

17/TPG  
2004  
003

SKRIPSI

FORMULASI *FLAKES TRIPLE MIXED* UBI JALAR-KECAMBAH  
KEDELAI-*WHEAT GERM* SEBAGAI PRODUK SARAPAN FUNGSIONAL  
UNTUK ANAK-ANAK

Oleh :

DINA RAHAYUNING P

F02400021



2004

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR

DINA RAHAYUNING PANGESTUTI. F02400021. Formulasi *Flakes Triple Mixed* Ubi Jalar-Kecambah Kedelai-*Wheat Germ* sebagai Produk Sarapan Fungsional Untuk Anak-anak. Dibawah bimbingan : Nuri Andarwulan dan Sutrisno Koswara. 2004.

---

## RINGKASAN

Sumber bahan pangan utama yang dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Asia adalah beras, sedangkan masyarakat Eropa dan Amerika banyak mengkonsumsi gandum. Di Indonesia sendiri, konsumsi beras dan gandum semakin meningkat dari tahun ke tahun sehingga harus melakukan impor. Oleh karena itu, upaya diversifikasi pangan dengan memanfaatkan bahan pangan lokal yang banyak terdapat di Indonesia perlu untuk dilakukan. Berbagai produk pangan lokal menggunakan bahan dasar umbi-umbian dan kacang-kacangan telah diciptakan, namun hanya beberapa yang memilih untuk membuat produk sarapan dari bahan lokal sebagai pengganti gandum.

Bentuk sereal sarapan seperti *flakes* dapat dijadikan alternatif produk pangan dengan memanfaatkan bahan pangan lokal seperti ubi jalar merah sebagai sumber karbohidrat dan karoten dan kecambah kedelai sebagai sumber protein dan vitamin E alami. Selain itu, produk samping penggilingan gandum yang selama ini hanya sebagai limbah dan digunakan sebagai pakan ternak ternyata dapat dimanfaatkan pula sebagai salah satu sumber nutrisi yang dapat melengkapi produk pangan karena kandungan asam folat, vitamin E, dan asam lemak tak jenuh (ALTJ) yang tinggi.

Pada penelitian ini dicoba untuk dapat menghasilkan suatu formula makanan sarapan dalam bentuk *flakes* yang memiliki sifat fungsional dari bahan dasar ubi jalar, kecambah kedelai, dan *germ* gandum (*wheat germ*) sehingga dapat memenuhi kebutuhan sarapan dan kecukupan gizi anak-anak. Kegiatan sarapan pagi sering diabaikan kandungan gizinya, bahkan seringkali dilewatkan karena masalah waktu terutama oleh anak-anak. Padahal sarapan sangat penting peranannya dalam mensuplai kadar gula darah serta zat gizi lain bagi tubuh di pagi hari sehingga dapat meningkatkan produktivitas seseorang. Oleh karena itu, produk sarapan haruslah yang memiliki kandungan gizi yang lengkap dan seimbang. Pemanfaatan ubi jalar, kecambah kedelai dan *germ* gandum (*wheat germ*) diharapkan dapat memberikan solusi bagi kedua masalah diatas.

Metode penelitian ini terdiri dari tahap persiapan, formulasi bahan, pembuatan *flakes*, uji organoleptik produk, dan analisis kimia, fisik, dan fungsional produk. Pada tahap persiapan dilakukan pembelian bahan, pembuatan bahan baku utama *flakes*, dan analisis kimia bahan dasar yang dibutuhkan untuk dapat melakukan tahap berikutnya, yaitu tahap formulasi bahan. Pembuatan *flakes* dilakukan dengan cara pencampuran bahan baku dan bahan pelengkap (termasuk air), pemipihan (*flaking*), pemotongan dan pengovenan, berdasarkan formulasi yang telah dibuat, yaitu 1:1 (A1), 3:2 (A2), dan 2:1 (A3) untuk perbandingan antara tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai, dengan jumlah *wheat germ* tetap, yaitu sebesar 15 % untuk kemudian diuji sifat organoleptiknya kepada panelis anak-anak. Selain diuji sifat organoleptik, dilakukan pula analisis kimia, fisik, dan

fungsional produk berupa daya cerna protein sehingga dapat diketahui pula sumbangan nutrisi produk *flakes* ini terhadap kebutuhan gizi anak-anak, terutama memenuhi kebutuhan gizi sarapannya.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa anak-anak menerima produk ini dengan memberikan nilai hasil uji organoleptik netral hingga suka. Berdasarkan hasil *analysis of variance* ternyata anak-anak menilai tidak terdapat perbedaan yang nyata pada parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur dari ketiga formula yang disajikan. Hal ini dapat membantu produsen untuk menciptakan produk sarapan dengan kandungan gizi yang optimal pada perbandingan tepung ubi jalar 1:1 agar dapat diterima oleh anak-anak. Namun, setelah dilakukan analisis kimia pada produk, ternyata telah terjadi penurunan zat gizi dibandingkan dengan jumlah perkiraan zat gizi pada tahap formulasi akibat proses pengolahan. Penurunan pada protein sebesar 14.91-19.67 %, vitamin A 13.43-18.42 %, vitamin E 29.46-37.54 % dan asam folat pada formula A2 dan A3 masing-masing sebesar 6.41 % dan 23.08 %. Selain penurunan terdapat pula peningkatan pada kandungan asam folat A1 sebesar 28.21 % dan ALTJ pada ketiga formula sebesar 176.11-366.37 % yang diduga berasal dari tepung kecambah kedelai. Pada kandungan asam folat *flakes*, diduga tepung kecambah kedelai telah menyumbang sebesar 99.10-98.77 %, sedangkan untuk ALTJ sebesar 63.81-78.55 %.

Kandungan protein produk *flakes* ini adalah 15.45-18.91 %, vitamin A 3582.50-4194.16 IU dan vitamin E 2.19-2.38 mg/100 g. Serat makanan pada *flakes* adalah 17.02 %-23.81 %, asam folat sebesar 60-100 µg/100 g, dan ALTJ sebesar 5.27 % untuk formula A1, 4.39 % untuk formula A2, dan 3.12 % untuk formula A3 atau sekitar 82.76-84.05 % dari total minyak produk. Daya cerna protein ketiga formula *flakes* cukup baik, yaitu 80.66 % (A1), 82.66 % (A2), dan 80.58 % (A3). Berdasarkan analisis fisik, *flakes* memiliki tingkat kecerahan (L) sebesar 61.82-63.04 dan nilai *hue* yang sama, yaitu pada kisaran warna kuning kemerahan (*yellow red*) (82.5-80.35), kekerasan ketiga formula dari formula A1 hingga A3 berturut-turut adalah 920 gf, 610 gf, dan 580 gf, dan ketahanan renyah *flakes* dalam susu berkisar 3 menit 4 detik-3 menit 23 detik.

Pada ketiga formula *flakes* per takaran sajinnya (35 g) ternyata dapat memenuhi kebutuhan kalori sarapan sebesar 90.83-93.18 % atau memenuhi angka kecukupan gizi sebesar 9.45-9.69 %. Pemenuhan protein untuk sarapan anak-anak dari ketiga formula *flakes* dapat mencapai 145.61-163.94 % dan dapat memenuhi kecukupan gizi sebesar 18.48-20.81 %. Pemenuhan vitamin A dari *flakes* dapat tercukupi kebutuhan sarapan lebih dari 100 %, yaitu 852.98-998.61 % dan kecukupan gizinya sebesar 10.86-12.43 %. Pemenuhan produk *flakes* dari ketiga formula akan asam folat ternyata dapat mencapai 21.00-35.00 % angka kecukupan gizi, vitamin E sebesar 11.00-12.43 %, dan serat makanan 23.84-33.32 %. Pemenuhan gizi untuk ALTJ adalah sebesar 6.23-10.51 %. Dengan demikian, rasio antara mg tokoferol dan g ALTJ dapat ditentukan pula, yaitu sebesar 0.45 untuk formula A1, 0.56 untuk formula A2, dan 0.69 untuk formula A3. Berdasarkan kandungan vitamin A, vitamin E, dan asam folat, *flakes* dapat diklaim sebagai "sumber vitamin A, vitamin E, dan asam folat", sedangkan untuk kandungan serat makanan, dapat diklaim sebagai "kaya serat makanan", pada kalori sebagai "sumber kalori" dan protein lebih tinggi dari produk sejenis lain ("*more protein*").

**FORMULASI *FLAKES TRIPLE MIXED* UBI JALAR-KECAMBAH  
KEDELAI-*WHEAT GERM* SEBAGAI PRODUK SARAPAN FUNGSIONAL  
UNTUK ANAK-ANAK**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada Departemen Teknologi Pangan dan Gizi,

Fakultas Teknologi Pertanian,

Institut Pertanian Bogor

Oleh

**DINA RAHAYUNING P**

**F02400021**

2004

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**BOGOR**

INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

---

**FORMULASI *FLAKES TRIPLE MIXED* UBI JALAR-KECAMBAH  
KEDELAI-*WHEAT GERM* SEBAGAI PRODUK SARAPAN FUNGSIONAL  
UNTUK ANAK-ANAK**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**  
Pada Departemen Teknologi Pangan dan Gizi,  
Fakultas Teknologi Pertanian,  
Institut Pertanian Bogor


Oleh

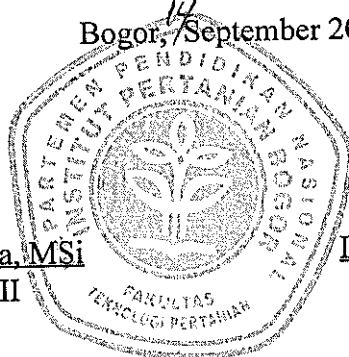
**DINA RAHAYUNING P**  
**F02400021**

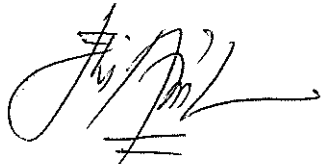
Dilahirkan pada tanggal 25 Juni 1982  
Di Semarang

Tanggal Lulus :  
1 September 2004

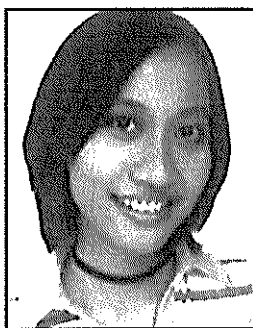
Menyetujui,  
Bogor, 14 September 2004

  
Ir. Sutrisno Koswara, MSi  
Pembimbing II



  
Dr. Ir. Nuri Andarwulan, MSi  
Pembimbing I

## RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis dilahirkan di Semarang pada tanggal 25 Juni 1982 dan merupakan putri satu-satunya dari pasangan Bapak Warsono Sarengat dan Ibu Rini Sukadarwati.

Penulis menamatkan pendidikan dasar pada Sekolah Dasar Negeri Siliwangi III pada tahun 1994, kemudian melanjutkan ke pendidikan menengah pertama di Sekolah Menengah Pertama Negeri 16 Semarang hingga tahun 1997.

Pada tahun 2000 penulis telah menyelesaikan pendidikan di Sekolah Menengah Umum Negeri 5 Semarang dan berhasil mendapatkan kesempatan melanjutkan pendidikan S1 di Institut Pertanian Bogor melalui jalur USMI (Undangan Seleksi Masuk IPB). Di Institut Pertanian Bogor ini, penulis memilih Departemen Teknologi Pangan dan Gizi pada Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Selama mengikuti pendidikan di IPB, penulis pernah mendapatkan kesempatan untuk turut serta dalam Program Kreativitas Mahasiswa yang diadakan oleh Dirjen Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional pada tahun 2003 dengan judul penelitian **Pembuatan *Flakes* dengan Bahan Dasar Tepung Garut Sebagai Makanan Alternatif Bagi Penderita *Diabetes Mellitus*.**

Dalam melaksanakan penelitian sebagai tugas akhir, penulis berhasil mendapatkan biaya penelitian dari PT. Bogasari Flour Mills atas program Bogasari Nugraha VI dengan judul penelitian **Formulasi *Flakes Triple Mixed* Ubi Jalar-Kecambah Kedelai-*Wheat Germ* Sebagai Produk Sarapan Fungsional Untuk Anak-anak.**

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil'alamin.* Penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT berkat segala rahmat dan hidayah-Nya, penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan tidak ada hambatan yang berarti. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Nuri Andarwulan, MSi atas kesempatan, kepercayaan, dorongan dan bimbingan bagi penulis sehingga selama kurang lebih 3 tahun ini penulis mendapatkan ilmu, inspirasi, dan motivasi sampai dengan penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
2. Ir. Sutrisno Koswara, MSi sebagai pembimbing selama penelitian. Terima kasih atas arahan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis.
3. Dr. Ir. Ferri Kusnandar, MSi sebagai dosen penguji. Terima kasih atas koreksi, saran, dan bimbingan yang sangat berarti bagi penulis.
4. Dr. Ir. Purwiyatno Hariyadi, MSc atas kesempatan dan kepercayaan yang diberikan kepada penulis sehingga dapat melaksanakan penelitian ini dengan bantuan biaya dari PT. Bogasari Flour Mills atas Bogasari Nugraha VI.
5. PT. Bogasari Flour Mills atas kesempatan yang diberikan untuk menerima bantuan biaya penelitian atas program Bogasari Nugraha VI.
6. Ibu Hj. E. Sumekar W, sebagai Kepala Sekolah SDN Babakan Dramaga III dan Ibu Sri guru kelas 5 SDN Babakan Dramaga III. Terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
7. Bapak dan Ibu di Semarang atas cinta dan kasih sayang, doa, kepercayaan, dorongan moril maupun spirituil, tempat berkeluh kesah dan mendapatkan solusi atas semua masalah yang penulis hadapi selama jauh dari rumah hingga masalah dalam penelitian ini. Penulis akan selalu berusaha untuk tidak mengecewakan Bapak dan Ibu.
8. Mas Bayu atas doa, dorongan semangat, tempat berkeluh kesah, pengertian, kesabaran, dan selalu menenangkan hati penulis. Semoga kita selalu bersama dan mendapatkan ridho dari Allah SWT. Serta terima kasih untuk keluarga Munawar atas doanya.

9. Kak Erty Mulyani atas kerjasama, tempat bertukar pikiran dan segala bantuan yang penulis dapatkan selama penelitian ini.
10. Nina, Nuri, dan Puty, kalian benar-benar memberikan kecerahan dan ketentraman hati, teman terbaik disaat suka dan duka. Terima kasih atas tempat bertukar pikiran dan curahan hati penulis. Untuk Puty, tetap semangat ya. Allah pasti punya rencana yang lebih baik dibalik semua cobaan yang kita terima.
11. Keluarga Hafid atas kebaikan, kesabaran, dan kemudahan yang telah penulis terima selama 3 tahun ini.
12. Teman-teman sebimbingan dan seperjuangan, Siti, Shienny, dan Yuswa. Setiap cobaan pasti ada hikmahnya, sabar dan tawakal adalah kuncinya. Tetap semangat, berdoa, dan berusaha keras.
13. Mbak Yuli Sukmawati (TPG 35), sebagai induk kedelaiku. Terima kasih atas bantuannya.
14. Warga laboratorium Kimpang TPG 37, Dayu (Tim Ubi Jalar), Dias, Desi, Elina, Erika, Fitria, Asep Safari, mbak Tanti, mbak Rini (IPN), dan Dona. Terima kasih atas semangat dan keceriaan di laboratorium.
15. Teman-teman TPG 37, terus semangat, perjuangan belum berakhir, masih banyak tantangan dan cobaan setelah ini.
16. Pak Gatot, Bu Rubiyah, teh Ida, teh Reni, Pak Wahid, Pak Sobirin, Pak Nur, Pak Iiyas, Mbak Ririn, teh Yane, mas Taufik, dan Pak Rojak. Terima kasih atas bantuan dan bimbingannya selama bekerja di Laboratorium.
17. Mbak Ratni, Mbak Eno, Mas Samsu, dan seluruh staf Departemen TPG, juga Pak Karna dan Mbak Sri.
18. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuannya.

Meskipun masih banyak hal yang harus diperbaiki, namun semoga apa yang penulis sampaikan pada skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar skripsi ini dapat lebih baik.

Bogor, September 2004

Penulis



# DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. TUJUAN DAN MANFAAT.....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
A. GIZI DAN PERANAN SARAPAN PADA ANAK-ANAK.....	4
B. UBI JALAR.....	6
1. Botani Ubi Jalar.....	6
2. Nilai Gizi Ubi Jalar.....	7
3. Komponen Anti Nutrisi Ubi Jalar.....	8
4. Produk Ubi Jalar.....	9
C. PENGGILINGAN GANDUM.....	10
D. <i>GERM</i> GANDUM ( <i>WHEAT GERM</i> ).....	12
E. KECAMBAH KEDELAI.....	13
F. <i>FLAKES</i> DAN PRODUK MAKANAN SARAPAN.....	16
G. PROTEIN.....	17
1. Sifat Kimia dan Keberadaan dalam Bahan Pangan.....	17
2. Fungsi, Kebutuhan, dan Defisiensi.....	18
H. VITAMIN A.....	20
1. Sifat Kimia dan Keberadaan dalam Bahan Pangan.....	20
2. Fungsi, Kebutuhan, dan Defisiensi.....	21
3. Keamanan.....	23
I. VITAMIN E.....	24
1. Sifat Kimia dan Keberadaan dalam Bahan Pangan.....	24
2. Fungsi, Kebutuhan, dan Defisiensi.....	25
3. Keamanan.....	26
J. ASAM FOLAT.....	27
1. Sifat Kimia dan Keberadaan dalam Bahan Pangan.....	27
2. Fungsi, Kebutuhan, dan Defisiensi.....	27
3. Keamanan.....	28
K. ASAM LEMAK TIDAK JENUH ( <i>ALTJ</i> ).....	29
1. Asam Lemak Esensial.....	29
2. Fungsi Biokimia Asam Lemak Esensial.....	30
L. SERAT MAKANAN.....	30
<b>III. BAHAN DAN METODE.....</b>	<b>31</b>
A. BAHAN DAN ALAT.....	32
B. METODE.....	35
1. Persiapan.....	35
a. Pembuatan Tepung Ubi Jalar.....	35
b. Pembuatan Tepung Kecambah Kedelai.....	36
c. Penepungan <i>Wheat Germ</i> .....	36
2. Formulasi Bahan.....	37
	38
	38

3. Pembuatan <i>Flakes</i> .....	42
4. Uji Organoleptik.....	43
5. Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Produk <i>Flakes</i> .....	43
6. Analisis Sifat Fisik Produk <i>Flakes</i> .....	51
7. Penentuan Kecukupan Sarapan dan Kecukupan Gizi Produk <i>Flakes</i> .....	53
C. RANCANGAN PERCOBAAN.....	53
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	54
A. KOMPOSISI KIMIA BAHAN BAKU UTAMA.....	54
B. FORMULASI BAHAN.....	60
C. PEMBUATAN <i>FLAKES</i> .....	64
D. NILAI ORGANOLEPTIK <i>FLAKES</i> .....	65
1. Warna.....	66
2. Aroma.....	67
3. Rasa.....	68
4. Tekstur (Kerenyahan) .....	68
5. Rangkaing .....	69
E. SIFAT FISIK <i>FLAKES</i> .....	69
1. Warna.....	70
2. Kekerasan.....	70
3. Ketahanan Renyah dalam Susu.....	71
F. SIFAT KIMIA <i>FLAKES</i> .....	72
1. Komposisi Proksimat, Kadar Serat Makanan, dan Kadar Asam Folat	73
2. Komposisi Kadar $\beta$ -karoten, Total tokoferol, dan Asam Lemak Tidak Jenuh .....	79
G. NILAI DAYA CERNA <i>FLAKES</i> .....	85
H. PERHITUNGAN PEMENUHAN KECUKUPAN SARAPAN DAN ANGKA KECUKUPAN GIZI PER TAKARAN SAJI.....	86
I. SARAN KLAIM NUTRISI <i>FLAKES</i> .....	92
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	98
A. KESIMPULAN .....	98
B. SARAN.....	100
DAFTAR PUSTAKA.....	101
LAMPIRAN .....	105

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan zat gizi ubi jalar dan beberapa komoditi lain per 100 gram .....	8
Tabel 2. Kandungan zat gizi kecambah kedelai dan kacang-kacangan lainnya.....	14
Tabel 3. Perbandingan kadar total fenol dan total tokoferol pada kecambah kedelai dengan alat pengering <i>Freeze Drier</i> , <i>Fluidized Bed Drier</i> , dan <i>Drum Drier</i> .....	15
Tabel 4. Kecukupan protein sehari untuk bayi dan anak menurut umur .....	19
Tabel 5. <i>Recommended Daily Dietary Allowances</i> (RDA) untuk vitamin A pada anak-anak menurut <i>US National Research Council</i> (1989)....	22
Tabel 6. Kandungan $\alpha$ -tokoferol pada beberapa bahan pangan. ....	25
Tabel 7. Kandungan folat pada beberapa bahan pangan.....	28
Tabel 8. Kandungan asam lemak dalam sereal (gandum) (mg lemak/g b.d.d. bahan) .....	32
Tabel 9. Hasil analisis komposisi kimia bahan dasar <i>flakes</i> .....	39
Tabel 10. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 1:1 / A1 (per 100 g <i>flakes</i> ).....	40
Tabel 11. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 3:2 / A2 (per 100 g <i>flakes</i> ).....	41
Tabel 12. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 2:1 / A3 (per 100 g <i>flakes</i> ).....	41
Tabel 13. Parameter warna berdasarkan nilai $h^{\circ}$ ( <i>hue</i> ) .....	51
Tabel 14. Data hasil analisis kimia bahan baku utama .....	54
Tabel 15. Kandungan total tokoferol dan serat makanan pada tepung kecambah kedelai dengan kulit dan tanpa kulit .....	58
Tabel 16. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 1:1 / A1 per takaran saji (35 g).....	61
Tabel 17. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 3:2 / A2 per takaran saji (35 g).....	62

