	3.35	5.49
AB	4	0.034	0.008	0.122	2.73	4.11
AC	4	0.040	0.010	0.147	2.73	4.11
BC	4	0.011	0.003	0.041	2.73	4.11
ABC	8	0.023	0.003	0.042	2.31	3.26
Galat	27	1.855	0.069			
Total	53	2.790	0.053			

Lampiran 7a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran daya serap minyak tepung tempe

Sumber	db	JK	KT	F _{hit}	F _{0.05}	F _{0.01}
Perlakuan	26	1.347	0.052	1.468	1.93	2.55
A	2	0.323	0.162	4.581*	3.35	5.49
B	2	0.157	0.079	2.229	3.35	5.49
C	2	0.476	0.238	6.747**	3.35	5.49
AB	4	0.227	0.057	1.610	2.73	4.11
AC	4	0.040	0.010	0.281	2.73	4.11
BC	4	0.038	0.009	0.267	2.73	4.11
ABC	8	0.085	0.011	0.302	2.31	3.26
Galat	27	0.953	0.035			
Total	53	2.299	0.043			

** berpengaruh sangat nyata

* berpengaruh nyata

Lampiran 7b. Uji Duncan untuk pengaruh waktu *blanching* terhadap daya serap minyak tepung tempe

Perlakuan	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
A1	1.456111	A	A
A2	1.326111	AB	B
A3	1.271667	B	B

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 7c. Uji Duncan untuk pengaruh waktu pengeringan terhadap daya serap minyak tepung tempe

Perlakuan	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
C1	1.467222	A	A
C2	1.349444	AB	AB
C3	1.237222	B	B

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 8a. Rekapitulasi data hasil pengukuran aktivitas emulsi tepung tempe

Sampel	pH								
	3.0	4.5	6.0	6.5	6.5	6.5 _r	7.0	7.5	9.0
A1B1C1	40.9	7.1	40.3	41.4	41.4	41.4	44.6	40.0	48.1
A1B1C2	6.7	5.2	42.4	42.9	40.5	44.7	41.2	44.6	6.7
A1B1C3	3.8	3.8	41.4	39.5	39.5	39.5	41.0	41.0	40.0
A1B2C1	6.7	6.2	38.1	41.9	37.6	39.8	41.5	39.8	16.2
A1B2C2	11.4	8.1	43.3	41.9	41.0	41.5	39.1	41.3	31.0
A1B2C3	13.3	4.3	41.9	42.4	40.0	41.2	41.2	40.3	41.0
A1B3C1	9.1	6.2	40.3	40.5	41.4	41.0	37.6	41.0	15.7
A1B3C2	10.5	6.7	39.5	42.4	41.4	41.9	40.0	40.7	8.1
A1B3C3	10.0	5.7	7.6	40.5	40.0	40.3	42.4	41.0	3.8
A2B1C1	8.6	5.2	41.9	41.0	42.9	42.0	40.5	40.0	40.0
A2B1C2	7.1	9.5	34.3	44.3	44.3	44.3	40.2	41.5	20.0
A2B1C3	5.2	2.9	6.7	40.5	40.5	40.5	40.0	40.0	4.8
A2B2C1	4.8	4.8	6.0	40.0	44.3	42.2	39.6	40.7	1.0
A2B2C2	3.8	3.3	8.1	41.9	51.9	46.9	40.0	39.8	19.2
A2B2C3	4.8	5.2	38.1	40.0	41.0	40.5	39.0	41.0	42.8
A2B3C1	4.8	1.9	6.0	44.3	39.5	41.9	39.6	40.5	1.0
A2B3C2	5.2	3.8	4.6	41.4	42.4	41.9	43.4	40.0	40.0
A2B3C3	5.2	6.7	5.7	38.1	41.4	40.0	36.7	41.2	33.3
A3B1C1	6.7	6.2	10.5	41.0	42.9	42.0	40.0	42.7	23.8
A3B1C2	40.0	5.2	7.9	41.9	41.0	41.5	41.7	41.0	40.5
A3B1C3	37.1	1.9	6.9	38.6	38.6	38.6	9.8	39.1	42.9
A3B2C1	12.9	5.7	6.2	44.3	40.6	42.5	42.2	43.1	36.7
A3B2C2	10.5	3.3	6.0	39.0	40.5	39.8	41.5	37.6	1.9
A3B2C3	4.8	2.9	26.7	41.4	38.1	39.8	38.6	39.5	37.6
A3B3C1	9.1	4.8	7.1	41.0	41.0	41.0	40.0	37.2	42.9
A3B3C2	4.3	3.8	28.1	41.0	41.0	41.0	41.0	42.4	42.4
A3B3C3	6.2	5.7	7.7	40.5	40.0	40.3	39.3	42.9	41.9