Tabel 18. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 2:1 / A3 per takaran saji (35 g) .....	62
Tabel 19. Hasil uji hedonik <i>flakes</i> pada parameter warna, rasa, aroma, dan tekstur.....	66
Tabel 20. Data hasil analisis fisik terhadap warna pada <i>flakes</i> .....	70
Tabel 21. Data hasil uji ketahanan <i>flakes</i> dalam susu .....	72
Tabel 22. Komposisi kimia produk <i>flakes</i> A1, A2, dan A3 per 100 g.....	73
Tabel 23. Perbandingan data kadar protein formulasi dengan data hasil analisis per 100 g <i>flakes</i> .....	74
Tabel 24. Perbandingan data kadar serat makanan formulasi dengan data hasil analisis per 100 g <i>flakes</i> .....	76
Tabel 25. Perbandingan data kadar asam folat formulasi dengan data hasil analisis per 100 g <i>flakes</i> .....	76
Tabel 26. Data dugaan sumbangan asam folat tepung kecambah kedelai pada <i>flakes</i> .....	78
Tabel 27. Perbandingan data kadar vitamin A formulasi dengan data hasil analisis per 100 g <i>flakes</i> .....	79
Tabel 28. Perbandingan data kadar vitamin E (tokoferol) formulasi dengan data hasil analisis per 100 g <i>flakes</i> .....	80
Tabel 29. Data dugaan sumbangan vitamin E tepung kecambah kedelai dan <i>wheat germ</i> pada <i>flakes</i> per 100 g .....	81
Tabel 30. Perbandingan data kadar asam lemak tidak jenuh (ALTJ) formulasi dengan data hasil analisis per 100 g <i>flakes</i> .....	83
Tabel 31. Data dugaan sumbangan asam lemak tidak jenuh (ALTJ) tepung kecambah kedelai pada <i>flakes</i> .....	84
Tabel 32. Data hasil analisis daya cerna protein produk <i>flakes</i> .....	85
Tabel 33. Data pemenuhan kecukupan sarapan dan angka kecukupan gizi anak-anak usia 7-10 tahun oleh produk <i>flakes</i> per takaran saji (35 g).....	87
Tabel 34. Perbandingan beberapa zat gizi pada <i>flakes</i> dengan produk sereal sarapan yang telah beredar di pasaran .....	93

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram alir penggilingan gandum .....	11
Gambar 2. Struktur kimia $\beta$ -karoten.....	20
Gambar 3. Struktur kimia $\alpha$ -tokoferol.....	24
Gambar 4. Struktur kimia asam folat.....	27
Gambar 5. Proses pembuatan tepung ubi jalar .....	37
Gambar 6. Proses pembuatan tepung kecambah kedelai.....	38
Gambar 7. Proses pembuatan <i>flakes</i> . .....	43
Gambar 8. Produk <i>flakes</i> ubi jalar-kecambah kedelai- <i>wheat germ</i> .....	64
Gambar 9. Diagram nilai rata-rata kesukaan <i>flakes</i> ubi jalar-kecambah kedelai- <i>wheat germ</i> .....	66
Gambar 10. Diagram nilai rata-rata kekerasan <i>flakes</i> ubi jalar-kecambah kedelai- <i>wheat germ</i> .....	71
Gambar 11. Kromatogram asam lemak <i>wheat germ</i> .....	111
Gambar 12. Kromatogram asam lemak standar .....	126
Gambar 13. Kromatogram asam lemak <i>flakes</i> perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 1:1 / A1 Ulangan 1 .....	128
Gambar 14. Kromatogram asam lemak <i>flakes</i> perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 3:2 / A2 Ulangan 1 .....	129
Gambar 15. Kromatogram asam lemak <i>flakes</i> perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 2:1 / A3 Ulangan 2 .....	129

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data rendemen tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai.	105
Lampiran 2. Data hasil analisis kimia bahan utama.....	106
Lampiran 3. Data hasil analisis asam lemak pada <i>wheat germ</i> .....	111
Lampiran 4. Kuesioner uji organoleptik.....	112
Lampiran 5. Data total tokoferol dan rekonstitusi <i>wheat germ</i> .....	113
Lampiran 6. Data uji organoleptik warna <i>flakes</i> .....	114
Lampiran 7. Data uji organoleptik aroma <i>flakes</i> .....	115
Lampiran 8. Data uji organoleptik rasa <i>flakes</i> .....	116
Lampiran 9. Data uji organoleptik tekstur <i>flakes</i> .....	117
Lampiran 10. Data uji organoleptik rangking <i>flakes</i> .....	118
Lampiran 11. Hasil <i>analysis of variance</i> (ANOVA) dan uji Duncan .....	119
Lampiran 12. Data hasil analisis kimia <i>flakes</i> .....	121
Lampiran 13. Data hasil analisis kadar asam lemak tidak jenuh (ALTJ) <i>flakes</i>	126
Lampiran 14. Data hasil analisis fisik terhadap warna <i>flakes</i> .....	130

## I. PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Sumber bahan pangan utama yang dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Asia adalah beras, sedangkan gandum oleh masyarakat Eropa dan Amerika. Di Indonesia sendiri, konsumsi beras dan gandum semakin meningkat dari tahun ke tahun sehingga harus melakukan impor. Pada tahun 1993 impor biji gandum mencapai 2.5 juta ton dan kian melonjak jumlahnya pada tahun 1996 hingga mencapai 4.1 juta ton. Disamping mengimpor biji gandum, tepung terigu juga diimpor tiap tahunnya, yaitu 20.220 ton pada tahun 1996, 15.260 ton pada tahun 1997, dan 3.390 ton sampai dengan April 1998 (Utami, 1998). Semakin tingginya jumlah impor untuk komoditi beras dan gandum ini akan menjadi semakin memprihatinkan apabila tidak ditangani secara serius dan tepat. Oleh karena itu, upaya diversifikasi pangan dengan memanfaatkan bahan pangan lokal yang banyak terdapat di Indonesia dan mengembangkannya menjadi produk pangan yang bergizi perlu untuk dilakukan.

Umbi-umbian merupakan bahan pangan lokal yang memiliki kandungan karbohidrat yang cukup untuk dijadikan sebagai sumber energi seperti halnya beras. Ubi jalar merupakan tanaman umbi-umbian yang relatif tidak tergantung pada musim sehingga ketersediaannya kontinu tiap tahunnya. Menurut Pusat Biro Statistik (1997), total produksi ubi jalar di Indonesia pada tahun 1997 adalah tidak kurang dari 1.85 juta ton. Selain kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, kandungan vitamin A, serat, dan beberapa mineral lain juga menjadikan ubi jalar, terutama untuk ubi jalar merah sebagai pangan alternatif yang potensial.

*Wheat germ* yang dihasilkan sebagai salah satu produk sampingan penggilingan gandum dapat pula digunakan untuk memperkaya produk pangan karena memiliki kandungan gizi tinggi, yaitu mengandung asam folat dan vitamin E yang penting bagi pencegahan penyakit anemia pada anak. Selain itu, PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acid*) yang banyak terdapat pada *wheat germ* juga diperlukan pada masa pertumbuhan otak terutama pada pertumbuhan optimum jaringan saraf dan dinding sel otak (Muchtadi *et al.*, 1993). Kandungan vitamin E

juga dapat ditemukan pada kecambah kedelai, dan mempunyai potensi yang tinggi sebagai sumber protein bagi pemenuhan kebutuhan zat gizi anak-anak akan protein sehingga terhindar dari penyakit KEP (Kurang Energi dan Protein).

Dalam pemenuhan kebutuhan gizi anak-anak terutama saat sarapan, suatu produk makanan yang bernilai gizi tinggi, menarik bagi anak-anak, cepat dan mudah cara penyajiannya perlu untuk diciptakan. Anak yang tidak sarapan pagi akan mengalami kekosongan lambung sehingga kadar gula akan menurun. Padahal gula darah merupakan sumber energi utama bagi otak. Dampak negatifnya adalah ketidakseimbangan sistem syaraf pusat yang diikuti dengan rasa pusing, badan gemetar atau rasa lelah. Dalam keadaan demikian anak akan sulit untuk dapat menerima pelajaran dengan baik. Gairah belajar dan kecepatan reaksi juga akan menurun (Khomsan, 2002).

Selama ini, produk makanan sarapan berbentuk *flakes* biasanya menggunakan bahan dasar berupa gandum atau jagung. Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa impor gandum yang semakin meningkat tiap tahunnya dapat menguras anggaran negara, maka diharapkan masyarakat Indonesia dapat lebih jeli dan kreatif untuk menggali potensi sumber daya alam yang dimiliki Indonesia khususnya sumber pangan sehingga dapat diolah menjadi berbagai makanan yang bergizi dan secara tidak langsung akan mengurangi ketergantungan pada salah satu bahan pangan saja.

Kombinasi yang menarik antara ubi jalar, *wheat germ*, dan kecambah kedelai diharapkan dapat memberikan alternatif lain untuk bahan dasar pembuatan *flakes* yang selama ini berasal dari jagung dengan tanpa mengurangi nilai gizinya bahkan menambah nutrisi gizi dengan kelebihan dari masing-masing bahan tersebut sehingga dapat menunjang kebutuhan gizi anak-anak.

## **B. TUJUAN DAN MANFAAT**

Penelitian ini bertujuan untuk dapat menghasilkan suatu formula produk makanan sarapan fungsional dalam bentuk *flakes* dengan menggunakan bahan dasar berupa ubi jalar, *wheat germ*, dan kecambah kedelai yang diformulasikan sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi kebutuhan gizi dan kecukupan sarapan bagi anak-anak, terutama anak-anak sekolah.



Manfaat penelitian ini adalah untuk meningkatkan gizi anak-anak pada masa pertumbuhan dengan membantu pemenuhan gizi pada konsumsi sarapan. Selain itu, diharapkan pula dapat memperkenalkan tanaman ubi jalar sebagai tanaman pangan alternatif yang bernilai jual tinggi sehingga dapat meningkatkan taraf hidup petani ubi jalar dan memperkaya produk pangan dengan kecambah kedelai sebagai alternatif sumber vitamin E dan protein yang tinggi. Bagi industri penggilingan gandum, dengan pemanfaatan *wheat germ* sebagai produk samping, diharapkan dapat meningkatkan pendapatan industri hilir penggilingan gandum.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. GIZI DAN PERANAN SARAPAN PADA ANAK-ANAK

Menurut RS Dr. Cipto Mangunkusumo dan Persatuan Ahli gizi Indonesia (2003), yang disebut dengan golongan anak-anak meliputi anak prasekolah dengan usia antara 1-6 tahun, anak sekolah dengan usia 7-12 tahun, dan golongan remaja, yaitu berusia 13-18 tahun. Tiga golongan tersebut mempunyai kebutuhan gizi yang berbeda, sesuai dengan kecepatan tumbuh dan aktivitas yang dilakukan.

Anak-anak pada usia 1-6 tahun, pertumbuhan yang terjadi tidak sepesat pada masa bayi, namun aktivitas yang dilakukan akan lebih banyak. Golongan ini sangat rentan terhadap penyakit gizi seperti kurang energi dan protein (KEP), anemia kurang besi, dan kurang vitamin A, serta penyakit infeksi. Pada masa ini anak sudah harus diarahkan pada pola makan seperti orang dewasa yang baik. Berbeda dengan usia prasekolah, anak usia sekolah sudah lebih aktif memilih makanan yang disukai sehingga penyediaan gizi dalam bentuk makanan dituntut untuk lebih bervariasi dan menarik namun tetap memiliki nilai gizi yang tinggi. Kebutuhan energi yang lebih besar karena mereka lebih banyak melakukan aktivitas fisik, misalnya berolah raga, bermain, atau membantu orang tua. Golongan anak usia ini biasanya mempunyai banyak perhatian dan aktivitas di luar rumah, sehingga sering melupakan waktu makan. Makan pagi (sarapan) perlu diperhatikan untuk mencegah hipoglikemi dan supaya anak lebih mudah menerima pelajaran (RS. Dr. Cipto Mangunkusumo dan Persatuan Ahli Gizi Indonesia, 2003).

Masa anak-anak merupakan masa terjadinya pertumbuhan dan perkembangan sel-sel tubuh secara pesat. Gangguan perkembangan dan pertumbuhan pada awal kehidupan akan berdampak negatif pada periode selanjutnya hingga menginjak dewasa terutama pada sel-sel otak yang menyangkut tingkat kecerdasan seseorang. Masa rawan otak dapat terjadi pada berbagai fase dan bersifat *irreversible*. Tetapi sebenarnya otak paling rentan terhadap kekurangan gizi pada masa pesat tumbuh yaitu pada minggu ke-30 usia kehamilan hingga 18 bulan sesudah lahir (Khomsan, 2002).

Pertumbuhan seseorang mencakup penambahan ukuran fisik tubuh. Sedangkan perkembangan mengarah pada diferensiasi dan pematangan sel sehingga sistem organ tubuh seseorang bisa melakukan fungsi yang lebih kompleks. Pertambahan ukuran fisik terjadi karena sel-sel tubuh bertambah banyak dan ukurannya semakin besar (Khomsan, 2002).

Seorang anak yang sehat dan normal akan tumbuh sesuai dengan potensi genetik yang dimilikinya. Tetapi pertumbuhan ini juga akan dipengaruhi oleh *intake* zat gizi yang dikonsumsi dalam bentuk makanan. Kekurangan atau kelebihan gizi akan dimanifestasikan dalam bentuk pertumbuhan yang menyimpang dari pola standar. Pertumbuhan fisik sering dijadikan indikator untuk mengukur status gizi baik individu maupun populasi. Mereka yang mengalami kegagalan pertumbuhan sering disebabkan oleh kekurangan gizi atau sakit. Anak-anak tersebut mengalami kekurangan gizi umumnya karena kurangnya makanan di tingkat rumah tangga, cara pemberian makanan yang kurang baik, anak tidak mau makan, atau faktor psikososial lainnya. Oleh karena itu, orang tua perlu menaruh perhatian pada aspek pertumbuhan anak bila ingin mengetahui dan mengontrol keadaan gizi mereka.

Masalah kurangnya gizi pada anak seringkali muncul akibat dari kebiasaan susah makan dan lebih menyukai mengkonsumsi makanan jajanan seperti *snack* dan permen. Jajan bagi anak sekolah merupakan fenomena yang menarik dan biasanya konsumsi jajanan ini digunakan pula sebagai pengganti sarapan pagi. Makanan jajanan yang digunakan sebagai pengganti sarapan tentu kurang tepat karena pada umumnya makanan jajanan hanya mengandung karbohidrat saja dan rendah akan zat gizi lainnya, sedangkan sarapan seharusnya dapat menyediakan zat gizi bagi tubuh dengan komposisi yang seimbang, baik pada karbohidrat, protein, lemak, maupun vitamin dan mineral. Oleh karena itu, kebiasaan sarapan, terlebih lagi yang bergizi hendaknya dipertahankan dalam setiap keluarga (Khomsan, 2002).

Sarapan seringkali ditinggalkan dengan berbagai alasan. Waktu yang terbatas untuk melakukan sarapan, terlambat bangun pagi untuk pergi ke sekolah, dan tidak adanya selera untuk sarapan pagi sering menjadi alasan ditinggalkannya sarapan pagi oleh sebagian anak sekolah masa kini. Anak yang

tidak sarapan pagi akan mengalami kekosongan lambung sehingga kadar gula darah akan menurun. Padahal gula darah merupakan sumber energi utama bagi otak. Dampak negatifnya adalah ketidakseimbangan sistem syaraf pusat yang diikuti dengan rasa pusing, gemetar atau rasa lelah. Dalam keadaan demikian nak akan sulit menerima pelajaran dengan baik. Gairah belajar dan kecepatan reaksi juga akan menurun (Khomsan, 2002).

Berbagai penelitian mengenai pentingnya sarapan terutama bagi anak-anak sekolah terhadap prestasi telah dilakukan. Pada tahun 1997, *Minnesota Department of Children, Families and Learning* melakukan penelitian terhadap 3000 murid usia 6-12 tahun yang diberi sarapan (makanan sereal). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sarapan sehat memberikan pengaruh pada prestasi anak. Hasilnya, para murid memberikan perhatian yang lebih di dalam kelas, masalah kedisiplinan berkurang hingga 50 % sehingga menambah kualitas belajar setiap murid, nilai matematika meningkat 16 %, dan nilai membaca meningkat 10 %. Bahkan keluhan sakit kepala dan sakit perut berkurang drastis (Fadjar, 2004).

Makanan manis sebenarnya tidak terlalu baik untuk sarapan karena makanan tinggi gula menyebabkan kadar gula darah meningkat cepat kemudian mencapai puncak dalam waktu 1 jam dan drastis menurun sehingga muncul lagi rasa lapar. Sedangkan bila makanan sarapan terdiri dari campuran karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin akan dicerna secara bertahap sehingga kadar gula darah stabil dalam waktu lebih lama, sekitar 3 jam. Jenis makanan sereal dapat menjadi alternatif sarapan karena kandungan gizinya seimbang, yaitu terdapat karbohidrat, vitamin untuk metabolisme tubuh, sumber nutrisi dari lemak dan protein (susu), dan rasanya bervariasi (Fadjar, 2004).

## **B. UBI JALAR**

### **1. Botani Ubi Jalar**

Ubi jalar merupakan tanaman merambat yang berasal dari famili *Convolvulaceae*, genus *Ipomea* dan spesies *Ipomea batatas*, dengan batang tidak berkayu, berbentuk bulat dan bagian tengah terdiri dari gabus. Pada tiap

ruas (buku) tumbuh daun, akar, dan tunas cabang. Batang ubi jalar dapat dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu batang besar, biasanya terdapat pada jenis atau varietas dengan tipe menjalar mempunyai panjang batang 1-3 meter. Golongan kedua berbatang sedang, terdapat pada varietas yang bertipe agak tegak dengan panjang batang 1-2 meter. Golongan ketiga berbatang kecil, terdapat pada varietas yang bertipe merambat dengan panjang batang 2-3 meter. Warna batangnya bervariasi antara hijau dan ungu. Ubi jalar yang banyak diusahakan oleh petani adalah ubi jalar yang batangnya tidak berbulu (Balai Penelitian Padi, 1995).

Ubi jalar merupakan tanaman *spermatophyta* yang disebut tanaman dikotil karena dapat menghasilkan biji dari hasil perkawinan antara benang sari dan sel telur. Famili *Convolvulaceae* ini terdiri dari 50 genus dan lebih dari 1200 spesies dengan ciri-ciri khusus sebagai berikut : mengandung getah, batang berdiri, memanjat atau menjalar sesuai dengan spesiesnya, daunnya sederhana dan tersusun secara berselang-seling mengelilingi batang. Bunganya khas dengan putik yang istimewa, benang sari berjumlah 5 buah, corela berbentuk terompet, buah berbentuk bulat lonjong, dan bijinya mengandung embrio dengan *cotyledon* yang berlipat ganda.

Pembentukan umbi secara cepat dimulai satu bulan setelah tanam dan mengembang setelah 2 bulan. Umbi yang ideal adalah lonjong agak panjang dan beratnya mencapai 200-250 gram. Kulit umbi dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tebal dan tipis, demikian pula dengan kandungan getahnya, ada varietas yang bergetah banyak dan sedikit. Varietas ubi jalar yang berkulit umbi tebal dan bergetah banyak mempunyai tendensi tahan terhadap hama penggerek umbi (Balai Penelitian Padi, 1995).

## 2. Nilai Gizi Ubi Jalar

Ubi jalar mempunyai kandungan karbohidrat yang cukup tinggi dan mengandung vitamin, khususnya vitamin A dan mineral dalam jumlah yang cukup. Namun, sebagian masyarakat masih menganggapnya sebagai bahan pangan dengan status sosial yang rendah. Dengan kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, maka ubi jalar mempunyai potensi sebagai sumber energi yang

berasal dari karbohidrat selain beras dan gandum. Kandungan gizi ubi jalar dan komoditas lain dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan zat gizi ubi jalar dan beberapa komoditas lain per 100 gram<sup>a</sup>

Zat Gizi	Ubi Jalar		Ubi Kayu	Talas	Beras Sosoh
	Umbi	Daun			
Air (g)	65.5	85.1	63	71	11.1
Protein (g)	1.1	3.3	0.6	2.3	7.4
Karbohidrat(g)	31.8	9.1	35.3	25.7	80.4
Serat (g)	0.7	2.2	1.6	0.7	0.4
Lemak (g)	0.4	0.8	0.2	0.2	0.5
Abu (g)	1.2	1.7	0.9	0.8	0.6
Ca (mg)	55	137	30	39	27
Fe (mg)	0.7	4.6	1.1	0.9	1.0
P (mg)	51	60	49	62	155
Vitamin A (IU)	900	5 325	-	30	-
Vitamin C(mg)	35	28	31	9	-
Thiamin (mg)	0.1	0.1	0.12	0.17	0.1
Riboflavin (mg)	0.04	0.13	0.06	0.04	0.05
Niasin (mg)	0.6	0.8	2.2	1.2	2.8
Energi (kal)	135	47	75	112	367

<sup>a</sup> Balai Penelitian Padi (1995)

Varietas, lokasi dan musim tanam dapat mempengaruhi nilai mutu gizi seperti kandungan karbohidrat, vitamin, dan protein secara kualitatif dan kuantitatif. Pada musim kemarau varietas yang sama akan menghasilkan kadar tepung yang relatif lebih tinggi daripada musim penghujan.

Kadar pati ubi jalar dipengaruhi oleh umur tanam ubi tersebut saat dipanen. Semakin tua umur ubi dipanen, maka kadar patinya akan semakin kecil. Sedangkan kadar serat kasar dan kadar abunya tidak dipengaruhi oleh umur tanam ubi saat dipanen.

### 3. Komponen Anti Nutrisi Ubi Jalar

Ubi jalar juga mengandung senyawa kimia yang dapat mengurangi ketersediaan zat gizi yang dapat menyebabkan rasa tidak enak selain senyawa-senyawa bernilai gizi. Salah satu senyawa yang bersifat antigizi adalah tripsin inhibitor yang jumlahnya 0.26-43.6 TIU per 100 gram ubi jalar segar (Balai Penelitian Padi, 1995). Tripsin inhibitor ini akan menutup gugus aktif enzim tripsin, sehingga aktifitas enzim menjadi terhambat dan tidak terjadi pemecahan protein. Menurut Yang (1982), ubi jalar yang mengandung tripsin inhibitor akan menurunkan daya cerna protein pada makanan campuran yang dibuat dari campuran ubi jalar, *wheat bran*, dan minyak kedelai. Tripsin inhibitor dapat dihancurkan dengan perlakuan pra pemanasan pada ubi jalar mentah.

Menurut Balai Penelitian Padi (1995), kandungan rafinosa dan stakhiosa dalam ubi jalar yang dapat menyebabkan flatulensi, jumlahnya relatif kecil. Flatulensi disebabkan oleh senyawa karbohidrat yang tidak tercerna, kemudian difermentasi oleh bakteri dalam usus sehingga menghasilkan gas H<sub>2</sub>S dan CO<sub>2</sub>.

Rafinosa merupakan oligosakarida yang mempunyai ikatan alfa-galakto-glukosa dan alfa-galakto-galaktosa. Oligosakarida dari famili rafinosa ini tidak dapat dicerna, karena mukosa usus mamalia tidak mempunyai enzim pencernaannya, yaitu alfa-galaktosidase. Oleh karena itu, oligosakarida tersebut tidak dapat diserap oleh tubuh. Bakteri-bakteri yang terdapat dalam saluran pencernaan akan memetabolismenya, terutama pada bagian bawah usus halus, dan terbentuklah gas-gas, yaitu CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> dan sejumlah kecil CH<sub>4</sub> (Muchtadi, 1989).

### 4. Produk Ubi Jalar

Ubi jalar dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pada berbagai produk pangan, seperti *chips*, selai, saus, kue kering, minuman fermentasi (*shochu*), dan makanan tradisional (timus, kolak, ubi kukus, dan ubi rebus) dalam bentuk utuh, tepung, atau patinya. Pembuatan tepung ubi jalar diawali dengan

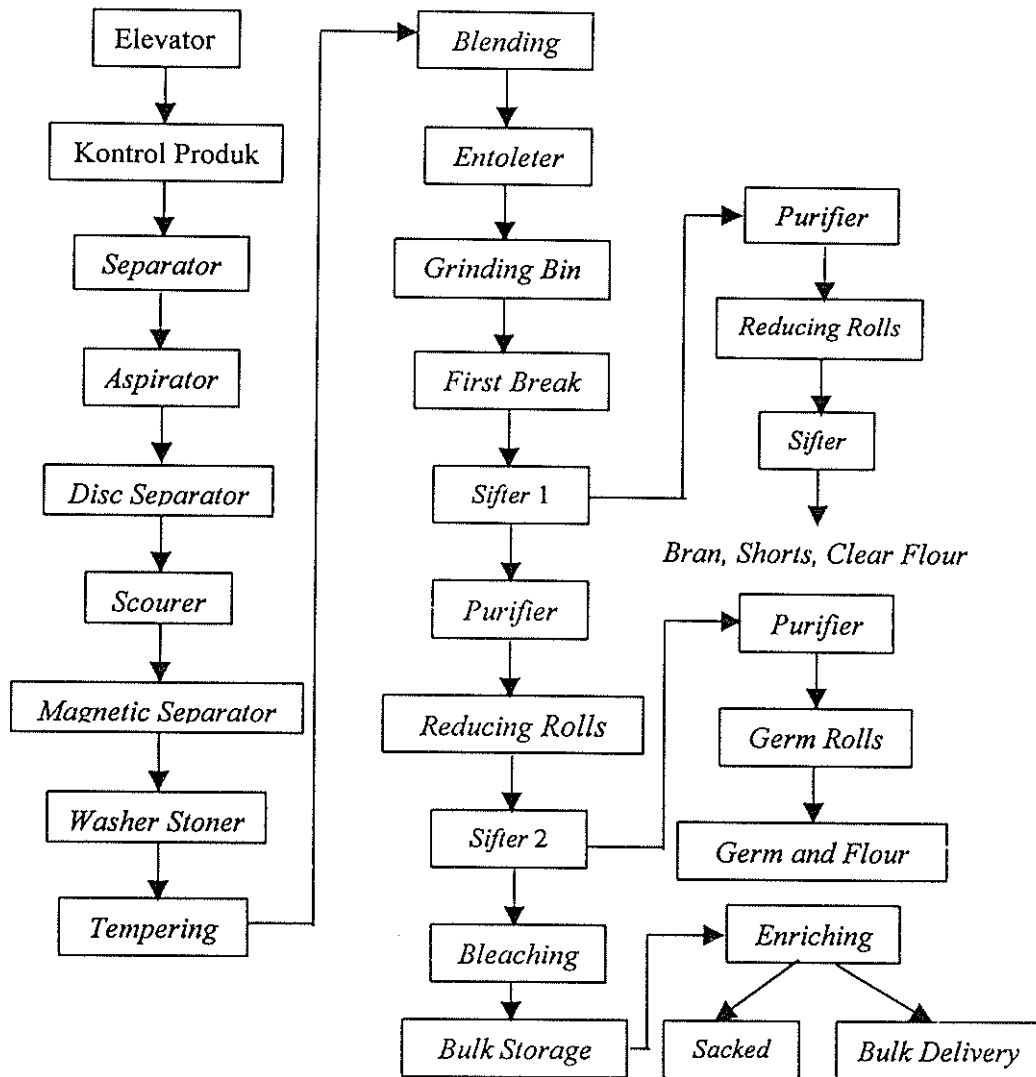
pembuatan chip dengan cara pencucian, pengupasan, pemotongan dan pengeringan. Untuk mendapatkan tepung ubi jalar, chip digiling, kemudian dilakukan pengayakan dengan ayakan 60-80 mesh untuk memisahkan tepung yang halus dengan partikel yang kasar.

### C. PENGGILINGAN GANDUM

Proses penggilingan gandum terdiri dari 5 bagian utama, yaitu penyimpanan, pembersihan gandum, *tempering* dan *conditioning*, penggilingan gandum hingga dihasilkan tepung dan produk samping, dan penyimpanan produk akhir (tepung). Pada pembuatan tepung *whole wheat*, tidak dilakukan pemisahan terhadap *bran* dan *germ* sehingga tepung yang dihasilkan berwarna agak kecoklatan, sedangkan untuk membuat tepung yang putih *bran* dan *germ* harus dipisahkan terlebih dahulu. Bagian *germ* lebih mudah dipisahkan daripada *bran* karena bentuknya yang berbeda karena kandungan lemaknya, yaitu *putty-like*. Pada saat pengepresan dengan menggunakan roll, *germ* akan membentuk lempengan atau tidak berbentuk hancuran seperti bagian endosperma gandum yang digiling. Dengan demikian, *germ* tersebut dapat dipisahkan dengan menggunakan saringan karena ukurannya lebih besar daripada hancuran endosperma.

Pemisahan bagian *bran* sedikit lebih sukar daripada *germ*. *Bran*, seperti halnya endosperma dapat dengan mudah dihancurkan atau digiling menjadi bentuk bubuk. Apabila *bran* dalam bentuk tersebut, maka sukar untuk dipisahkan dari tepung yang dihasilkan. Proses perendaman perlu dilakukan untuk menanggulangi masalah ini yang disebut juga dengan proses *tempering* dan *conditioning*. Pada tahap ini *bran* akan menjadi kaku atau keras, sedangkan bagian endosperma akan berubah menjadi lunak, maka *bran* dapat dipisahkan. Cara lain adalah dengan menggunakan system penyobekan *bran* sehingga terpisah dari bagian endospermanya. Pemisahan *bran* yang sempurna akan menghasilkan tepung yang berwarna putih kurang lebih 85 % dan sisanya akan bercampur bersama dengan *shorts*. *Shorts* biasanya digunakan sebagai pakan ternak dan digunakan pula oleh sebagian kecil industri (Tressler dan Sultan, 1975).





Gambar 1. Diagram alir penggilingan gandum

Proses penggilingan gandum oleh Tressler dan Sultan (1975) disajikan dalam bentuk diagram alir (Gambar 1). Gandum awalnya diangkut dari ladang dengan menggunakan kereta barang, kapal atau truk, kemudian disimpan dan dirawat dalam *elevator*. Kemungkinan adanya kotoran dalam bentuk potongan-potongan bagian kayu, kerikil, dan material lain yang tidak diinginkan dapat dihilangkan dengan separator. Untuk membersihkan gandum dari kotoran yang lebih kecil digunakan *aspirator* menggunakan aliran udara. Selanjutnya untuk memisahkan jerami, biji-bijian atau oats digunakan *disc separator*. *Scourer*

berbentuk seperti layer silinder yang akan membersihkan gandum lebih lanjut dari bahan-bahan yang kasar dan kotoran.

Menggunakan alat *washer stoner*, batu-batuan yang melekat pada gandum akan dipisahkan dengan menggunakan rotor berkecepatan tinggi yang ditempatkan pada wadah yang berisi air. Pemisahan *bran* dilakukan dengan perendaman di dalam bin-bin yang disebut dengan *tempering* sehingga *bran* dapat lebih mudah dipisahkan. *Blending* dilakukan untuk membuat tepung khusus dengan mencampur gandum tipe tertentu. Gandum ditumbuk atau dihancurkan dengan menggunakan *entolater* dan ditampung dalam *grinding bin* untuk kemudian dilakukan *first break* sehingga gandum menjadi butiran-butiran yang masih kasar.

Pada bagian *sifter 1* butiran gandum disaring melalui *successive screen*, selanjutnya tepung dilewatkan pada *purifier* sehingga dihasilkan *bran*, *shorts* dan sebagian tepung yang masih agak kasar. *Sifter 2* akan memisahkan *shorts* dan tepung. *Shorts* yang terpisah selanjutnya digiling kembali dengan *germ rolls* dan akan dihasilkan *germ*. Sedangkan tepung yang lolos ayakan diperkecil ukurannya dengan penghancuran ulang dan kemudian dilakukan *bleaching* untuk mematangkan dan menetralkan warna tepung. *Enriching* dilakukan dengan menambahkan thiamin, riboflavin, niasin, dan besi. *Sacked* adalah pengemasan tepung untuk konsumen rumah tangga dan toko roti, sedangkan pengiriman secara *bulk* untuk toko atau pabrik roti.

#### D. GERM GANDUM (*WHEAT GERM*)

*Germ* sereal tersedia dalam jumlah besar dari industri penggilingan kering. *Germ* tidak hanya kaya akan minyak dan vitamin, tetapi juga merupakan sumber protein dan mineral yang baik. Sebagai bahan yang kaya nutrisi, *germ* dijadikan sebagai nutrisi untuk difortifikasi dalam produk *bakery* (Tsen, 1980).

*Wheat germ* adalah embrio, yang berarti bagian dari biji gandum yang dapat tumbuh menjadi tumbuhan gandum yang baru. Saat biji gandum digiling menjadi tepung terigu, *wheat germ* dipisahkan, sehingga hanya pati yang tertinggal. *Wheat germ* mengandung tinggi nutrisi, yaitu merupakan sumber vitamin E alami, asam folat, dan PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acid*). Menurut

Belits dan Grosch (1999), kandungan asam folat dalam *wheat germ* mencapai 5.2 ppm atau 520 µg/100g bdd. Nilai tersebut merupakan lima kali lipat dari kandungan asam folat dalam biji gandum, tepung terigu, dan ragi roti. Menurut Aykroyd dan Doughty (1970), jumlah kalori *wheat germ* adalah sebesar 354 kkal per 100 g, kadar air 14 %, protein 31.1 % (N x 5.83), lemak kasar 10.1 %, serat kasar 8.6 %, dan kadar abu 4.6 %.

Menurut Hosenev (1998), jumlah *germ* gandum adalah sekitar 2.5-3.5 % dari kernel. *Germ* terdiri dari 2 komponen, yaitu sumbu embrionik dan bagian scutellum, yang berfungsi sebagai tempat cadangan makanan bagi tumbuhan. Pada umumnya, *germ* mengandung tinggi protein (25 %), gula (18 %), lemak (16 % dari sumbu embrionik dan 32 % dari bagian scutellum), abu (5 %). Memiliki tinggi kandungan vitamin B dan mengandung banyak enzim, dan tinggi vitamin E.

#### **E. KECAMBAH KEDELAI**

Menurut Chen *et al.* (1975) yang dikutip oleh Sembiring (1983), proses perkecambahan pada tingkat awal melibatkan pemecahan cadangan makanan pada biji dan digunakan untuk pertumbuhan akar dan batang. Menurut Sadjad (1974) yang dikutip oleh Sembiring (1983), perkecambahan diawali dengan pengambilan air dengan cepat sehingga mengakibatkan jaringan-jaringan biji menjadi mengembang dan merentangkan kulit biji. Imbibisi pengambilan air diikuti dengan keluarnya panas yang mencirikan hilangnya energi kinetik akibat pengambilan molekul-molekul air. Bila hidrasi dari sel-sel tersebut berlangsung, maka kekuatan-kekuatan osmose mulai bekerja dalam proses masuknya air dan aktivitas metabolisme dalam akar embrio.

Kecambah memiliki kandungan vitamin yang lebih banyak dibandingkan dalam bentuk bijinya. Kadar vitamin B meningkat hingga 2.5-3 kali kandungan vitamin B pada bijinya. Pada kecambah kacang hijau, kandungan vitamin C dapat meningkat hingga mencapai 20 mg / 100 g. Selain kandungan vitamin, molekul protein dan pati juga mengalami perubahan. Molekul protein akan dipecah sehingga terbentuk asam-asam amin, terutama lisin, threonin, dan fenilalanin. Beberapa kandungan pati akan diubah menjadi gula dan maltosa. Lemak juga

dihidrolisa menjadi asam-asam lemak yang lebih mudah dicerna. Kandungan zat gizi pada kecambah kedelai dan kacang-kacangan lain dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan zat gizi kecambah kedelai dan kacang-kacangan lainnya<sup>a</sup>

Zat Gizi (%)	Kedelai	<i>Lentil</i>	<i>Pea</i>
Kalori	366	372	369
Kadar air	90.6	90.7	90.0
Kadar protein	44.0	50.1	51.4
Kadar lemak	3.8	4.2	3.4
Karbohidrat	44.6	40.0	39.9
Kadar serat	18.2	22.1	21.4
Kadar abu	7.6	5.7	5.3

<sup>a</sup> Augustin dan Klein (1989)

Menurut Sukmawati (2003), kecambah kedelai varietas lokal, yaitu varietas Wilis memiliki daya kecambah yang cukup tinggi, memiliki ukuran biji yang cukup besar, dan dapat berkecambah hingga mencapai 6.67 cm dan lebar sebesar 4.59 cm. Pada kedelai varietas Wilis yang direndam dengan larutan xanthan gum 50 ppm selama 24 jam sebelum dikecambahkan dilaporkan memiliki kandungan fenol yang cukup tinggi.

Larutan xanthan gum ini berfungsi sebagai elisitor. Elisitor adalah senyawa yang menyebabkan diproduksi fitoaleksin. Beberapa elisitor merupakan polisakarida yang dihasilkan bila fungi atau bakteri patogenik menyerang dinding sel tanaman, sedangkan elisitor lainnya dihasilkan dari perombakan dinding sel fungi oleh enzim tumbuhan yang dikeluarkan tumbuhan karena serangan fungi tersebut. Dengan demikian, larutan xanthan gum ini dimaksudkan untuk merangsang produksi fitoaleksin dari kecambah kedelai.

Fitoaleksin adalah komponen antimikroba yang diproduksi oleh tanaman sebagai respon akibat serangan oleh patogen. Fitoaleksin ini sebagian besar adalah berupa fenilpropanoid fenol yang kita ketahui merupakan salah satu komponen yang juga berfungsi sebagai antioksidan. Selain merangsang produksi fenol, dengan elisitor ini juga dapat menghasilkan vitamin E yang cukup tinggi (Sukmawati, 2003).

Perkecambahan akan terjadi dengan baik pada kondisi kadar air lingkungan 50 %. Menurut Karni (1997), jumlah air yang terlalu banyak saat perkecambahan dapat menghambat suplai O<sub>2</sub> yang dibutuhkan. Air pada perkecambahan berfungsi untuk melunakkan kulit biji dan menyebabkan pengembangan embrio dan endosperma, memberi fasilitas masuknya O<sub>2</sub> ke dalam biji karena dinding sel yang telah diimbibisi oleh air akan bersifat permeabel sehingga gas dapat masuk ke dalam sel dengan cara difusi, mengencerkan protoplasma sehingga dapat mengaktifkan fungsinya, serta sebagai alat transpor larutan makanan dari endosperma atau kotiledon ke titik tumbuh.

Menurut Erna (2004), proses pengeringan kecambah kedelai yang telah terelisasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat *Fluidized Bed Drier* (FBD) dengan suhu 60-65°C selama 2-3 jam atau hingga kecambah kering dapat dipatahkan. Dipilihnya metode pengeringan dengan FBD ini dengan alasan dapat menghindarkan terjadinya kerusakan vitamin E yang banyak terdapat pada kecambah kedelai karena suhu yang digunakan adalah cukup rendah dengan kontak udara yang relatif kecil. Selain itu, telah dibuktikan pengeringan kecambah kedelai dengan menggunakan FBD dengan suhu yang sama dapat menghasilkan jumlah total fenol yang tinggi diantara alat pengering yang lain (*Freeze Drier* dan *Drum Drier*) dan kadar total tokoferol yang cukup baik karena tidak jauh berbeda dengan alat pengering kontrol, yaitu *Freeze Drier* (Tabel 3).

Tabel 3. Perbandingan kadar total fenol dan total tokoferol pada kecambah kedelai dengan alat pengering *Freeze Drier*, *Fluidized Bed Drier*, dan *Drum Drier*<sup>a</sup>

Jenis Alat Pengering	Kadar Total Fenol (ppm)	Kadar Total Tokoferol (ppm)
<i>Freeze Drier</i>	49.79	40.66
<i>Fluidized Bed Drier</i>	61.88	39.00
<i>Drum Drier</i>	48.77	30.62

<sup>a</sup> Erna (2004)

Pembuatan tepung kecambah dapat dilakukan dengan berbagai metode. Hal yang perlu diperhatikan adalah penggunaan metode pengeringan karena

kandungan nutrisi dalam kecambah akan mudah rusak dengan perlakuan pemanasan. Pada dasarnya kecambah kacang-kacangan dapat dibuat tepung melalui tahap pengeringan kecambah (tauge), pengupasan kulit, penyangraian, penggilingan, dan penyaringan. Menurut Desikachar (1980) yang dikutip oleh Sembiring (1983), pengeringan kecambah dapat dilakukan pada suhu 75 °C sampai diperoleh derajat kekeringan yang tepat.

## F. *FLAKES* DAN PRODUK MAKANAN SARAPAN

Makan pagi adalah suatu kegiatan yang penting sebelum melakukan aktivitas fisik pada hari itu. Paling tidak ada dua manfaat yang bisa diambil apabila kita melakukan sarapan pagi, yaitu sarapan pagi dapat menyediakan karbohidrat yang siap digunakan oleh tubuh untuk meningkatkan kadar gula darah dan sarapan akan memberikan kontribusi penting akan beberapa zat gizi yang diperlukan tubuh seperti protein, lemak, vitamin, dan mineral. Ketersediaan zat gizi ini bermanfaat untuk berfungsinya proses fisiologis dalam tubuh. Kadar gula darah yang normal dengan melakukan sarapan, maka gairah dan konsentrasi kerja bisa lebih baik sehingga berdampak positif untuk meningkatkan produktivitas (Khomsan, 2002).