Keterangan :

A = waktu *blanching*

A1 = 0 menit

A2 = 10 menit

A3 = 20 menit

B = suhu pengeringan

B1 = 50 °C

B2 = 60 °C

B3 = 70 °C

C = waktu pengeringan

C1 = 22 jam

C2 = 24 jam

C3 = 26 jam

Lampiran 8b. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran aktivitas emulsi tepung tempe

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	26	81.773	3.145	0.589	1.93	2.55
A	2	0.391	0.195	0.037	3.35	5.49
B	2	4.305	2.152	0.403	3.35	5.49
C	2	1.508	0.754	0.141	3.35	5.49
AB	4	18.102	4.525	0.848	2.73	4.11
AC	4	33.211	8.303	1.556	2.73	4.11
BC	4	12.508	3.127	0.586	2.73	4.11
ABC	8	11.750	1.469	0.275	2.31	3.26
Galat	27	144.109	5.337			
Total	53	225.883	4.262			

Lampiran 9a. Rekapitulasi data hasil pengukuran stabilitas tepung tempe

Sampel	pH								
	3.0	4.5	6.0	6.5	6.5	6.5 _r	7.0	7.5	9.0
A1B1C1	7.6	5.2	43.0	41.9	42.9	42.4	40.5	42.9	25.2
A1B1C2	35.7	10.5	43.9	43.8	44.8	44.3	39.8	44.3	43.8
A1B1C3	4.3	3.8	40.0	35.7	43.3	39.5	41.4	41.2	38.1
A1B2C1	12.4	4.8	40.0	40.5	42.4	41.5	40.8	41.7	14.8
A1B2C2	39.0	7.6	41.2	43.3	41.4	42.4	43.7	43.6	15.7
A1B2C3	7.1	6.2	42.9	38.6	42.4	40.5	40.3	44.1	15.2
A1B3C1	12.4	7.1	41.2	40.0	42.9	41.5	40.5	43.8	7.1
A1B3C2	7.1	5.7	40.5	43.8	42.9	43.4	39.1	40.5	42.9
A1B3C3	4.8	4.6	11.7	41.0	40.5	40.8	41.7	43.1	10.9
A2B1C1	10.0	4.8	41.7	40.0	42.9	41.5	40.0	43.8	6.7
A2B1C2	6.7	6.2	41.9	41.4	41.0	41.2	40.7	43.4	5.7
A2B1C3	7.1	7.6	29.0	40.0	42.4	41.2	41.9	20.0	41.4
A2B2C1	44.3	3.8	39.0	40.0	42.9	41.5	40.5	44.1	46.2
A2B2C2	5.7	7.1	44.3	40.0	41.4	40.7	41.4	41.0	3.8
A2B2C3	6.7	7.6	41.0	47.1	41.4	44.3	42.9	45.3	4.3
A2B3C1	6.2	5.7	33.8	41.0	45.2	43.1	41.0	41.7	5.7
A2B3C2	7.1	4.3	27.7	43.3	41.9	42.6	40.8	43.4	43.3
A2B3C3	33.8	4.3	38.6	41.0	42.9	42.0	42.4	40.7	43.9
A3B1C1	4.8	4.8	22.4	37.1	43.8	40.5	41.2	42.7	10.0
A3B1C2	41.9	4.3	42.9	41.4	41.4	41.4	43.6	43.6	43.3
A3B1C3	9.5	5.7	39.8	43.8	40.5	42.2	42.2	40.7	7.1
A3B2C1	7.6	4.8	7.9	41.9	42.9	42.4	41.2	43.8	46.2
A3B2C2	13.3	5.2	38.1	43.8	41.9	42.9	40.3	42.4	43.8
A3B2C3	8.1	8.1	40.0	43.3	45.2	44.3	40.0	43.3	41.9
A3B3C1	10.0	4.3	26.2	38.6	45.2	41.9	38.8	43.1	29.0
A3B3C2	4.3	4.3	40.0	39.0	41.4	40.2	42.4	42.4	42.9
A3B3C3	5.7	6.7	41.0	41.9	40.0	41.0	39.1	41.7	40.9