Menurut Khomsan (2002), sarapan pagi akan menyumbang kurang lebih 25 % zat gizi, kurang lebih sebesar 500 kkal dan 12.5 g protein untuk kecukupan energi 2000 kalori. Mengingat bahwa sarapan pagi akan selalu berpacu dengan waktu, maka perlu disiapkan sarapan pagi yang praktis tanpa mengabaikan nilai gizinya. Oleh karena itu, saat ini telah banyak beredar produk sereal sarapan yang praktis penyajiannya hanya dengan menambahkan susu cair yang menawarkan kepraktisan dan kandungan zat gizi ekstra. Salah satu bentuk sereal sarapan adalah bentuk *flakes*.

*Flakes* merupakan salah satu bentuk dari produk pangan yang menggunakan bahan pangan serealialia seperti beras, gandum atau jagung dan umbi-umbian seperti kentang. *Flakes* digolongkan ke dalam jenis makanan sereal siap santap yang telah diolah dan direkayasa menurut jenis atau bentuknya. Tressler dan Sultan (1975), menyebutkan berbagai macam jenis makanan

sarapan, antara lain adalah *corn flakes*, *oat flakes*, *rolled oats* dan makanan sarapan lain yang berbentuk *puffed* dengan bantuan alat ekstruder.

Pembuatan *flakes* agak berbeda dengan produk sereal sarapan lain yang berbentuk *puffed*. *Flakes* dibuat dengan cara pengepresan sekaligus pengeringan, umumnya dengan menggunakan *drum drier* hingga terbentuk lapisan tipis atau serpihan dengan kadar air 3 % dan total padatan sebesar 97 %. Produk *flakes* berbahan dasar kentang dan sereal lain dapat pula dilakukan dengan cara yang lebih sederhana daripada pembuatan *flakes* dari jagung, yaitu dengan cara melewati adonan diantara dua buah rol dengan jarak tertentu, kemudian dilakukan pengovenan untuk mendapatkan kadar air produk akhir kurang lebih sebesar 3% (Lawes, 1990).

Pengepresan dilakukan dengan menggunakan dua buah *roller drum drier* dengan jarak 0.25 mm dan 3 mm yang disertai dengan pisau untuk mengikis lapisan tipis produk yang terbentuk setelah mengalami  $\frac{1}{4}$  putaran *roller*. *Roller-roller* tersebut dipanaskan dengan menggunakan *steam* sehingga suhu permukaan drum mencapai  $\pm 300^{\circ}\text{F}$  (Sharma *et al.*, 2000).

## G. PROTEIN

### 1. Sifat Kimia dan Keberadaan dalam Bahan Pangan

Struktur protein terdiri dari unsur-unsur C, H, O, dan N, tersusun membentuk asam-asam amino dengan dihubungkan oleh ikatan peptida sehingga terbentuk molekul protein. Molekul ini mengandung pula fosfor, belerang, dan beberapa jenis protein mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga. Protein yang mengandung senyawa lain non protein disebut juga dengan protein konjugasi, sedangkan protein yang tidak mengandung senyawa non protein disebut dengan protein sederhana. Pada kecambah biji-bijian terdapat pula protein konjugasi ini, yaitu dalam bentuk nukleoprotein yang tersusun oleh protein dan asam nukleat (Winarno, 1988).

Sebagai zat pembangun, protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh. Pada masa pertumbuhan dan proses pembentukan jaringan yang terjadi secara besar-

besaran saat kehamilan, sangat diperlukan protein untuk membentuk jaringan janin dan pertumbuhan embrio. Protein juga mengganti jaringan tubuh yang rusak dan yang perlu dirombak. Fungsi utama protein bagi tubuh adalah membentuk jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang telah ada (Winarno, 1988).

Sifat fisikokimia setiap protein berbeda-beda, tergantung dari jumlah dan jenis asam amino penyusunnya. Berat molekul protein sangat besar sehingga bila protein dilarutkan dalam air akan membentuk dispersi koloidal. Protein akan mengalami penggumpalan bila ditambahkan dengan alkohol atau dipanaskan. Hal ini disebabkan alkohol menarik mantel air yang melingkupi molekul-molekul protein, selain itu juga dapat terjadi karena aktivitas enzim-enzim proteolitik.

Adanya gugus amino dan karboksil bebas pada ujung-ujung rantai molekul protein menyebabkan protein mempunyai banyak muatan (polielektrolit) dan bersifat amfoter, yaitu dapat bereaksi dengan asam maupun basa. Daya reaksi masing-masing protein dengan asam atau basa tersebut berbeda-beda tergantung pada jumlah dan letak gugus amino dan karboksil dalam molekul. Dalam larutan asam, gugus amino bereaksi dengan  $H^+$  sehingga bermuatan positif. Sebaliknya, dalam larutan basa molekul protein akan bereaksi sebagai asam atau bermuatan negatif sehingga molekul protein akan bergerak menuju anoda. Namun demikian, terdapat batas pada pH tertentu, protein akan bermuatan netral karena muatan gugus amino dan karboksil akan saling menetralkan satu sama lain sehingga protein akan sangat mudah untuk mengendap. pH inilah yang disebut dengan pH isoelektrik (Winarno, 1988).

## **2. Fungsi, Kebutuhan, dan Defisiensi**

Sebagai zat pembangun, protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh. Pada masa pertumbuhan dan proses pembentukan jaringan yang terjadi secara besar-besaran saat kehamilan, sangat diperlukan protein untuk membentuk jaringan janin dan pertumbuhan embrio. Protein juga mengganti jaringan tubuh yang



rusak dan yang perlu dirombak. Fungsi utama protein bagi tubuh adalah membentuk jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang telah ada (Winarno, 1988).

Kebutuhan manusia akan protein dimulai dari dalam janin hingga akhir hidup. Pada waktu mengandung, menyusui serta saat masa pertumbuhan seorang anak, pemenuhan akan protein harus diperhatikan. Kebutuhan protein bayi dan anak relatif lebih besar bila dibandingkan dengan orang dewasa. Angka kebutuhan protein bergantung pula pada mutu protein. Semakin baik mutu protein, semakin rendah angka kebutuhan protein. Mutu protein bergantung pada susunan asam amino yang membentuknya, terutama asam amino esensial (RS. Dr. Cipto Mangunkusumo dan Persatuan Ahli Gizi Indonesia, 2003). Kecukupan protein yang dianjurkan untuk bayi dan anak-anak dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kecukupan protein sehari untuk bayi dan anak menurut umur<sup>a</sup>

Golongan Umur (tahun)	Kecukupan Protein (g/kg BB)
0-1	2.5
1-3	2
4-6	1.8
6-10	1.5
10-18	1-1.5

<sup>a</sup> Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi (1983)

Kekurangan konsumsi protein pada anak-anak dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan badan anak. Namun, pada orang dewasa kekurangan protein ini memiliki gejala yang kurang spesifik, kecuali pada keadaan yang sangat parah seperti busung lapar.

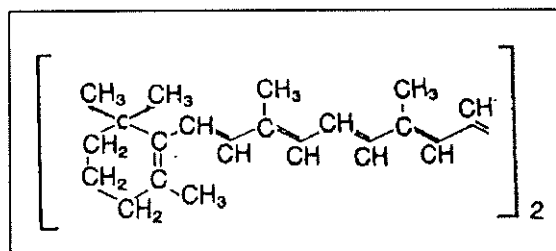
Menurut Winarno (1988), berdasarkan data pada tahun 1978, telah diketahui bahwa sekitar 30 % anak-anak prasekolah di Indonesia menderita kekurangan gizi dan 3 % anak prasekolah menderita gizi buruk. Marasmus merupakan istilah yang digunakan bagi gejala yang timbul bila seorang anak menderita kekurangan energi dan protein. Penyakit lain yang dapat timbul akibat kekurangan protein adalah kwashiorkor. Berbeda dengan marasmus, penyakit ini terjadi apabila mengalami kekurangan protein, sedangkan

energinya cukup. Penderita kwashiorkor menunjukkan ciri-ciri yang berbeda pula dengan marasmus, yaitu fisiknya yang tidak kelihatan kurus seperti penderita marasmus, namun mengalami oedem dan pertumbuhan terhambat. Anak-anak yang menderita kwashiorkor menjadi apatis, nafsu makan kurang, rewel, dan wajah bengkak seperti bulan.

## H. VITAMIN A

### 1. Sifat Kimia dan Keberadaan dalam Bahan Pangan

Vitamin A sering disebut dengan karotenoid. Karotenoid adalah pigmen berwarna kuning sampai dengan merah, larut dalam lemak, dan banyak terdapat di alam. Senyawa ini secara kimia terdiri dari unit-unit isopren. Jenis karotenoid yang sudah dikenal adalah  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten,  $\gamma$ -karoten, xanthophyl, zeaxanthin, kriptoxanthin, crocetin, dan beberapa turunan senyawa-senyawa tersebut. Jenis karotenoid yang terdapat dalam ubi jalar adalah  $\beta$ -karoten. Beberapa jenis karotenoid penting sebagai sumber vitamin A. Di dalam tubuh, satu molekul  $\beta$ -karoten dapat dikonversikan menjadi dua molekul vitamin A, sedangkan satu molekul  $\alpha$ -karoten,  $\gamma$ -karoten, dan kriptoxanthin hanya menghasilkan satu molekul vitamin A. Jenis karotenoid yang lain bukan merupakan provitamin A (Meyer, 1982). Struktur kimia  $\beta$ -karoten dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Struktur kimia  $\beta$ -karoten

Menurut Andarwulan dan Koswara (1992), karotenoid yang merupakan prekursor vitamin A disebut sebagai provitamin A, sedangkan vitamin A yang disimpan dalam jaringan hewan disebut sebagai vitamin A. Terdapat 10 macam provitamin A dan 2 macam vitamin A secara alami.

Provitamin A yang paling potensial adalah  $\beta$ -karoten yang ekuivalen dengan 2 vitamin A. Diduga masih terdapat provitamin A dan vitamin A yang lain di alam, yang saat ini belum dapat diidentifikasi. Pada umumnya provitamin A tidak terdapat pada jaringan hewan, karena hewan mampu mengubah provitamin A menjadi vitamin A.

Sayuran dan buah-buahan yang berwarna hijau atau kuning biasanya banyak mengandung karoten. Ada hubungan langsung antara derajat kehijauan sayuran dengan kadar karoten. Semakin hijau daun tersebut semakin tinggi kadar karotennya, sedang daun-daunan yang pucat seperti selada dan kol miskin akan karoten. Wortel, ubi jalar, dan waluh kaya akan karoten (Winarno, 1988).

Vitamin A merupakan jenis vitamin yang aktif dan terdapat dalam beberapa bentuk, yaitu vitamin A alkohol (retinol), vitamin A aldehida (retinal), vitamin A asam (asam retinoat), dan vitamin A ester (ester retinil). Vitamin A pada umumnya stabil terhadap asam, dan alkali. Vitamin A mempunyai sifat yang mudah teroksidasi oleh udara dan akan rusak bila dipanaskan pada suhu tinggi bersama udara, sinar, dan lemak yang sudah tengik.

## 2. Fungsi, Kebutuhan, dan Defisiensi

Di dalam tubuh, vitamin A berperan dalam penglihatan atau mata, permukaan epitel, serta membantu proses pertumbuhan. Peranan retinol untuk penglihatan normal sangat penting karena daya penglihatan mata sangat tergantung oleh adanya rodopsin, yaitu suatu pigmen yang mengandung retinol.

Kelebihan vitamin A dalam tubuh dapat disimpan dalam hati, terutama dalam sel-sel parenkim, yaitu dalam bentuk butir-butir lemak yang berisi campuran rantai-rantai ester retinil (retinil palmitat 50%, retinil stearat, dan retinil oleat). Sebelum dilepaskan sebagai vitamin A, ester-ester tersebut mengalami hidrolisis menjadi retinol. Dalam hati, vitamin A terdapat dalam bentuk retinol, tetapi dalam darah retinol terikat pada protein spesifik yang



disebut *Retinol Binding Protein* (RBP) dan diangkut ke jaringan-jaringan tepi seperti mata, usus, serta kelenjar ludah (Winarno, 1988).

Menurut Olson (1991), absorpsi *overall* pada diet yang mengandung vitamin A kira-kira sebesar 80-90%, pada dosis tinggi akan menurunkan efisiensi absorpsi. Efisiensi absorpsi vitamin A dari makanan adalah sebesar 50-60 %, namun tergantung pula pada faktor bioavailabilitas. Kebutuhan vitamin A pada anak-anak menurut *Recommended Daily Dietary Allowances* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Recommended Daily Dietary Allowances* (RDA) untuk vitamin A pada anak-anak menurut US *National Research Council* (1989)<sup>a</sup>

Umur	Vitamin A (RE)
1 – 3	400
4 – 6	500
7 – 10	700

<sup>a</sup> Olson (1991)

Vitamin A berperan dalam menjaga agar kornea mata selalu sehat. Mata yang normal biasanya mengeluarkan mukus, yaitu cairan lemak kental yang dikeluarkan sel epitel mukosa sehingga membantu mencegah terjadinya infeksi. Apabila kekurangan vitamin A, maka sel epitel akan mengeluarkan keratin, yaitu protein yang tidak larut dalam air dan bukan mukus, sel-sel membran akan kering dan mengeras, dan keadaan tersebut dikenal dengan istilah keratinisasi. Keadaan tersebut bila berlanjut akan menyebabkan penyakit *xerophthalmia* (Winarno, 1988).

*Xerophthalmia* adalah keadaan bila orang mengalami kekurangan vitamin A, mula-mula konjungtiva mata mengalami keratinisasi, kemudian korneanya juga terpengaruh. Winarno (1988) menyatakan lebih lanjut bahwa diperkirakan di Indonesia anak penderita *xerophthalmia* kornea aktif lebih dari 60.000 setiap tahunnya. Sebanyak 20.000–30.000 penderita itu akan mengalami kebutaan selama hidupnya.

Orang yang mengalami defisiensi vitamin A pada mulanya akan mengalami rabun senja (*nyctalopia*). Pada rabun senja ini, penderita tidak mampu melihat secara normal dalam suatu ruang yang remang-remang karena

rendahnya kandungan rodopsin pada mata. Rabun senja yang banyak terjadi pada anak-anak prasekolah tersebut dapat disembuhkan dengan pemberian vitamin A. Setelah gejala rabun senja, akan dilanjutkan dengan gejala berikutnya, yaitu *xerosis*.

*Xerosis* adalah gejala kekeringan pada konjungtiva (selaput kelopak mata), berkerut, timbul pigmen, atau kotor sehingga kehilangan sifat transparannya. Noda bitot juga sering terjadi pada orang yang kekurangan vitamin A, yaitu timbulnya noda sebagai bercak berwarna perak kelabu pada kornea, dan biasanya dengan permukaan berbuih. Defisiensi vitamin A juga akan berpengaruh terhadap pertumbuhan, karena pertumbuhan tulang sangat memerlukan vitamin A yang cukup (Winarno, 1988).

Menurut Keith dan West (1994), *xerophthalmia* ringan dapat terjadi pada anak-anak yang mengalami masalah pada kornea matanya dan terdapat pula kombinasi antara stress defisiensi vitamin A tingkat kronis, malnutrisi (kekurangan energi dan protein) moderat, dan kemungkinan mengidap penyakit infeksi menjadikan anak-anak berada pada keadaan rawan kematian. Ditambahkan oleh Olson (1991), bahwa seseorang yang mengalami defisiensi vitamin A akan mengalami *growth plateu*, dimana orang tersebut berangsur-angsur mengalami kehilangan berat badan yang berlangsung sangat cepat hingga akhirnya mengakibatkan terjadinya kematian. Selain itu, juga dapat menimbulkan gejala distorsi pada metabolisme nitrogen dan keseimbangan asam amino dalam jaringan dan plasma.

### 3. Keamanan

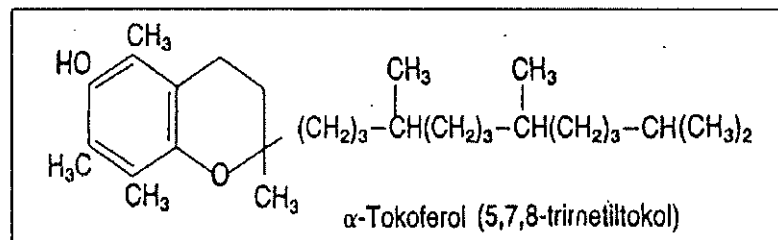
Resiko keracunan akibat mengkonsumsi vitamin A dapat digolongkan pada kasus yang jarang terjadi. Menurut Sizer dan Whitney (2000), hingga saat ini belum ada peraturan yang menyebutkan batas maksimum konsumsi vitamin A yang dapat ditolerir (*tolerable upper intake level*) bahkan oleh US *National Research Council* sekalipun. Namun demikian dapat digunakan sebagai referensi bahwa konsumsi vitamin A yang ideal per hari adalah berkisar antara 500-10.000 RE atau 5000-100.000 IU per hari. Keracunan akan terjadi pada tingkat konsumsi melebihi 10.000 RE dengan menimbulkan gejala

pandangan kabur, kegagalan tumbuh pada anak, pusing, muntah, rambut rontok, dan iritasi pada kulit. Kejadian overdosis ini sangat jarang terjadi.

## I. VITAMIN E

### 1. Sifat Kimia dan Keberadaan dalam Bahan Pangan

Vitamin E merupakan salah satu jenis vitamin yang larut lemak dan diperlukan dalam reproduksi tikus. Komponen yang memiliki aktivitas vitamin E antara lain adalah  $\alpha$ -tokoferol,  $\beta$ -tokoferol,  $\gamma$ -tokoferol,  $\delta$ -tokoferol,  $\alpha$ -tokotrienol,  $\beta$ -tokotrienol,  $\gamma$ -tokotrienol, dan  $\delta$ -tokotrienol. Diantara semua isomer tersebut hanya  $\alpha$ -tokoferol yang memiliki aktivitas vitamin E tertinggi. Kesemua isomer tocol (T) dan trienol (T-3) tersebar secara luas di alam (Machlin, 1991). Struktur kimia  $\alpha$ -tokoferol dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kimia  $\alpha$ -tokoferol

Menurut Andarwulan dan Koswara (1992), tokoferol dan tokotrienol berwarna kuning sampai kuning pucat, berbentuk minyak kental, larut dalam alkohol, lemak dan pelarut lemak, tetapi tidak larut dalam air. Tokoferol dan tokotrienol stabil terhadap asam, panas, alkali dan adanya logam seperti  $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$ . Tanpa adanya oksigen, vitamin E stabil terhadap panas pada suhu di atas  $200^{\circ}\text{C}$ , serta tidak terpengaruh oleh asam sulfat dan asam klorida pada suhu di atas  $100^{\circ}\text{C}$ . Alkali (tanpa panas dan oksigen) tidak banyak merusak vitamin E, sehingga proses saponifikasi dapat dilakukan untuk mengisolasi vitamin tersebut.

Tabel 6. Kandungan  $\alpha$ -Tokoferol pada beberapa bahan pangan<sup>a</sup>

Jenis Tanaman	$\alpha$ -Tokoferol ( $\mu\text{g/g}$ )
<i>Wheat grain</i>	11
<i>Wheat germ</i>	117
<i>Whole wheat bread</i>	5
Kentang	<1
Brokoli	20
Wortel	<1

<sup>a</sup>Machlin (1991)

Vitamin E sebagian besar berasal dari jaringan tanaman. Jaringan hewan hanya mengandung sedikit vitamin E. Di dalam jaringan tanaman,  $\alpha$ -tokoferol umumnya terdapat dalam bentuk tidak teresterifikasi. Sumber vitamin E alami yang paling baik adalah minyak nabati, terutama minyak dari lembaga (*germ*) gandum. Dalam jumlah yang bervariasi vitamin E terdapat dalam minyak biji kapas, minyak lembaga beras dan minyak lembaga biji-bijian lain (Tabel 6). Jumlah vitamin E dalam sumber-sumber diatas dipengaruhi oleh spesies, varietas, tingkat kematangan, musim, waktu dan cara pemanenan, prosedur pengolahan dan waktu penyimpanan.

## 2. Fungsi, Kebutuhan, dan Defisiensi

Vitamin E memiliki peranan sebagai antioksidan dengan memberikan proton kepada senyawa radikal yang memerlukan proton untuk menstabilkan diri. Vitamin E dapat membantu mencegah oksidasi pada vitamin A dalam saluran pencernaan. Dalam jaringan, vitamin E menekan terjadinya oksidasi asam lemak tidak jenuh, dengan demikian dapat membantu mempertahankan fungsi membran sel. Vitamin E mungkin juga terlibat dalam proses sintesis, khususnya dalam proses pemasangan pirimidin ke dalam asam nukleat, serta dalam pembentukan sel darah merah dalam sumsum tulang (Winarno, 1988).

Pada orang yang kekurangan vitamin E dapat mengalami terjadinya peningkatan hemolisis sel darah merah, dapat memendekkan jangka hidup sel darah merah (hanya 110 hari dibanding 123 hari pada kondisi normal) atau

disebut juga dengan *macrocytic anemia*, kegagalan menghasilkan anak, *liver necrosis*, dan *dystrophy* otot-otot (Winarno, 1988).

Kandungan tokoferol berbeda tergantung pada usia. Pada umumnya jumlah tokoferol anak-anak lebih kecil daripada orang dewasa. Hal ini disebabkan karena rendahnya lemak dalam tubuh anak-anak daripada orang dewasa. Menurut Winarno (1988), jumlah kebutuhan vitamin E setiap hari bagi masyarakat di Amerika adalah 4-5 SI untuk bayi dan anak-anak di bawah 1 tahun, 12 SI untuk wanita, dan 15 SI untuk orang pria dewasa, sedangkan berdasarkan US RDA 1989 untuk anak-anak usia 7-10 tahun adalah berkisar 7 mg  $\alpha$ -tokoferol ( $\alpha$ -TE).

Anak-anak yang mengalami defisiensi vitamin E biasanya terjadi pada anak yang mengalami malabsorpsi. Terdapat 3 kondisi yang menyebabkan rentannya defisiensi vitamin E. Hal ini dapat dilihat pada orang yang tidak dapat menyerap lemak pangan, yaitu bayi prematur, bayi lahir dengan berat badan rendah (BBLR), dan pada orang yang bermasalah dengan metabolisme lemak.

Pada beberapa dekade terakhir, telah ditemukan bahwa 49-77% kekurangan vitamin terjadi pada anak-anak yang menderita *cholestasis* kronis. Kekurangan vitamin E yang berlanjut terus-menerus dapat menyebabkan penyimpangan neurologis yang progresif seperti *hyporeflexia* pada usia 18 bulan, diikuti dengan *truncal* dan *limbataxia*, depresi vibratoris dan sensasi posisi, lemah otot, *ptosis* dan skoliosis (Machlin, 1991).

### 3. Keamanan

Kasus kelebihan atau keracunan akibat mengonsumsi vitamin E ini termasuk jarang terjadi karena beberapa ahli menyebutkan bahwa vitamin E memiliki potensi yang rendah untuk mengakibatkan keracunan. Studi terakhir menunjukkan tingkat keamanan vitamin E pada manusia dimana konsumsi suplemen vitamin E selama 4 bulan pada dosis 530 mg atau 800 IU (35 kali lipat RDA) tidak menimbulkan efek signifikan terhadap kesehatan, berat badan, kadar protein tubuh, kadar lemak, fungsi hati atau ginjal, hormon tiroid, jumlah atau jenis sel darah, dan waktu pendarahan. Menurut Machlin (1991),



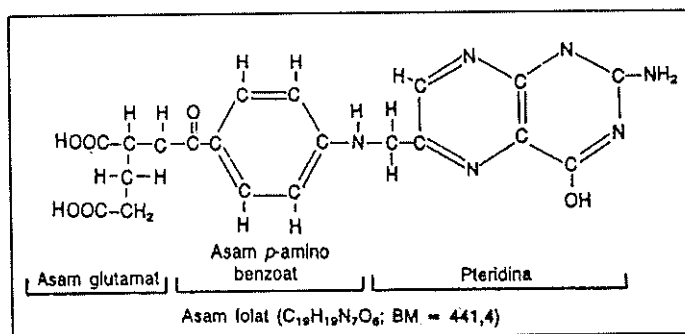
studi kronis dan akut pada hewan menunjukkan bahwa vitamin E relatif non *toxic*. LD<sub>50</sub> untuk all-rac- $\alpha$  tocopherol atau all-rac- $\alpha$  tocopherol asetat adalah pada konsumsi lebih dari 2000 mg/kg BB untuk tikus, mencit dan kelinci.

## J. ASAM FOLAT

### 1. Sifat Kimia dan Keberadaan dalam Bahan Pangan

Nama asam folat diberikan pada tahun 1921 oleh Mitchell karena banyak terdapat pada daun hijau (kata latinnya *folium*). Folasin atau asam folat terdiri dari tiga komponen yang terikat menjadi satu gugusan pteridina, asam *para* amino benzoat, dan asam glutamat. Dalam suatu molekul asam folat, sering terdapat satu, dua, atau tujuh gugus glutamat. Menurut Andarwulan dan Koswara (1992), asam folat atau folasin tersusun dari 2-amino-4-hidroksi pteridin dan asam p-amino benzoat yang mengikat asam glutamat (PABG) (Gambar 4).

Asam folat memiliki sifat sedikit larut dalam air (0.16 mg per 100 ml air pada 25°C, 1 g per 100 ml pada 100 °C), sangat mudah larut dalam alkali encer, larut dalam asam encer dan tidak larut dalam alkohol, aseton, eter, dan kloroform. Kristal folasin berwarna kuning sampai kuning-oranye, tidak berasa, dan tidak berbau. Dalam larutannya bila disimpan dalam suhu kamar dan pemasakan yang normal, asam folat banyak yang hilang. Kristal folasin stabil terhadap panas dan udara, tetapi dapat terdegradasi oleh cahaya dan sinar ultraviolet. Cahaya matahari dan udara dengan adanya riboflavin merupakan faktor perusak stabilitas folasin dalam larutan (Andarwulan dan Koswara, 1992).



Gambar 4. Struktur kimia asam folat

Asam folat dan derivatnya, yang sebagian besar terdapat dalam bentuk tri atau hepta-glutamin peptida tersebar secara luas di alam pada konsentrasi yang sangat kecil. Bentuk-bentuk asam folat terdapat dalam hati, ginjal, daging tanpa lemak, susu, keju, sayuran berdaun hijau tua, rumput-rumputan, bunga kobis, kacang-kacangan, kecambah gandum, dan khamir (Tabel 7).

Tabel 7. Kandungan folat pada beberapa bahan pangan<sup>a</sup>

Bahan Pangan	Total Folat ( $\mu\text{g/g}$ bb)
Susu sapi segar	0.05-0.12
Hati matang	10.7
Brokoli matang	0.65
Brokoli mentah	1.69
Roti whole wheat	0.54
Kuning telur matang	1.4

Keterangan :

bb = basis basah

<sup>a</sup>Brody (1991)

## 2. Fungsi, Kebutuhan, dan Defisiensi

Asam folinat merupakan koenzim untuk beberapa sistem enzim. Salah satu peranan utamanya adalah biosintesis dan pemindahan satu satuan karbon seperti gugus metil. Dengan demikian memungkinkan terjadinya sintesis metionin dan penambahan gugus metil pada pirimidin sehingga terbentuk timin. Senyawa terakhir ini merupakan salah satu komponen penting dalam molekul DNA. Peranan asam folinat dalam proses sintesis nukleo protein merupakan kunci pembentukan dan produksi butir-butir darah merah normal dalam susunan tulang. Asam folat juga banyak terlibat dalam proses oksidasi fenilalanin menjadi tirosin (Winarno, 1988). Kekurangan asam folat ditandai oleh gejala anemia, yaitu jumlah butir sel darah merah berkurang.

Gejala anemia tersebut merupakan tipe dari *Macrocytic* anemia atau *megaloblastic* yang ditampakkan dengan ukuran sel darah merah yang membengkak diatas normal (ukuran sel darah merah normal pada manusia adalah 82-92  $\mu$ ). Menurut Brody (1991), urutan tanda-tanda terjadinya

defisiensi asam folat adalah diawali dengan turunnya folat serum hingga di bawah normal setelah 3 minggu mengalami deprivasi folat. Setelah 7 minggu, akan terjadi peningkatan jumlah keping nukleus dari neutrophil (hipersegmentasi). Folat dalam sel darah merah akan turun secara gradual dan mencapai tingkat subnormal setelah 4 bulan deprivasi. Sekitar 4.5 bulan sumsum tulang akan mengalami megaloblastik dan terjadilah anemia. Anemia ini akan hilang dengan pemberian asam folat 0-1 mg per hari yang biasanya sudah terdapat dalam *multiple vitamin*.

Konsumsi yang dianjurkan untuk orang dewasa per hari adalah 400 µg, sedang untuk wanita yang sedang mengandung sebanyak 800 µg, dan untuk ibu yang sedang menyusui 600 µg. Bayi di bawah 1 tahun cukup mengkonsumsi 50 µg asam folat per hari (Winarno, 1988). Menurut Combs (1992), dosis asam folat hingga sebesar 400 mg untuk konsumsi beberapa bulan masih dapat ditolerir tanpa ada efek samping pada manusia, dengan demikian konsumsi asam folat hingga 2000 kali RDA masih aman.

Defisiensi asam folat tidak dapat dibedakan dari defisiensi vitamin B<sub>12</sub>. Suplemen asam folat dapat mengoreksi anemia akibat defisiensi vitamin B<sub>12</sub> tetapi asam folat tidak mampu mengoreksi perubahan pada sistem syaraf yang merupakan akibat dari defisiensi vitamin B<sub>12</sub>. Kerusakan syaraf permanen dapat terjadi jika vitamin B<sub>12</sub> tidak ditangani. Asupan suplemen asam folat tidak boleh melebihi 1000 µg per hari untuk menghindari kesalahan penanganan defisiensi vitamin B<sub>12</sub> (Anonymous, 2004).

### 3. Keamanan

Masalah keracunan asam folat memiliki potensi resiko yang sangat rendah bahkan beberapa mengatakan dapat diabaikan. Namun demikian, terdapat beberapa kemungkinan asam folat dikonsumsi berlebihan seperti terjadinya reaksi alergik meskipun kasus ini sangat jarang terjadi, namun rasa gatal akan terjadi pada konsumsi folat sebesar 1000 µg (Anonymous, 2004). Menurut Brody (1991), pada orang dewasa yang mengkonsumsi folat sebanyak 400 mg per hari selama 5 bulan atau 10 mg per hari selama 5 tahun tidak menampakkan tanda-tanda keracunan.

## K. ASAM LEMAK TAK JENUH (ALTJ)

Asam lemak yang ditemukan di alam dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Asam-asam lemak tidak jenuh berbeda dalam jumlah dan posisi ikatan rangkapnya, dan berbeda dengan asam lemak jenuh dalam bentuk molekul keseluruhannya.

Asam lemak tidak jenuh mempunyai satu atau lebih ikatan rangkap. Asam lemak tidak jenuh dengan dua atau lebih ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh poli (*polyunsaturated fatty acid*) atau PUFA. Ikatan rangkap dalam asam lemak dapat dihitung dari gugus hidroksil atau dari gugus metil (penomoran  $\omega$  atau  $n$ ) (Muchtadi *et al.*, 1993).

Asam lemak  $n-6$  dan  $n-3$  merupakan PUFA yang memiliki kandungan nutrisi esensial bagi perkembangan manusia, terutama pada pertumbuhan optimum jaringan saraf dan dinding sel otak. Menurut Muchtadi *et al.* (1993), manusia dapat mensintesis asam lemak jenuh dan tak jenuh  $n-9$ , sedangkan asam lemak  $n-3$  dan  $n-6$  seperti asam arakidonat (AA), asam eicosa pentaenoat (EPA), dan asam docosa hexaenoat (DHA), dapat disintesa dari asam lemak esensial seperti asam linoleat dan asam linolenat.

### 1. Asam Lemak Esensial

Hampir seluruh asam lemak dengan struktur  $\omega-6$  memiliki aktivitas sebagai asam lemak esensial. Asam lemak yang mayoritas terdapat pada sayuran adalah asam  $\alpha$ -linoleat (asam lemak  $\omega-3$ ), bagaimanapun memiliki aktivitas esensial, namun lebih rendah dibandingkan asam linoleat. Asam oleat dan asam palmitat masing-masing termasuk dalam asam lemak  $\omega-9$  dan  $\omega-7$  dan tidak memiliki aktivitas sebagai asam lemak esensial. Sementara sebagian asam lemak dikategorikan sebagai asam lemak esensial, sedangkan sebagian yang lain tidak, hanya dapat dijelaskan dengan penjelasan biokimia mengenai proses desaturasi dan elongasi dimana hanya tumbuhan yang memiliki kemampuan untuk mendesaturasi posisi 9 pada asam lemak (Gurr, 1992).

Asam linoleat dan yang sejenis dikategorikan esensial karena tanpa asam lemak tersebut hewan akan mati. Diketahui pula bahwa asam arakidonat

adalah produk elongasi dari sekuens desaturasi pada jaringan hewan yang dimulai dari prekursor dalam makanan, yaitu asam linolenat. Jadi asam arakidonat adalah metabolit esensial tapi bukan zat gizi esensial (Gurr, 1992).

## 2. Fungsi Biokimia Asam Lemak Esensial

Dijelaskan oleh Yung dan Mills (1996), bahwa asam linolenat dalam bentuk  $\gamma$ -linolenic acid (GLA) merupakan asam lemak prekursor metabolik dari aracidonic acid (AA) dan dapat menjadi sumber tidak langsung bagi pembentukan AA pada bayi. AA sendiri berperan dalam struktur sel dan merupakan substrat untuk sintesis dari senyawa bioaktif seperti prostaglandin, dan leukotrien. Oleh karena itu, AA merupakan molekul yang penting pada pengaturan komunikasi antar sel dan fungsi fisiologis lain. Pada bahan pangan yang mengandung suplemen GLA akan dapat meningkatkan plasma dan status *Red Blood Cell*.

Pada kondisi defisiensi konsumsi asam lemak n-3 akan mengakibatkan gangguan pada aktivitas enzim untuk  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ATPase dan asetil cholinesterase dan kapasitas belajar pada tikus percobaan. Diet asam lemak 18:3 dibutuhkan untuk sintesis membran (Jumpsen dan Clandinin, 1995). Dalam bentuk GLA, asam lemak ini dapat dikonversi menjadi bentuk dihomogLA (DGLA) yang merupakan prekursor dari mono enoic (PGE1). PGE1 merupakan eikosanoid yang mempunyai efek anti inflamasi dan immunoregulasi. Asam lemak dapat memodulasi reaksi langsung terhadap T limfosit. Konsumsi DGLA, AA, dan EPA dapat memberikan dorongan untuk pertumbuhan T limfosit jangka panjang pada jaringan sinovial dan *fluid obtained* pada pasien penderita *Rheumatoid Arthritis* (Bzurier *et al.*, 1996).

Kandungan asam lemak n-6 dalam *wheat germ* juga memiliki peranan dalam kesehatan. Dengan menambahkan konsumsi LNA (asam linolenat) sebanyak 1 % dari energi sangat penting untuk mencegah gejala defisiensi. Gejala tersebut dapat dicegah dengan mengkonsumsi pula asam lemak n-6. Kandungan asam lemak dalam *wheat germ* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kandungan asam lemak dalam lemak sereal (gandum) (mg lemak/g b.d.d bahan)<sup>a</sup>

Asam Lemak	<i>Wheat Germ</i>	<i>Wheat Bran</i>
Jenuh		
Miristat (C <sub>14:0</sub> )	0.01	0.01
Palmitat (C <sub>16:0</sub> )	1.81	0.69
Stearat (C <sub>18:0</sub> )	0.06	0.04
Tidak Jenuh <sup>c</sup>		
Palmitoleat (C <sub>16:1</sub> )	0.04	0.02
Oleat (C <sub>18:1</sub> )	1.54	0.71
Linoleat (C <sub>18:2</sub> )	5.86	2.20
Linolenat (C <sub>18:3</sub> )	0.74	0.16

<sup>a</sup>Lockhart dan Nesheim (1978)

Menurut Gurr (1992), diantara akibat dari defisiensi asam lemak esensial adalah perubahan pada sifat membran biologis, dimana ALTJ jamak adalah penyusun utama pada struktur lipid membran. Misalnya membran mitokondria hati pada hewan yang kekurangan asam lemak esensial kurang efisien dalam mengoksidasi asam lemak untuk mensintesa ATP yang merupakan sumber penting energi kimia sel. Perubahan pada tingkat molekul dan sel dapat terlihat pada kemampuan hewan yang sangat rendah dalam mengkonversi energi dalam makanan menjadi energi metabolik untuk pertumbuhan dan pemeliharaan fungsi tubuh.

#### L. SERAT MAKANAN

Menurut Widianarko *et al.* (2002), serat makanan adalah semua oligosakarida, polisakarida, dan turunannya yang tidak dapat diubah menjadi komponen terserap oleh enzim pencernaan di dalam saluran pencernaan bagian atas (usus halus) manusia. Serat dalam makanan (*dietary fiber*) bukanlah suatu kelompok bahan pangan yang memiliki sifat kimia yang mirip. Meskipun umumnya tergolong karbohidrat kompleks, namun berdasarkan sifat kimianya, sebenarnya mereka sangat heterogen. Ada yang berasal dari polisakarida penyusun dinding sel tumbuhan seperti selulosa, hemiselulosa dan pektin. Ada

pula yang termasuk polisakarida non struktural, yaitu getah (*secreted* dan *reserve gums*). Kelompok lain adalah polisakarida asal rumput laut (*agar*, karagenan, dan alginat).

Berdasarkan sifat fisik-kimia, serta makanan dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu serat larut (*soluble*) dan tak larut (*insoluble*) dalam air. Serat yang larut cenderung bercampur dengan air dengan cara membentuk jaringan gel (seperti agar-agar) atau jaringan pekat. Serat jenis ini banyak terdapat pada sayur, buah-buahan, dan kacang-kacangan. Serat tak larut umumnya bersifat higroskopis, yaitu mampu menahan air 20 kali beratnya, contohnya adalah serat pada biji-bijian dan sereal (Widianarko *et al.*, 2002).

Menurut Muchtadi (2000), serat larut (SDF) diartikan sebagai serat pangan yang dapat larut dalam air hangat atau panas serta dapat terendapkan oleh air yang telah dicampur dengan empat bagian etanol. Gum, pektin, dan sebagian hemiselulosa larut yang terdapat dalam dinding sel tanaman merupakan sumber SDF. Adapun IDF diartikan sebagai serat pangan yang tidak larut dalam air panas maupun dingin. Sumber IDF adalah selulosa, lignin, sebagian besar hemiselulosa, sejumlah kecil kutin, lilin tanaman dan kadang-kadang senyawa pektat yang tidak dapat larut.

Secara kimia, serat makanan dapat diklasifikasikan sebagai polisakarida dan non polisakarida. Serat yang merupakan polisakarida terdiri dari selulosa, hemiselulosa (arabinoksilan, galaktomanan dan glukomanan), substansi pektat, betaglukan, musilase, gum, dan polisakarida alga. Sedangkan yang termasuk non polisakarida adalah lignin. Hampir sebagian besar serat makanan yang terkandung dalam makanan bersumber dari pangan nabati. Serat tersebut berasal dari dinding sel berbagai jenis buah-buahan, sayuran, sereal, umbi-umbian, kacang-kacangan dan lain-lain. Proporsi dari berbagai komponen serat makanan sangat bervariasi antara satu bahan pangan dengan bahan pangan yang lain. Faktor-faktor seperti spesies, tingkat kematangan, bagian tanaman yang dikonsumsi dan perlakuan terhadap bahan sangat berpengaruh terhadap komposisi kimia dan sifat fisik serat makanan (Muchtadi, 2000).

Menurut Sizer dan Whitney (2000), serat larut lebih berfungsi pada menurunkan kolesterol, menurunkan penyerapan glukosa, melembutkan feses

dan relatif lebih mudah difermentasi di dalam usus menjadi  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ , dan SCFA (*Short Chain Fatty Acid*), sedangkan serat tak larut lebih berfungsi pada meregulasikan gerakan usus, mempercepat transit material sepanjang usus, meningkatkan berat feses dan menurunkan resiko kanker kolon, divertikulosis, hemorrhoid dan apendicitis. Secara keseluruhan, baik serat larut maupun tak larut akan melembutkan feses sehingga tidak memerlukan kontraksi otot yang besar untuk mengeluarkan feses.

Menurut Gallaher (2000), SCFA dapat menstimulir proliferasi sel pada usus besar, efek tersebut tergantung pada keberadaan bakteri usus dan pH yang rendah. Selain itu, dengan pH yang rendah juga dapat menghindarkan resiko kanker kolon dan keberadaan bakteri koliform dalam usus. Asam butirat menormalisasikan pertumbuhan sel transformasi sehingga mempunyai kemungkinan sebagai senyawa kemoprotektif pada usus. Asam butirat menstimulir pertumbuhan sel normal namun menghambat pertumbuhan sel kanker.



### III. BAHAN DAN METODE

#### A. BAHAN DAN ALAT

##### 1. Bahan

Bahan yang digunakan antara lain adalah ubi jalar merah (*Ipomea batatas* L.) yang dibeli dari pasar tradisional, *wheat germ* dari PT. Bogasari Flour Mills, kedelai varietas Wilis, gula, garam, *flavor*, *xanthan gum*, akuades, dan bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis proksimat, serat makanan,  $\beta$ -karoten (vitamin A), vitamin E (total tokoferol), asam folat dan ALTJ yang didapatkan dari ruang *stock* Departemen Teknologi Pangan dan Gizi dan toko kimia sekitar Bogor.