Keterangan :

A = waktu *blanching* B = suhu pengeringan C = waktu pengeringan
 A1 = 0 menit B1 = 50 °C C1 = 22 jam
 A2 = 10 menit B2 = 60 °C C2 = 24 jam
 A3 = 20 menit B3 = 70 °C C3 = 26 jam

Lampiran 10a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran *Protein Dispersibility Index* (PDI) tepung tempe

Sumber	db	JK	KT	F _{hit}	F _{0.05}	F _{0.01}
Perlakuan	26	174.995	6.731	10.991	1.93	2.55
A	2	2.831	1.416	2.312	3.35	5.49
B	2	34.852	17.426	28.457**	3.35	5.49
C	2	20.380	10.194	16.648**	3.35	5.49
AB	4	21.661	5.415	8.843**	2.73	4.11
AC	4	38.382	9.595	15.670**	2.73	4.11
BC	4	19.635	4.909	8.016**	2.73	4.11
ABC	8	37.246	4.656	7.603**	2.31	3.26
Galat	27	16.534	0.612			
Total	53	191.529	3.614			

** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 10b. Uji Duncan untuk pengaruh interaksi waktu blanching, suhu pengeringan dan waktu pengeringan terhadap nilai PDI tepung tempe

Perlakuan	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
A2B2C2	7.580	A	A
A1B2C1	7.260	AB	AB
A1B3C1	7.235	AB	AB
A3B2C3	7.225	AB	AB
A3B2C1	7.200	AB	AB
A2B3C3	6.285	ABC	ABC
A2B1C3	5.975	ABCD	ABCD
A2B2C3	5.660	ABCDE	BCDE
A2B2C1	5.610	ABCDE	BCDE
A3B1C3	5.225	ABCDEF	CDEF
A3B3C1	5.090	ABCDEF	CDEFG
A2B1C1	4.775	BCDEFG	CDEFG
A3B2C2	4.385	CDEFGH	DEFGH
A1B2C2	3.950	CDEFGHI	EFGHI
A1B3C2	3.850	CDEFGHI	EFGHI
A3B3C3	3.825	CDEFGHI	EFGHI
A1B1C3	3.685	DEFGHI	FGHI
A3B3C2	3.615	DEFGHI	FGHI
A1B1C1	3.490	DEFGHI	FGHIJ
A1B1C2	3.355	EFGHI	FGHIJK
A1B3C3	3.320	EFGHI	GHIJK
A2B3C1	2.785	FGHI	HIJK
A3B1C1	2.480	GHI	IJK
A2B1C2	2.460	GHI	IJK
A3B1C2	2.145	HI	IJK
A1B2C3	1.675	I	JK
A2B3C2	1.630	I	K

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 11a. Rekapitulasi data hasil perhitungan nilai *Net Protein Ratio* (NPR)

Sampel	Pertambahan Berat (g)	Konsumsi Protein (g)	NPR	NPR rata-rata
Kasein				
1	33	6.2279	5.97	5.50
2	33	6.2625	5.94	
3	32	6.8286	5.30	
4	25	5.7953	5.04	
5	29	6.3442	5.23	
Sampel I ^a				
1	38	7.4965	5.63	5.00
2	35	7.4304	5.28	
3	24	6.5021	4.34	
4	26	6.4672	4.67	
5	27	6.1323	5.09	
Sampel II ^b				
1	19	5.4451	4.26	4.35
2	23	5.9336	4.58	
3	19	6.0333	3.85	
4	19	5.6990	4.07	
5	25	5.8786	3.97	
Nonprotein				
1	-5			
2	-4			
3	-3			
4	-4			
5	-5			

^a Tepung tempe terpilih (tanpa *blanching*, pengeringan pada suhu 50°C selama 22 jam)

^b Tepung tempe pembanding (*blanching* 20 menit, pengeringan pada suhu 70°C selama 26 jam)

Lampiran 11b. Analisis sidik ragam terhadap hasil perhitungan nilai *Net Protein Ratio* (NPR)

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	2	3.336	1.668	7.862**	3.89	6.93
Galat	12	2.546	0.212			
Total	14	5.881	0.420			

** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 11c. Uji Duncan untuk pengaruh jenis ransum terhadap nilai *Net Protein Ratio* (NPR)

Kelompok	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
Kasein	5.4972	A	A
Sampel I	4.9999	AB	A
Sampel II	4.3456	B	B

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 12. Rekapitulasi data hasil pengukuran Daya Cerna (DC), Nilai Biologis (NB) dan *Net Protein Utilization* (NPU)

Sampel	N _{feses} (g)	N _{urin} (g)	N _{konsumsi} (g)	Daya Cerna	Nilai Biologis	NPU
Kasein						
1	0.1380	0.0369	0.9965	0.8887	0.9817	0.8724
2	0.0712	0.0955	1.0020	0.9560	0.9219	0.8813
3	0.0311	0.0614	1.0926	0.9963	0.9626	0.9590
4	0.0539	0.0810	0.9273	0.9711	0.9330	0.9061
5	0.0545	0.0634	1.0151	0.9730	0.9568	0.9309
Rataan				0.9570	0.9512	0.9099
S-I^a						
1	0.1672	0.1040	1.1994	0.8832	0.9214	0.8137
2	0.1453	0.1454	1.1889	0.9006	0.8835	0.7957
3	0.1244	0.1141	1.0403	0.9065	0.9009	0.8167
4	0.0972	0.0312	1.0348	0.9323	0.9891	0.9222
5	0.0788	0.1069	0.9812	0.9473	0.9072	0.8594
Rataan				0.9140	0.9204	0.8415
S-II^b						
1	0.1372	0.0571	0.8712	0.8736	0.9522	0.8319
2	0.1616	0.1131	0.9494	0.8584	0.8866	0.7610
3	0.1694	0.1779	0.9653	0.8526	0.8090	0.6898
4	0.1561	0.1685	0.9118	0.8585	0.8112	0.6964
5	0.1992	0.0992	0.9406	0.8170	0.8979	0.7336
Rataan				0.8520	0.8714	0.7425
Non-P						
1	0.0337	0.0146				
2	0.0130	0.0102				
3	0.0323	0.0260				
4	0.0229	0.0239				
5	0.0336	0.0288				

^a Tepung tempe terpilih (tanpa *blanching*, pengeringan pada suhu 50°C selama 22 jam)

^b Tepung tempe pembanding (*blanching* 20 menit, pengeringan pada suhu 70°C selama 26 jam)

Lampiran 13a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran Daya Cerna (DC)

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	2	0.028	0.014	15.102 ^{**}	3.89	6.93
Galat	12	0.011	0.001			
Total	14	0.039	0.003			

** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 13b. Uji Duncan untuk pengaruh jenis ransum terhadap Daya Cerna (DC)

Kelompok	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
Kasein	0.9570	A	A
Sampel I	0.9140	A	B
Sampel II	0.8520	B	C

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 14a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran Nilai Biologis (NB)

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	2	0.016	0.008	4.069*	3.89	6.93
Galat	12	0.024	0.002			
Total	14	0.040	0.003			

* berpengaruh nyata

Lampiran 14b. Uji Duncan untuk pengaruh jenis ransum terhadap Nilai Biologis (NB)