##### 2. Alat

Peralatan yang digunakan adalah *grinder*, *retort*, *drum drier*, *fluidized bed drier*, *disc mill*, ayakan 60-80 mesh, *roller*, baskom, pisau, dan tampah. Peralatan untuk analisis kimia adalah cawan aluminium, oven, tanur, desikator, neraca analitik, gegep, labu kjeldahl 30 ml, sudip, pipet mohr, pipet tetes, botol akuades, lap, tissue, penangas, alat destilasi, buret, labu takar 10 ml, erlenmeyer 125 ml, alat soxhlet, kapas wool, labu lemak, kondensor, gelas ukur 100 ml, gelas pengaduk, tabung reaksi, kuvet, spektrofotometer UV-Vis, stirer, *shaker water bath* 100°C, alat analisis serat makanan, pH meter, kertas saring tak berabu Whatman, dan alat-alat untuk analisa asam folat.

#### B. METODE

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, formulasi bahan, pembuatan *flakes*, uji organoleptik produk, dan analisis kimia, fisik, dan fungsional produk. Pada tahap persiapan dilakukan pembelian bahan, pembuatan bahan baku utama *flakes*, dan analisis kimia bahan dasar yang dibutuhkan untuk dapat melakukan tahap berikutnya, yaitu tahap formulasi bahan. Tahap pembuatan

*flakes* dilakukan berdasarkan formulasi yang telah dibuat untuk kemudian diuji sifat organoleptiknya kepada panelis anak-anak. Selain diuji sifat organoleptik, dilakukan pula analisis kimia, fisik, dan fungsional produk berupa daya cerna protein.

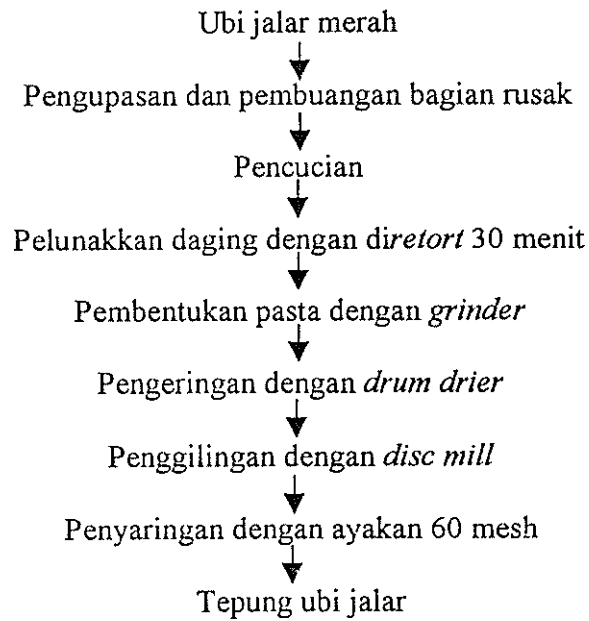
## 1. Persiapan

Tahap persiapan pada penelitian ini meliputi pembelian bahan-bahan, pembuatan tepung bahan dasar sebagai bahan baku utama *flakes*, dan analisis kimia masing-masing bahan baku tersebut. Pembelian bahan-bahan adalah bahan dasar meliputi ubi jalar merah dan kedelai, bahan pelengkap *flakes* seperti gula, garam dan tepung tapioka, bahan untuk analisis kimia (proksimat, serat makanan, vitamin A, vitamin E, asam folat, dan ALTJ), dan uji organoleptik.

Analisis kimia terdiri dari analisis proksimat,  $\beta$ -karoten (vitamin A), vitamin E (total tokoferol), ALTJ dan asam folat. Analisis proksimat terdiri dari analisis kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat (*by difference*). Analisis kimia dilakukan terhadap bahan baku utama, yaitu tepung ubi jalar, tepung kecambah kedelai, dan tepung *germ* gandum.

### a. Pembuatan Tepung Ubi Jalar

Penepungan ubi jalar diawali dengan pengupasan kulit dan membuang bagian yang rusak dan pencucian. Pemanasan dengan *retort* selama 30 menit dengan suhu 100°C dilakukan untuk melunakkan daging ubi serta menginaktifkan enzim dan mikroba yang mungkin mengkontaminasi, selanjutnya dibentuk pasta dengan alat *grinder*. Pasta ubi tersebut kemudian dikeringkan dengan menggunakan *drum drier* sehingga terbentuk lembaran-lembaran tipis dan digiling dengan *disc mill*, selanjutnya disaring dengan ayakan 60 mesh. Proses pembuatan tepung ubi jalar dapat dilihat pada Gambar 5.

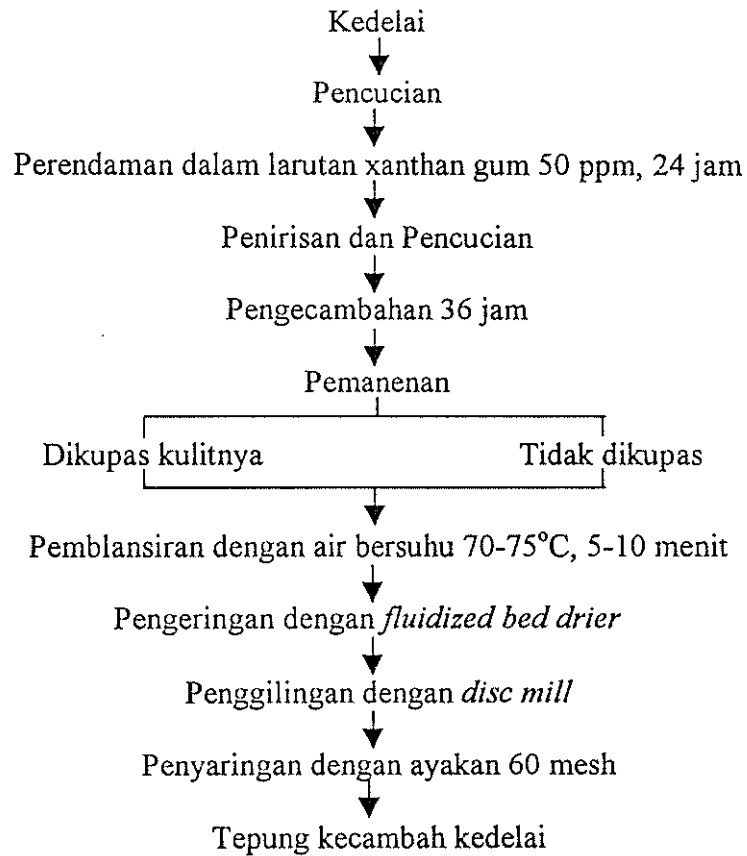


Gambar 5. Proses pembuatan tepung ubi jalar

#### b. Pembuatan Tepung Kecambah Kedelai

Prosedur pembuatan tepung keambah kedelai ini mengacu pada proses pembuatan tepung keambah kedelai menurut Erna (2004) dengan penambahan beberapa tahapan proses sebagai modifikasi. Pembuatan tepung keambah kedelai diawali dengan tahap perkecambahan kedelai. Kedelai yang telah dicuci, direndam dalam larutan xanthan gum 50 ppm selama 24 jam, kemudian ditiriskan dan dicuci. Selanjutnya dihamparkan pada tampah yang telah dialasi dengan daun pisang dan ditutup dengan daun pisang kembali.

Kedelai dikecambahkan selama 36 jam sambil sesekali disemprot agar kondisi tetap lembab. Kecambah kedelai kemudian dipanen dengan dua perlakuan, yaitu dikupas kulitnya dan tidak dikupas kulitnya untuk diteliti lebih lanjut perbedaan kandungan tokoferol dan serat makanan keduanya. Kecambah kedelai diblansir selama 5-10 menit dengan suhu 70-75°C untuk mengurangi rasa *beany flavor* dan kemudian dikeringkan dengan menggunakan *fluidized bed drier*. Kecambah kedelai kering digiling dengan *disc mill* dan disaring dengan ayakan 60 mesh. Proses pembuatan tepung keambah kedelai dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses pembuatan tepung kecambah kedelai

### c. Penepungan *Germ Gandum (Wheat Germ)*

*Wheat germ* ditepungkan dengan menggunakan *disc mill* kemudian disaring dengan ayakan 60 mesh agar ukuran partikel seragam dengan tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai.

## 2. Formulasi Bahan

Formulasi bahan dilakukan terhadap bahan baku utama produk *flakes*, yaitu tepung ubi jalar, tepung kecambah kedelai, dan tepung *germ* gandum. Formulasi ini dimaksudkan agar produk akhir yang akan didapat memenuhi persentase kecukupan gizi sesuai yang diharapkan. Kandungan nutrisi yang diharapkan adalah pada vitamin A, vitamin E, asam folat, protein dan serat makanan.

Penyusunan formula ini dilakukan dengan menggunakan data komposisi kimia bahan-bahan dasar yang akan digunakan dalam pembuatan

*flakes* seperti yang ditampilkan pada Tabel 9. Rancangan percobaan penelitian ini adalah berdasarkan perbandingan jumlah tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai dengan jumlah total kedua bahan tersebut adalah 85 % total adonan, yaitu 1 : 1 (A1), 3 : 2 (A2), dan 2 : 1 (A3), dengan jumlah *wheat germ* tetap, yaitu sebesar 15 % dan ditambah dengan bahan pelengkap lain, yaitu gula, garam, tepung tapioka dan skim. 15 % bahan pelengkap yang lain ini tidak dimasukkan ke dalam formulasi karena jumlahnya yang sama dari tiap formula tidak akan mengakibatkan perbedaan kandungan gizi yang signifikan pada masing-masing formula.

Tabel 9. Hasil analisis komposisi kimia bahan dasar *flakes*

Komponen	Tepung Ubi Jalar	Tepung Kecambah Kedelai <sup>b</sup>	Tepung <i>Wheat Germ</i>
Air (% bk)	7.97	4.59	10.20
Abu (% bk)	2.17	4.21	4.08
Protein (% bk)	2.50	40.49	35.16
Lemak (% bk)	0.54	24.09	9.57
Karbohidrat (% bk)	86.82	26.62	40.99
β-karoten (ppm)	45.88	11.38	11.09
Vitamin A (IU) <sup>a</sup>	7646.67	1896.67	1848.33
Vitamin E (mg/100 g)	-	0.58	22.18 <sup>c</sup>
Serat makanan (% bk)	12.46	16.40	19.03
- Serat Larut (SML)	5.14	5.78	7.00
- Serat Tidak Larut (SMTL)	7.32	10.62	12.03
Asam folat (μg/100 g)	-	-	520 <sup>d</sup>
ALTJ (%)	-	-	7.52
Kalori (kkal/100 g)	312.30	419.65	314.61

Keterangan : - tidak dianalisis

<sup>a</sup> Hasil konversi β-karoten dengan faktor konversi 1 RE=6μg β-karoten (10 IU) (Winarno, 1988)

<sup>b</sup> Tepung kecambah kedelai dengan kulit

<sup>c</sup> asumsi sama dengan *fresh germ*

<sup>d</sup> Belits dan Grosch (1999)

Nilai pada kandungan vitamin E *wheat germ* merupakan hasil perhitungan rekonstitusi agar sesuai dengan *fresh germ* seperti yang disebutkan

oleh Bauernfeind (1980). Jumlah *wheat germ* yang digunakan adalah sebesar 97.52% dan ditambah dengan suplemen vitamin E sebesar 2.48% untuk mencapai jumlah tokoferol *fresh germ*. Rekonstitusi *wheat germ* ini diasumsikan tidak akan merubah kandungan nutrisi yang lain.

Kandungan asam folat dalam *wheat germ* yang digunakan juga jauh lebih rendah daripada kandungan asam folat seperti yang disebutkan oleh Belits dan Grosch (1999), yaitu sebesar 5.2 ppm, sedangkan asam folat *wheat germ* yang digunakan hanya sebesar 0.06 ppm. Oleh karena itu, dalam tahap formulasi digunakan nilai asam folat *wheat germ* dari sumber literatur Belits dan Grosch (1999). Formulasi produk *flakes* beserta perkiraan persentase kecukupan sarapan dan kecukupan gizi masing-masing formula dapat dilihat pada Tabel 10, 11, dan 12 dengan dasar perhitungan dari Tabel 9.

Tabel 10. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 1:1 / A1 (per 100 g *flakes*)

Nutrisi	Ubi Jalar	Kecambah Kedelai	<i>Wheat Germ</i>	Total	% Kecukupan Sarapan	% AKG
	42.5 g	42.5 g	15 g			
Kalori (kkal)	132.73	178.35	47.19	358.27	172.24	17.91
Protein (g)	1.06	17.21	5.27	23.54	356.67	45.27
Serat/TDF (g)	5.29	6.97	2.85	15.11	--	60.44 <sup>a</sup>
Vitamin A (IU)	3249.38	806.08	270.37	4326.28	2943.05	61.80
Vitamin E (mg)	-	0.25	3.33	3.58	--	51.14
Folat (µg)	-	-	78	78	--	78
ALTJ (g)	-	-	1.13	1.13	--	6.46 <sup>b</sup>

Keterangan :

- tidak dilakukan analisis

-- data tidak ditemukan

<sup>a</sup> Berdasarkan kebutuhan harian

<sup>b</sup> Berdasarkan rasio 0.4 mg tokoferol/g ALTJ (Machlin, 1991)

Contoh perhitungan :

Untuk nilai kalori ubi jalar :

$$\begin{aligned} \text{Kalori ubi jalar formula A1} &= (312.30 \text{ kkal/ } 100 \text{ g}) \times 42.5 \text{ g} \\ &= 132.73 \text{ kkal} \end{aligned}$$

Persentase kecukupan sarapan pada formula A1:

$$\text{Kalori} = \frac{358.27 \text{ kkal}}{208 \text{ kkal}} \times 100\% = 172.24\%$$

Persentase Angka Kecukupan Gizi (AKG) formula A1 :

$$\text{Kalori} = \frac{358.27 \text{ kkal}}{2000 \text{ kkal}} \times 100\% = 17.91\%$$

Tabel 11. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 3:2 / A2 (per 100 g flakes)

Nutrisi	Ubi Jalar	Kecambah Kedelai	Wheat Germ	Total	% Kecukupan Sarapan	% AKG
	51 g	34 g	15 g			
Kalori (kkal)	159.27	142.68	47.19	349.14	167.86	17.46
Protein (g)	1.28	13.77	5.27	20.32	307.88	39.08
Serat/TDF (g)	6.35	5.58	2.85	14.78	--	59.12 <sup>a</sup>
Vitamin A (IU)	3899.8	644.87	270.37	4815.04	3275.54	68.79
Vitamin E (mg)	-	0.20	3.33	3.53	--	50.43
Folat (µg)	-	-	78	78	--	78
ALTJ (g)	-	-	1.13	1.13	--	6.46 <sup>b</sup>

Keterangan :

- tidak dilakukan analisis

-- data tidak ditemukan

<sup>a</sup> Berdasarkan kebutuhan harian

<sup>b</sup> Berdasarkan rasio 0.4 mg tokoferol/g ALTJ (Machlin, 1991)

Tabel 12. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 2:1 / A3 (per 100 g flakes)

Nutrisi	Ubi Jalar	Kecambah Kedelai	Wheat Germ	Total	% Kecukupan Sarapan	% AKG
	56.67 g	28.33 g	15 g			
Kalori (kkal)	176.98	118.89	47.19	343.06	164.93	17.15
Protein (g)	1.42	11.47	5.27	18.16	275.15	34.92
Serat/TDF (g)	7.06	4.65	22.85	14.56	--	58.24 <sup>a</sup>
Vitamin A (IU)	4333.37	537.33	270.37	5141.07	3497.33	73.44
Vitamin E (mg)	-	0.16	3.33	3.49	--	49.86
Folat (µg)	-	-	78	78	--	19.50
ALTJ (g)	-	-	1.13	1.13	--	6.46 <sup>b</sup>

Keterangan :

- tidak dilakukan analisis
- data tidak ditemukan

<sup>a</sup> Berdasarkan kebutuhan harian

<sup>b</sup> Berdasarkan rasio 0.4 mg tokoferol/g ALTJ (Machlin, 1991)

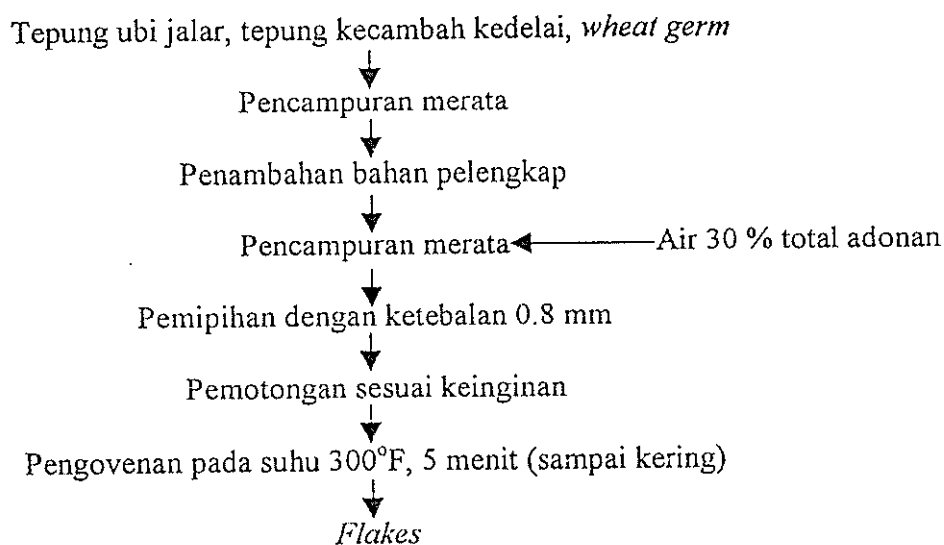
Tahap formulasi ini dilakukan dengan memperhatikan kecukupan gizi sarapan yang dianjurkan untuk anak-anak oleh Ebrahim (1994) dengan komposisi kalori sebesar 208 kkal, protein 6.6 g, dan vitamin A 147 IU, serta dapat memenuhi US *Recommended Daily Dietary Allowances* (RDA) 1989 untuk anak-anak usia 7-10 tahun pada kandungan asam folat, yaitu sebesar 100 µg, vitamin E sebesar 7 mg, kalori 2000 kkal, protein 52 g, vitamin A 7000 IU, dan konsumsi ALTJ (Asam Lemak Tak Jenuh) sebesar 17.5 g agar rasio mg tokoferol dan g ALTJ adalah minimal sebesar 0.4 (Machlin, 1991) serta kebutuhan harian akan serat makanan sebesar 25 g.

Menurut Machlin (1991), studi pada hewan menunjukkan bahwa kebutuhan vitamin E erat kaitannya dengan konsumsi ALTJ selama diet mengingat fungsi vitamin E sebagai antioksidan untuk ALTJ. Meningkatnya konsumsi ALTJ akan meningkatkan kebutuhan akan vitamin E. Pada diet dengan konsumsi asam linoleat yang tinggi mengakibatkan encephalomalacia pada ayam. Signifikansi hubungan antara konsumsi ALTJ terhadap kebutuhan vitamin E pada manusia sebenarnya kurang jelas, namun setidaknya rasio antara mg tokoferol dan g ALTJ sebesar 0.4 adalah cukup untuk anak-anak.

### 3. Pembuatan *Flakes*

Pembuatan *flakes* diawali dengan pencampuran semua bahan dasar dengan jumlah sesuai formula bersama dengan bahan pelengkap lain dan diaduk secara merata sambil ditambahkan air sedikit demi sedikit hingga sejumlah 30 % total adonan. Adonan dipipihkan dengan cara dilewatkan diantara *roller* hingga ketebalan 0.8 mm dan kemudian dipotong-potong sesuai ukuran yang diinginkan, dan dilanjutkan dengan tahap pengeringan dengan oven selama 5 menit pada suhu 300 °F atau hingga kering. Proses pembuatan *flakes* dapat dilihat pada Gambar 7.





Gambar 7. Proses pembuatan *flakes*

#### 4. Uji Organoleptik (Soekarto, 1981)

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui batas penerimaan konsumen akan produk yang disajikan melalui uji kesukaan (uji hedonik) dan ranking hedonik pada formula yang telah dibuat (A1, A2, dan A3) dengan menggunakan panelis 37 anak kelas 5 SDN Babakan Dramaga, Bogor. Uji ini dilaksanakan di SDN Babakan Dramaga III Bogor dengan mendampingi masing-masing anak oleh seorang pendamping untuk membimbing dalam melakukan penilaian organoleptik. Kuesioner uji organoleptik dapat dilihat pada Lampiran 4.

Produk yang diujikan, disajikan sesuai dengan cara konsumsi makanan sereal sarapan pada umumnya, yaitu dengan menambahkan pula susu cair sebelum dinilai organoleptiknya. Skala yang digunakan adalah skala.1 (sangat tidak suka) sampai dengan 5 (sangat suka) dengan nilai 3 sebagai rasa netral. Parameter yang diuji adalah rasa, aroma, warna, dan kerenyahan.

#### 5. Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Produk *Flakes*

Analisis nutrisi produk *flakes* meliputi analisis proksimat, serat makanan, vitamin A (beta karoten), vitamin E (total tokoferol), asam folat dengan metode mikrobiologi, ALTJ (Asam Lemak Tak Jenuh) dengan *gas*

*chromatography* (GC), sedangkan analisis terhadap sifat fungsional produk yang dilakukan adalah terhadap daya cerna protein produk.