Kelompok	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
Kasein	0.9512	A	A
Sampel I	0.9204	A	AB
Sampel II	0.8714	A	B

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 15a. Analisis sidik ragam terhadap hasil pengukuran *Net Protein Utilization* (NPU)

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	2	0.071	0.035	14.795**	3.89	6.93
Galat	12	0.029	0.002			
Total	14	0.100	0.007			

** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 15b. Uji Duncan untuk pengaruh jenis ransum terhadap *Net Protein Utilization* (NPU)

Kelompok	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
Kasein	0.9099	A	A
Sampel I	0.8415	A	B
Sampel II	0.7425	B	C

* Rataan dengan huruf yang tidak sama pada satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 16. Komposisi kimia bahan penyusun biskuit per 100 gram

Zat gizi(g)	Tepung Terigu ^a	Tepung Tempe ^a	Susu Skim ^a	Gula ^b	Margarine ^b	Telur ^b
Protein	9.66	48.04	36.40	0	0.60	12.80
Lemak	1.22	24.65	1.00	0	81.00	11.50
Karbohidrat	76.96	13.49	52.00	94.00	0.40	0.70
Serat kasar	0.79	2.85	-	-	-	-
Abu	0.50	2.31	-	-	-	-
Air	10.87	8.66	3.50	5.40	15.50	74.00
Energi(Kal)	357.5	468.0	362.0	364.0	720.0	162.0

^a Hasil analisis

^b Direktorat Gizi (1979)

Lampiran 17a. Rekapitulasi data hasil uji kesukaan terhadap warna biskuit

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

Lampiran 17b. Analisis sidik ragam terhadap hasil uji kesukaan warna biskuit

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	8	4.978	0.622	1.756	2.02	2.66
Galat	171	60.600	0.354			
Total	179	65.578	0.366			

Lampiran 18a. Rekapitulasi data hasil uji kesukaan terhadap aroma biskuit

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

Lampiran 18b. Analisis sidik ragam terhadap hasil uji kesukaan aroma biskuit

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	8	2.544	0.318	0.969	2.02	2.66
Galat	171	56.100	0.328			
Total	179	58.645	0.328			

Lampiran 19a. Rekapitulasi data hasil uji kesukaan terhadap rasa biskuit

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

Lampiran 19b. Analisis sidik ragam terhadap hasil uji kesukaan rasa biskuit

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	8	5.544	0.693	1.530	2.02	2.66
Galat	171	77.450	0.453			
Total	179	82.994	0.464			

Lampiran 20a. Rekapitulasi data hasil uji kesukaan terhadap tekstur biskuit

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

Lampiran 20b. Analisis sidik ragam terhadap hasil uji kesukaan tekstur biskuit

Sumber	db	JK	KT	F_{hit}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Perlakuan	8	8.600	1.075	3.802**	2.02	2.66
Galat	171	48.350	0.283			
Total	179	56.950	0.318			

** berpengaruh sangat nyata

Lampiran 20c. Uji Duncan untuk pengaruh formula terhadap tekstur biskuit

Formula	Rataan*	Taraf 1%	Taraf 5%
F9	3.45	A	A
F7	3.45	A	A
F8	3.35	AB	AB
F6	3.15	ABC	ABC
F4	3.15	ABC	ABC
F5	3.10	ABC	ABC
F3	3.00	ABC	BC
F2	2.90	BC	C
F1	2.80	C	C

* Rataan dengan huruf yang tidak sama dalam satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata

Lampiran 21. Standar Industri Indonesia (SII.0177-78)
untuk biskuit

Komponen	Syarat
Air (%)	maksimum 5
Protein (%)	minimum 9
Lemak (%)	minimum 9.5
Karbohidrat (%)	minimum 70
Abu (%)	maksimum 1.5
Logam berbahaya	negatif
Serat kasar (%)	maksimum 0.5
Kalori (Kal/100 gram)	minimum 400
Jenis tepung	terigu
Bau dan rasa	normal, tidak tengik
Warna	normal