Analisis fisik produk *flakes* meliputi pengukuran kekerasan dengan menggunakan alat Rheoner dan pengukuran intensitas warna dengan menggunakan alat Chromameter pada masing-masing formula.

#### **a. Kadar Air Metode Oven (AOAC, 1995)**

Cawan aluminium dikeringkan di dalam oven selama kurang lebih 15 menit. Selanjutnya cawan yang telah dikeringkan dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan, kemudian ditimbang. Sebanyak kurang lebih 5 gram sampel yang telah homogen ditimbang dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Cawan beserta isinya ditempatkan ke dalam oven bersuhu 105°C untuk dikeringkan selama 6 jam atau hingga berat konstan. Cawan dipindahkan ke dalam desikator dan setelah dingin ditimbang. Hasil analisa kadar air ditetapkan dengan persentase kadar air dalam bobot kering dan basah.

$$\text{Kadar Air (\% bb)} = ((a-(b-c))/ a) \times 100 \%$$

$$\text{Kadar Air (\% bk)} = ((a-(b-c))/(b-c)) \times 100\%$$

Dimana :

a = berat sampel awal (g)

b = berat sampel akhir dan cawan (g)

c = berat cawan (g)

#### **b. Kadar Abu (AOAC, 1995)**

Cawan porselen dikeringkan dalam oven bersuhu 105-110°C, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Sebanyak 5 gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselen. Selanjutnya sampel dipijarkan sampai tidak berasap, kemudian diabukan dalam tanur listrik pada suhu 400-600°C selama 4-6 jam atau sampai terbentuk abu putih. Kemudian sampel didinginkan dalam desikator, selanjutnya ditimbang.

$$\text{Kadar Abu} = (\text{berat abu (g)} / \text{berat sampel (g)}) \times 100 \%$$

### c. Kadar Protein Metode Mikro-Kjeldahl (AOAC, 1995)

Ditimbang sejumlah kecil sampel lalu dimasukkan ke dalam labu kjeldahl. Kemudian ditambahkan  $1.9 \pm 0.1$  g  $K_2SO_4$ , 40-10 mg  $HgO$ , dan 2.0-0.1 ml  $H_2SO_4$ . Sampel dididihkan selama 1-1.5 jam sampai cairan jernih. Didinginkan, kemudian ditambahkan sejumlah kecil air destilata secara perlahan-lahan lewat dinding labu dan digoyang pelan agar kristal yang terbentuk larut kembali. Isi labu dipindahkan ke dalam alat destilasi dan labu dibilas 5-6 kali dengan 1-2 ml air. Air cucian dipindahkan ke labu destilasi dan ditambahkan 8-10 ml larutan  $NaOH-Na_2S_2O_3$ .

Di bawah kondensor diletakkan erlenmeyer yang berisi 5 ml larutan  $H_2BO_3$  dan 2 tetes indikator (campuran 2 bagian metil 0.2 % dalam alkohol dan 1 bagian metilen blue 0.2 % dalam alkohol) diletakkan di bawah kondensor. Ujung tabung kondensor harus terendam dalam larutan  $H_2BO_3$ . Isi erlenmeyer diencerkan sampai kira-kira 50 ml, kemudian dititrasi dengan  $HCl$  0.02N sampai terjadi perubahan warna menjadi abu-abu. Penetapan blanko juga dilakukan dengan prosedur yang sama tetapi tanpa sampel.

$$\% N = \frac{(\text{ml HCl sampel} - \text{ml HCl blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14.007 \times 100\%}{\text{mg sampel}}$$

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

### d. Kadar Lemak (AOAC, 1995)

Labu lemak yang akan digunakan dikeringkan dalam oven bersuhu  $105-110^\circ C$ , didinginkan dalam desikator, dan ditimbang. Sampel dalam bentuk tepung ditimbang sebanyak 5 gram dibungkus dengan kertas saring dan dimasukkan ke dalam alat ekstraksi (soxhlet), yang telah berisikan pelarut (diethyl eter atau heksana).

Reflux dilakukan selama minimal 5 jam dan pelarut yang ada di dalam labu lemak didestilasi. Selanjutnya labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven bersuhu  $105^\circ C$  untuk menguapkan pelarut hingga beratnya konstan kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Nilai kadar lemak dalam bentuk persentase lemak.

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{(\text{berat lemak dan labu} - \text{berat labu kosong}) (\text{g}) \times 100 \%}{\text{Berat sampel (g)}}$$

**e. Kadar Karbohidrat (*by difference*)**

$$\text{Kadar karbohidrat (\%)} = 100 \% - (\text{KA} + \text{A} + \text{P} + \text{L})$$

Dimana :

KA = % kadar air

A = % kadar abu

P = % kadar protein

L = % kadar lemak

**f. Kadar Total Tokoferol Metode Emmerie-Engel (IUPAC, 1987)**

Analisa total tokoferol dengan metode ini diawali dengan tahap kestraksi vitamin E pada sampel. 2.5 g sampel dilarutkan ke dalam 10 ml larutan kloroform : metanol (2:1), kemudian distirer selama 30 menit dan selanjutnya disaring. Endapan yang tersisa disaring kembali dengan bantuan kloroform : metanol. Filtrat yang didapat kemudian ditambahkan dengan 2 ml NaCl 0.88 % dan diambil fase kloroformnya, selanjutnya dihembus dengan N<sub>2</sub> sehingga diperoleh ekstrak vitamin E.

Sebanyak 200 ± 10 mg ekstrak yang didapat ditambahkan dengan 5 ml larutan toluen, kemudian ditambahkan pula 3,5 ml 2,2'-bipiridin (0.07 % w/v dalam etanol 95 %) dan 0.5 ml larutan FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O (0.2 % w/v dalam etanol 95 %), kemudian ditepatkan 10 ml dengan etanol 95 %. Larutan tersebut kemudian didiamkan dalam ruangan gelap selama 1 menit untuk kemudian diukur absorbansinya dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm. Pada blanko dilakukan dengan cara yang sama namun tanpa sampel.

Penentuan kadar total tokoferol sampel dilakukan berdasarkan kurva standar. Perolehan persamaan regresi dari kurva standar dilakukan dengan prosedur yang sama seperti pengerjaan sampel, namun untuk kurva standar sampel yang digunakan adalah 0-240 µg α-tokoferol murni dalam 10 ml

toluen. Persamaan regresi yang didapat pada penelitian adalah  $y = 0.3133 + 0.0665x$ .

$$\text{Total tokoferol (ppm)} = \frac{\text{absorbansi sampel-absorbansi blanko}}{M \times \text{berat sampel (mg)}}$$

M = gradien pada kurva standar

#### g. Kadar $\beta$ -Karoten pada Tepung (Sulaeman, *et al.*, 1995)

Sampel tepung sebanyak 8 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer bertutup asah/gelas dan ditambahkan 40 ml *water saturated* n-butyl alkohol ditutup dengan rapat. Erlenmeyer dikocok dengan kuat dan dibiarkan selama 15-30 menit di ruang gelap. Kemudian dikocok kembali dan disaring dengan kertas saring Whatman no. 1 berlipat ke dalam tabung reaksi atau gelas piala. Filtrat disaring kembali jika masih belum jernih. Filtrat diukur absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 440 nm dengan blanko menggunakan larutan *water saturated* n-butyl alkohol. Untuk standar, disiapkan larutan  $\beta$ -karoten yang telah diketahui konsentrasinya dalam *water saturated* n-butyl alkohol. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 440 nm. Kurva standar dibuat dari data absorbansi dan konsentrasi. Dengan memasukkan data absorbansi sampel pada kurva standar maka dapat dihitung konsentrasi  $\beta$ -karoten pada sampel.

#### h. Kadar Asam Lemak Tak Jenuh (AOCS, 1993)

Sebanyak kurang lebih 25 mg sampel minyak ditambah dengan larutan internal standar sebanyak 1 ml (1 mg  $C_{17:0}$ /1 ml heksan). Heksan dalam campuran diuapkan dengan  $N_2$ , kemudian ditambahkan 1.5 ml NaOH metanolik 0.5 N dan diisi dengan  $N_2$ , ditutup rapat, divortex, dan dipanaskan dalam penangas pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 5 menit. Setelah didinginkan, ke dalam tabung ditambahkan  $BF_3$  metanol (14 % b/v), tabung diisi dengan  $N_2$ , ditutup rapat dan dipanaskan kembali pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Tabung didinginkan hingga suhu ruang, ditambahkan dengan 1 ml heksana dan divortex. Ke dalam tabung segera ditambahkan

larutan NaCl jenuh sebanyak 5 ml dan dikocok. Lapisan heksan dipisahkan dan diberi Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrous dan siap diinjeksikan ke dalam alat GC.

$$\text{Konsentrasi AL (mg/g)} = ((\text{Area AL}/\text{Area SI}) \times (\text{BSI}/\text{BSampel}) \times \text{RF})$$

$$\text{RF} = \frac{\text{area SI standar eksternal}}{\text{area asam lemak standar eksternal}} \times \frac{\text{berat asam lemak standar eksternal}}{\text{berat SI standar eksternal}}$$

Dimana :

Area AL = area asam lemak tertentu dalam sampel

Area SI = area SI pada sampel

BSampel = berat sampel yang dimetilasi (mg)

BSI = berat SI yang ditambahkan pada sampel (mg)

RF = respon faktor masing-masing asam lemak

#### **i. Kadar Serat Makanan Metode Enzimatis (Sulaeman *et al.*, 1993)**

Prosedur analisa :

1. Sampel diekstraksi lemak dengan menggunakan petroleum eter pada suhu kamar selama 15 menit.
2. Satu gram sampel bebas lemak dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditambahkan 25 ml 0.1 M buffer Natrium fosfat pH 6 dan diaduk.
3. Tambahkan 0.1 ml enzim termamyl, erlenmeyer ditutup dengan alufo dan diinkubasi dalam penangas air suhu 100°C selama 15 menit.
4. Diangkat dengan didinginkan, kemudian ditambahkan 20 ml air destilata dan pH diatur menjadi 1.5 dengan menambahkan HCl 4M. Selanjutnya ditambahkan 100 mg pepsin. Pengukuran pH hingga 1.5 untuk mengkondisikan agar aktivitas enzim maksimum.
5. Erlenmeyer ditutup dan diinkubasikan pada suhu 40°C dan diagitasi selama 60 menit.
6. Ditambahkan 20 ml air destilata dan pH diatur menjadi 6.8 untuk memaksimumkan aktivitas enzim pankreatin.
7. Ditambahkan 100 mg pankreatin, ditutup, dan diinkubasi pada suhu 40°C selama 60 menit damsil diagitasi.
8. pH diatur dengan HCl menjadi 4.5.

9. Disaring dengan menggunakan crucible kering yang telah ditimbang beratnya (porositas 2) yang mengandung 0.5 g celite kering (berat diketahui). Dicuci dua kali dengan menggunakan 10 ml air destilata.

Residu (serat makanan tidak larut / IDF) :

1. Residu dicuci dengan 2 x 10 ml etanol 95 % dan 2 x 10 ml aseton
2. Dikeringkan pada suhu 105°C, sampai berat tetap (sekitar 12 jam) dan ditimbang setelah didinginkan dalam desikator ( $D_1$ ).
3. Diabukan dalam tanur 500°C selama paling sedikit 5 jam, kemudian ditimbang setelah didinginkan dalam desikator ( $I_1$ ).

Filtrat (serat makanan larut / SDF) :

1. Volume filtrat diatur dengan air sampai dengan 100 ml.
2. Ditambah dengan 400 ml etanol 95 % hangat (60°C), diendapkan 1 jam.
3. Disraing dengan crucible kering (porositas 2) yang mengandung 0.5 gram celite kering.
4. Dicuci dengan 2x10 ml etanol 78 %, 2x10 ml aseton.
5. Dikeringkan pada suhu 105°C semalam atau hingga berat konstan, setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang ( $D_2$ ).
6. Diabukan pada tanur 500°C selama minimal 5 jam, kemudian didinginkan dalam desikator, dan ditimbang ( $I_2$ ).

Penentuan serat makanan total (TDF) :

Serat makanan total ditentukan dengan menjumlahkan nilai serat makanan tidak larut dan serat makanan larut.

Blanko :

Nilai blanko untuk serat makanan tidak larut (IDF) dan serat larut (SDF) diperoleh dengan cara yang sama, namun tanpa menggunakan sampel. Nilai blanko sekali-kali perlu diperiksa ulang, terutama jika enzim dari kemasan baru.

$$\text{Nilai IDF (dalam \% berat kering)} = ((D_1 - I_1 - B_1) / w) \times 100 \%$$

$$\text{Nilai SDF (dalam \% kering)} = ((D_2 - I_2 - B_2) / w) \times 100 \%$$

$$\text{Nilai TDF} = \text{Nilai SDF} + \text{IDF}$$

Keterangan :

w = berat sampel (g)

D = berat setelah dianalisis dan dikeringkan (g)

I = berat setelah diabukan (g)

B = berat blanko bebas serat (g)

**j. Kadar Asam Folat Metode Mikrobiologi (dalam cara uji asam folat pada SNI 01-3751-2000)**

Analisis kadar asam folat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu pengembangbiakan mikroba *Lactobacillus casei*, persiapan contoh, dan persiapan larutan asam folat standar. Pada tahap pengembangbiakan mikroba, mikroba diinokulasikan pada media *inoculum broth* dan diinkubasi selama 18 jam pada suhu 37°C. Enam jam sebelum dilakukan tes, inokulasikan 2 tetes ( $\pm 0.1$  ml) biakan tersebut ke dalam 10 ml mikro *inoculum broth*, kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 6 jam (medium A).

Tahap persiapan contoh dimulai dengan menimbang 1-3 g contoh homogen ke dalam erlenmeyer. Larutkan dengan 30 ml larutan buffer pH 6.1 dan diotoklaf pada suhu 102°C selama 20 menit, selanjutnya dipindahkan ke dalam labu takar 100 ml dan ditambahkan 0.8 ml CaCl<sub>2</sub> 2 %. Larutan ditera dengan akuades, kemudian disaring dan diencerkan samapi akhir pengenceran kira-kira mengandung 0.2 µg/ml asam folat (larutan B). Tahap penyiapan larutan asam folat standar dilakukan dengan menimbang 50 mg asam folat standar ke dalam labu takar 50 ml, dilarutkan dengan 100 ml akuades, ditambahkan 50 ml NaOH 0.1 N dan 100 ml. Diencerkan sampai dengan tanda tera kemudian disimpan dalam refrigerator. Beberapa menit sebelum diperlukan, encerkan 10 ml larutan standar sehingga mengandung 0.2 µg/ml asam folat (larutan C).

Analisis dilakukan dengan menyiapkan seri larutan asam folat standar (larutan c, akuades, dan medium *bacto folic acid*) dan seri larutan contoh (larutan B, akuades, dan medium *bacto folic acid*) dalam tabung



reaksi. Tabung disterilkan selama 10 menit pada suhu 121°C. Inokulasi dengan pipet steril 1 tetes medium A ke dalam semua tabung reaksi kecuali pada blanko, kemudian dikocok pelan-pelan. Tabung diinkubasi pada suhu 37°C selama 19 jam kemudian serentak didinginkan dalam penangas air es. Larutan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 575 nm.

#### k. Daya Cerna Protein Metode Enzimatik (Hsu *et al.*, 1977)

Ditimbang sejumlah sampel dengan berat kurang lebih mengandung 6.25 mg protein/ml akuades. 50 ml suspensi sampel ditempatkan dalam gelas piala, kemudian pH diatur menjadi 8.0. Selanjutnya suspensi sampel dipanaskan pada suhu 37°C selama 5 menit. Ditambahkan larutan multienzim (1.6 mg tripsin, 3.1 mg kimotripsin, dan 1.3 mg peptidase dalam 1 ml) sebanyak 5 ml yang telah diatur pHnya menjadi 8.0. Suspensi diaduk sambil dipanaskan pada suhu 37°C selama 10 menit. Waktu dihitung dari saat larutan enzim mulai ditambahkan. Selanjutnya suspensi diukur pHnya. pH yang terukur dimasukkan ke dalam persamaan  $y = 21.464 - 18.103x$  dimana y adalah persentase daya cerna protein dan x adalah pH suspensi sampel pada menit ke-10 yang terukur.

### 6. Analisis Sifat Fisik Produk *Flakes*

#### a. Warna metode Hunter (Hutching, 1999)

Pengukuran warna *flakes* dilakukan dengan alat *chromameter*. Warna lempengan *flakes* ditempelkan pada detektor digital lalu angka hasil pengukuran akan terbaca pada layar. Pada alat ini angka yang terukur berupa nilai-nilai L, a, b, dan h° (*hue*), dimana :

L = nilai yang menunjukkan kecerahan berkisar 0-100

a = merupakan warna campuran merah-hijau

a positif (+) antara 0-100 untuk warna merah

a negatif (-) antara 0-(-80) untuk warna hijau

b' = merupakan warna campuran biru-kuning

b positif (+) antara 0-70 untuk warna kuning

b negatif (-) antara 0-(-80) untuk warna biru

Nilai  $^{\circ}$ hue yang terukur menunjukkan golongan warna tertentu menurut kisarannya seperti yang ditampilkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Parameter warna berdasarkan nilai  $h^{\circ}$  (*hue*)

Warna	Nilai $h^{\circ}$ ( <i>hue</i> )
<i>Red purple</i>	342 - 18
<i>Red</i>	15 - 54
<i>Yellow red</i>	54 - 90
<i>Yellow</i>	90 - 126
<i>Yellow green</i>	126 - 162
<i>Green</i>	162 - 198
<i>Blue green</i>	198 - 234
<i>Blue</i>	234 - 270
<i>Blue purple</i>	270 - 306
<i>Purple</i>	306 - 342

#### b. Kekerasan

Tekstur produk ditentukan secara objektif menggunakan alat Rheoner. Sampel ditekan dengan *plunger* berbentuk silinder yang berdiameter 4 mm. Pengukuran dilakukan dengan *chart speed* 60 mm/menit. Beban yang digunakan adalah 2 V sehingga skala penuh chart adalah 2000 gf. *Table speed* yang digunakan adalah 0.5 mm/detik. Tingkat kekerasan produk dinyatakan dalam gram gaya (gf) yang berarti besarnya gaya tekan yang diperlukan untuk deformasi produk sampai pecah.

#### c. Ketahanan Renyah dalam Susu

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan ketahanan *flakes* saat disajikan bersama dengan susu cair dalam keadaan masih cukup renyah saat dikonsumsi. Penentuan ketahanan dilakukan dengan cara menuangkan produk ke dalam mangkok kemudian dituangkan susu cair secukupnya hingga produk dapat mengapung. Waktu *flakes* untuk dapat bertahan

mengapung di permukaan hingga tekstur tidak cukup renyah dihitung sebagai waktu ketahanan dalam susu.

#### 7. Penentuan Kecukupan Sarapan dan Kecukupan Gizi Produk Per Takaran Saji

Berdasarkan hasil analisa nutrisi produk *flakes*, maka dapat ditentukan persentase kecukupan gizi berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) anak-anak usia 6-10 tahun dan kecukupan sarapan berdasarkan *intake* sarapan yang dianjurkan oleh Ebrahim (1994) per takaran saji yang digunakan, yaitu 35 g.

#### C. RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dari perlakuan sebagai berikut :

$A_1 = 1 : 1$  (Tepung ubi jalar : Tepung kecambah kedelai)

$A_2 = 3 : 2$  (Tepung ubi jalar : Tepung kecambah kedelai)

$A_3 = 2 : 1$  (Tepung ubi jalar : Tepung kecambah kedelai)

Data hasil uji organoleptik diolah dengan menggunakan program SPSS Windows 11.0 (analisis *univariate*) apabila terdapat beda nyata akan dilanjutkan dengan uji Duncan dan uji Friedman test untuk hasil uji rangking.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. KOMPOSISI KIMIA BAHAN BAKU UTAMA

Pada penelitian ini, komposisi kimia bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan flakes, yaitu tepung ubi jalar, tepung kecambah kedelai, dan *wheat germ* terlebih dahulu dianalisis komposisi kimianya sebagai dasar untuk melakukan tahap formulasi. Analisis kimia yang dilakukan terdiri dari analisis proksimat,  $\beta$ -karoten, vitamin E (total tokoferol), asam lemak tidak jenuh (ALTJ) dan asam folat. Analisis proksimat terdiri dari analisis kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat (*by difference*). Berikut ini adalah hasil analisis kimia terhadap ketiga bahan baku utama dalam pembuatan *flakes* (Tabel 14).

Tabel 14. Data hasil analisis kimia bahan baku utama

Komponen	Tepung Ubi Jalar	Tepung Kecambah Kedelai <sup>b</sup>	Tepung <i>Wheat Germ</i>
Air (% bk)	7.97	4.59	10.20
Abu (% bk)	2.17	4.21	4.08
Protein (% bk)	2.50	40.49	35.16
Lemak (% bk)	0.54	24.09	9.57
Karbohidrat (% bk)	86.82	26.62	40.99
$\beta$ -karoten (ppm)	45.88	11.38	11.09
Vitamin A (IU) <sup>a</sup>	7646.67	1896.67	1848.33
Vitamin E (mg/100 g)	-	0.58	0.04
Serat makanan (% bk)	12.46	16.40	19.03
- Serat Larut (SML)	5.14	5.78	7.00
- Serat Tidak Larut (SMTL)	7.32	10.62	12.03
Asam folat ( $\mu$ g/100 g)	-	-	6
ALTJ (%)	-	-	7.52
Kalori (kkal/100 g)	312.30	419.65	314.61

Keterangan : - tidak dianalisis

<sup>a</sup> Hasil konversi  $\beta$ -karoten dengan faktor konversi 1 RE=6  $\mu$ g  $\beta$ -karoten (10 IU) (Winarno, 1988)

<sup>b</sup> Tepung kecambah kedelai dengan kulit

Berdasarkan hasil analisis terhadap kadar air terdapat perbedaan antara hasil yang diperoleh (10.20 %) dengan kadar air yang disebutkan pada literatur. Menurut Aykroyd dan Doughty (1970), kadar air *wheat germ* adalah berkisar 14 %. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya perbedaan varietas, gandum yang digunakan pada penelitian ini dengan gandum pada literatur. Selain itu, faktor penyimpanan juga dapat mempengaruhi kadar air bahan pangan. Analisis dengan menggunakan metode proksimat seperti yang dilakukan pada penelitian ini juga menjadi salah satu kemungkinan penyebab perbedaan kadar air yang diperoleh dengan hasil pada literatur.

Kadar air pada tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai memiliki nilai yang lebih rendah daripada kandungan air pada bahan segarnya. Menurut Daftar Komposisi Bahan Makanan, kandungan air pada ubi jalar merah segar adalah sebesar 68.5 % dan kecambah kedelai sebesar 90.6 %. Hal ini terjadi karena kedua bahan tersebut telah mengalami serangkaian proses pengolahan terutama proses pengeringan yang dapat menghilangkan sebagian besar air pada bahan pangan tersebut.

Sebagian besar makanan, yaitu sekitar 96 % terdiri dari bahan organik dan air, sisanya terdiri dari unsur mineral. Unsur mineral juga dikenal sebagai zat anorganik atau abu. Dalam proses pembakaran, bahan-bahan organik terbakar tetapi zat anorganiknya tidak, karena itulah disebut dengan abu (Winarno, 1988).

Pada kadar abu, hasil analisis terhadap tepung ubi jalar ternyata memiliki nilai yang paling rendah diantara yang lain, sedangkan tepung kecambah kedelai memiliki nilai yang paling tinggi diantara ketiganya. Hal ini menunjukkan bahwa sumbangan mineral dari tepung ubi jalar tidak sebanyak pada tepung kecambah kedelai maupun *wheat germ*.

Protein adalah salah satu nutrisi yang penting bagi tubuh, terutama untuk masa pertumbuhan dan perkembangan seperti masa anak-anak. Kandungan protein pada analisis kimia bahan baku ini dilakukan dengan menggunakan metode mikro Kjeldahl. Prinsip metode ini adalah senyawa nitrogen dalam sampel diubah menjadi amonium sulfat dengan penambahan asam sulfat pekat untuk menangkap unsur nitrogen sampel pada proses destruksi. Selanjutnya dengan proses destilasi, amoniak dari amonium sulfat dipisahkan dan ditampung

menggunakan larutan asam borat dan kemudian dititrasi dengan menggunakan larutan HCl.

Sumbangan protein terbesar dari ketiga bahan baku utama pembuatan *flakes* ini adalah dari tepung kecambah kedelai (40.49 %) dan *wheat germ* (35.16 %), sedangkan tepung ubi jalar hanya mengandung 2.50 %. Kandungan protein yang rendah pada tepung ubi jalar ini dinilai wajar karena sesungguhnya penggunaan tepung ubi jalar ini adalah karena potensinya sebagai sumber karbohidrat, bukan sebagai sumber protein.

Berdasarkan literatur, kandungan protein kecambah kedelai segar seperti yang dikemukakan oleh Augustin dan Klein (1989) adalah sebesar 44 %. Dengan demikian, tepat apabila kecambah kedelai dijadikan sebagai sumber protein pada produk *flakes*. Sedangkan untuk kandungan protein *wheat germ* lebih besar dari yang disebutkan oleh Aykroyd dan Doughty (1970), yaitu sebesar 31.1 %. Hal ini dapat diakibatkan oleh perbedaan varietas gandum yang digunakan pada penelitian ini dengan gandum yang diteliti pada literatur.

Kandungan lemak pada tepung kecambah kedelai dengan kulit mencapai 24.09 %. Nilai yang tinggi ini mungkin disebabkan oleh terdapatnya lemak pula pada bagian kulit kecambah. Berdasarkan hasil analisa yang dapat dilihat pada Tabel 15, ternyata nilai kadar lemak *wheat germ* lebih rendah daripada literatur (10.1 %). Rendahnya nilai lemak ini mungkin disebabkan oleh perbedaan kualitas pada gandum yang digunakan pada literatur dengan yang digunakan pada penelitian ini.

Kandungan lemak yang terdapat pada *wheat germ*, diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi produk *flakes* yang dihasilkan pada kandungan asam lemak tak jenuh (ALTJ). Menurut Lockhart dan Nesheim (1978), kandungan ALTJ pada *wheat germ* adalah sebesar 8.18 mg/g (0.818 %). ALTJ terdiri dari berbagai macam asam lemak tak jenuh esensial seperti asam lemak  $\omega$ -9,  $\omega$ -6, hingga  $\omega$ -3. Asam lemak tak jenuh yang banyak terdapat pada *wheat germ* adalah asam linoleat.

Kandungan karbohidrat tepung ubi jalar yang dihasilkan cukup tinggi, yaitu 86.82 % sehingga diharapkan dapat menggantikan bahan dasar *flakes* pada umumnya (*corn flakes*), yaitu jagung sebesar 73.7 % untuk tepung jagung kuning

maupun putih (Direktorat Gizi Depkes RI, 1981). Kandungan karbohidrat dapat berupa serat makanan selain gula. Pada *wheat germ*, kandungan serat makanannya memiliki nilai yang paling tinggi diantara tepung kecambah kedelai dan tepung ubi jalar. Jenis serat yang lebih banyak terdapat pada ketiga bahan adalah serat tidak larut dengan persentase hampir dua kali lipat dari serat larut. Hasil ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Muchtadi (2000), bahwa serat makanan tidak larut (IDF) merupakan kelompok terbesar dari TDF dalam makanan, sedangkan serat larut hanya menempati jumlah sepertiganya.

Berdasarkan komposisi kimia diatas dapat dilihat bahwa kandungan vitamin A pada tepung ubi jalar merah yang digunakan jumlahnya sedikit berbeda (7646.67 IU) dari jumlah vitamin A tepung ubi jalar merah pada Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM), yaitu sebesar 7700 IU. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu bervariasinya kandungan karoten ubi jalar dan terjadinya kerusakan selama pembuatan tepung ubi jalar.

Menurut Winarno (1988), vitamin A pada umumnya stabil terhadap panas, asam, dan alkali. Sayangnya mempunyai sifat yang sangat mudah teroksidasi oleh udara dan akan rusak bila dipanaskan pada suhu tinggi bersama udara, sinar, dan lemak yang tengik. Pada penelitian ini, hilang atau rusaknya sebagian besar karoten pada ubi jalar dapat terjadi selama proses pengukusan dan pengeringan. Proses pengeringan yang digunakan adalah menggunakan *drum drier*, dimana kesempatan untuk kontak langsung dengan udara tinggi dipicu pula oleh pemanasan pada suhu tinggi.

Perlu diinformasikan sebelumnya bahwa pada penelitian ini kecambah kedelai yang digunakan adalah kecambah kedelai dengan kulit. Hal ini dilakukan karena pada penelitian terdahulu kecambah kedelai yang ditepungkan adalah kecambah kedelai bebas kulit. Namun, timbul dugaan bahwa pada kulit yang tidak digunakan kemungkinan juga terdapat kandungan vitamin E atau tokoferol selain pada kecambahnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan penelitian terlebih dahulu perbedaan kandungan tokoferol pada tepung kecambah kedelai dengan kulit dan tepung kecambah kedelai tanpa kulit. Selain itu, keikutsertaan kulit kecambah kedelai pada tepung mungkin akan menambah pula

kandungan serat makanan pada tepung kecambah kedelai. Hasil analisis total tokoferol terhadap kedua jenis kecambah dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Kandungan total tokoferol dan serat makanan pada tepung kecambah kedelai dengan kulit dan tanpa kulit

Jenis Kecambah Kedelai	Total Tokoferol (mg/100 g)	Serat Makanan (%)	
		SMTL	SML
Dengan kulit	0.58	10.62	5.78
Tanpa kulit	0.71	8.89	6.30

Keterangan :

SML = serat makanan larut

SMTL = serat makanan tidak larut

Kadar total tokoferol pada tepung kecambah kedelai dengan kulit dan tanpa kulit terdapat perbedaan, dimana tepung kecambah kedelai dengan kulit nilainya lebih rendah daripada tepung kecambah kedelai tanpa kulit. Hal ini membuktikan bahwa kandungan tokoferol pada kulit sangat kecil atau bahkan mungkin tidak ada sama sekali. Kandungan tokoferol pada tepung kecambah kedelai tanpa kulit setelah ditambahkan tahap blansir ini mengalami penurunan yang tidak terlalu besar dibandingkan tidak menggunakan tahap blansir seperti yang dilakukan pada penelitian terdahulu oleh Erna (2004), dimana kandungan tokoferol tepung kacang kedelai tanpa kulit pada penelitian ini adalah sebesar 38.5121 ppm, sedangkan kacang kedelai dengan kulit sebesar 29.7128 ppm sehingga dapat dikonversikan menjadi 0.71 mg/100 g dan 0.58 mg/100 g.

Ditambahkannya tahap pemblansiran selain dapat mengurangi *aftertaste* mentah atau langu pada tepung kecambah kedelai tanpa blansir, tetapi juga memiliki kelemahan, yaitu akan terjadi penurunan zat gizi terutama pada kandungan vitamin E (tokoferol) karena lebih lama terekspos dengan udara. Menurut Winarno (1988), vitamin E cenderung tahan terhadap suhu tinggi dan asam, tetapi mudah teroksidasi terutama bila ada lemak yang tengik, timah, dan garam besi, serta mudah rusak oleh sinar ultraviolet. Selain itu, dengan tahap pemblansiran waktu pengeringan menjadi lebih lama, yaitu kurang lebih 3 jam hingga kacang kedelai kering dapat dipatahkan. Lama pengeringan yang lebih panjang ini akan menimbulkan kemungkinan lebih banyaknya kerusakan pada beberapa zat gizi pada kacang kedelai.



Tepung kecambah kedelai yang selanjutnya digunakan pada produk *flakes* ini adalah tepung kecambah kedelai dengan kulit mengingat kulit kecambah dapat menambah pula kandungan serat makanan pada *flakes* selain dari tepung ubi jalar, namun tetap memiliki kandungan tokoferol yang cukup tinggi. Selain itu, tepung kecambah kedelai dengan kulit ini dinilai lebih efektif dan efisien untuk digunakan sebagai salah satu bahan dasar dalam pembuatan *flakes* daripada tepung kecambah kedelai tanpa kulit karena tidak perlu memisahkan kulit dari kecambahnya sehingga pembuatannya lebih mudah.

Berdasarkan Tabel 14 dapat dilihat bahwa kandungan tokoferol pada *wheat germ* yang digunakan pada penelitian ini ternyata memiliki jumlah yang jauh lebih rendah (0.04 mg/100 g *wheat germ*) daripada kandungan tokoferol menurut Bauernfeind (1980), yaitu sebesar 2.642 mg/100 g minyak *wheat germ* yang telah dimurnikan atau 22.1822 mg/100 g *wheat germ*. Hal ini mungkin disebabkan oleh terjadinya kerusakan selama proses pembuatan tepung terigu berlangsung, rusak karena penyimpanan dengan kondisi suhu yang kurang sesuai, atau terlalu banyak terkena udara atau sinar ultraviolet. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, bahwa tokoferol dapat rusak oleh adanya oksigen dan proses oksidasi dapat dipercepat bila terkena cahaya, panas, alkali, dan adanya logam  $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$  (Andarwulan dan Koswara, 1992). Selain itu, rendahnya kandungan tokoferol pada *wheat germ* ini mungkin juga disebabkan oleh peran tokoferol sebagai antioksidan untuk melindungi kandungan PUFA dalam *wheat germ* itu sendiri.

Akibat rendahnya kandungan tokoferol dalam tepung *wheat germ* yang digunakan pada pembuatan *flakes* ini, maka dilakukan rekonstruksi terhadap *wheat germ* dengan menambahkan suplemen vitamin E dengan kandungan tokoferol sebesar 893.23 mg/100 g minyak dengan asumsi *wheat germ* yang digunakan adalah *fresh germ* seperti yang disebutkan oleh Bauernfeind (1980). Dengan demikian, jumlah *wheat germ* yang digunakan adalah sebesar 97.52% dan ditambah dengan suplemen vitamin E sebesar 2.48% untuk mencapai jumlah tokoferol *fresh germ* (Lampiran 5).

Kandungan asam folat dalam *wheat germ* yang digunakan juga jauh lebih rendah (0.06 ppm atau 6  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) daripada kandungan asam folat seperti yang

disebutkan oleh Belits dan Grosch (1999), yaitu sebesar 5.2 ppm. Menurut Winarno (1988), asam folat memiliki sifat sedikit larut dalam air, mudah dioksidasi dalam larutan asam dan peka terhadap sinar matahari. Dalam larutannya bila disimpan dalam suhu kamar dan pemasakan yang normal asam folat banyak yang hilang. Dijelaskan lebih lanjut oleh Andarwulan dan Koswara (1992), bahwa kerusakan folasin akan dipercepat dengan adanya tembaga, sinar matahari, udara disertai dengan adanya riboflavin. Oleh karena itu, pada formulasi ini yang digunakan sebagai acuan adalah kandungan asam folat menurut Belits dan Grosch (1999), yaitu 5.2 ppm atau 520 µg/100 g.

## B. FORMULASI BAHAN

Pada penelitian ini dilakukan formulasi terhadap bahan dasar yaitu berupa tepung ubi jalar, tepung kecambah kedelai, dan *wheat germ* setelah diketahui komposisi kimianya, menjadi 3 formula berdasarkan perbandingan jumlah tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai dengan jumlah total kedua bahan tersebut adalah 85 % total adonan, yaitu 1 : 1 (A1), 3 : 2 (A2), dan 2 : 1 (A3), dengan jumlah *wheat germ* tetap, yaitu sebesar 15 % dan ditambah dengan bahan pelengkap lain, yaitu gula, garam, tepung tapioka dan skim. Penggunaan bahan dasar tepung ubi jalar dalam jumlah yang selalu lebih besar daripada tepung kecambah kedelai ini dengan pertimbangan kandungan karbohidrat yang tinggi (mengandung pati) dari tepung ubi jalar penting untuk membentuk konsistensi *flakes* yang dihasilkan.

Tahap formulasi dilakukan dengan mempertimbangkan pula faktor kecukupan sarapan menurut Ebrahim (1994), bahwa makanan sarapan yang dapat dikonsumsi setiap pagi khususnya oleh anak-anak sehat adalah roti, margarin, dan teh atau yang mengandung 208 kkal, protein 6.6 g, dan vitamin A 147 IU.

Kecukupan gizi produk *flakes* ini juga dapat diharapkan dapat memenuhi kecukupan gizi anak-anak khususnya usia 7-10 tahun berdasarkan *Recommended Dietary Allowances* (RDA) 1989 pada kandungan asam folat, yaitu sebesar 100 µg, vitamin E (tokoferol) sebesar 7 mg, kalori sebesar 2000 kkal, protein 52 g, vitamin A (karoten) 7000 IU, kebutuhan harian serat makanan yang dianjurkan sebesar 25 g dan menurut rekomendasi dari Machlin (1991) pada kandungan

PUFA yang dapat dikonsumsi adalah sebesar 17.5 g agar rasio mg tokoferol dan g PUFA adalah minimal sebesar 0.4 untuk anak-anak. Selain memenuhi standar *intake* sarapan menurut Ebrahim (1994) dan US RDA 1989 untuk anak-anak usia 7-10 tahun pada zat gizi vitamin E, asam folat, serat makanan, dan PUFA dari Machlin (1991).

Konsumsi sarapan sangat diperlukan bagi tubuh untuk mensuplai gula darah. Dengan kadar gula darah yang terjamin normal, maka gairah dan konsentrasi kerja bisa lebih baik, lebih jauh lagi akan berdampak positif untuk meningkatkan produktivitas seseorang, terutama untuk anak-anak untuk memulai kegiatan belajarnya di sekolah.

Ukuran saji yang biasa digunakan pada produk-produk sarapan komersial bervariasi, yaitu berkisar 25 sampai dengan 40 g. Namun, pada dasarnya penentuan ukuran saji ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan sarapan konsumen dengan mengkonsumsi produk sarapan tersebut sejumlah ukuran atau takaran saji yang dianjurkan. Pada penelitian ini takaran saji yang digunakan adalah sebesar 35 gram dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan sarapan anak-anak seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Persentase kecukupan sarapan dan kecukupan gizi masing-masing formula per takaran saji dapat dilihat pada Tabel 16, 17, dan 18.

Tabel 16. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 1:1 / A1 per takaran saji (35 g)

Nutrisi	Total per 100 g	Total per 35 g	% Kecukupan Sarapan	% AKG
Kalori (kkal)	358.27	125.39	60.28	6.27
Protein (g)	23.54	8.24	124.85	15.84
Serat/TDF (g)	15.11	5.29	--	21.16 <sup>a</sup>
Vitamin A (IU)	4326.28	1514.19	1030.06	21.63
Vitamin E (mg)	3.58	1.25	--	17.86
Folat (µg)	78	27.3	--	27.3
ALTJ (g)	1.05	0.37	--	2.1 <sup>b</sup>

Keterangan : -- data tidak ditemukan

<sup>a</sup> Berdasarkan kebutuhan harian

<sup>b</sup> Berdasarkan rasio 0.4 mg tokoferol/g ALTJ (Machlin, 1991)

Tabel 17. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 3:2 / A2 per takaran saji (35 g)

Nutrisi	Total per 100 g	Total per 35 g	% Kecukupan Sarapan	% AKG
Kalori (kkal)	349.14	122.20	58.75	6.11
Protein (g)	20.32	7.11	107.73	13.67
Serat/TDF (g)	14.78	5.17	--	20.68 <sup>a</sup>
Vitamin A (IU)	4815.04	1685.26	1146.44	24.08
Vitamin E (mg)	3.53	1.24	--	17.71
Folat (µg)	78	27.3	--	27.3
ALTJ (g)	1.05	0.37	--	2.1 <sup>b</sup>

Keterangan : -- data tidak ditemukan

<sup>a</sup> Berdasarkan kebutuhan harian

<sup>b</sup> Berdasarkan rasio 0.4 mg tokoferol/g ALTJ (Machlin, 1991)

Tabel 18. Formulasi untuk perlakuan tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 2:1 / A3 per takaran saji (35 g)

Nutrisi	Total per 100 g	Total per 35 g	% Kecukupan Sarapan	% AKG
Kalori (kkal)	343.06	120.07	57.73	6.00
Protein (g)	18.16	6.36	96.30	12.22
Serat/TDF (g)	14.56	5.09	--	20.36 <sup>a</sup>
Vitamin A (IU)	5141.07	1799.37	1224.06	25.71
Vitamin E (mg)	3.49	1.22	--	17.43
Folat (µg)	78	27.3	--	27.3
ALTJ (g)	1.05	0.37	--	2.1 <sup>b</sup>

Keterangan : -- data tidak ditemukan

<sup>a</sup> Berdasarkan kebutuhan harian

<sup>b</sup> Berdasarkan rasio 0.4 mg tokoferol/g ALTJ (Machlin, 1991)

Berdasarkan ketiga formula dapat dilihat bahwa dengan 35 g *flakes* dapat memenuhi standar *intake* sarapan terutama pada kalori mencapai 60.28 % dan protein mencapai lebih dari 100 %. Namun demikian, nilai persentase kecukupan gizi pada kalori dan protein masih dibawah 100% sehingga masih memungkinkan bagi konsumen untuk mengkonsumsi sumber kalori dan protein dari bahan pangan lain terutama saat makan siang dan malam. Kecukupan sarapan akan protein

penting untuk diperhatikan karena pada masa ini terjadi peristiwa pertumbuhan dan perkembangan anak yang memerlukan sumbangan protein dalam jumlah besar.

Pada kandungan protein yang melebihi nilai kecukupan sarapannya tidak akan menimbulkan resiko keracunan. Protein yang dikonsumsi oleh seseorang, dalam tubuh akan diubah menjadi energi, glukosa, dan lemak. Konsumsi protein yang berlebih akan mengakibatkan protein tidak sepenuhnya digunakan sebagai energi. Protein yang tersisa akan disimpan dalam bentuk lemak dan juga diubah menjadi glukosa sehingga berfungsi pula sebagai penstabil kadar gula dalam darah dan menyediakan keperluan glukosa oleh otak.

Konsumsi protein yang amat berlebih dan ditunjang dengan kurangnya aktifitas akan mengakibatkan timbulnya kegemukan karena banyak protein yang diubah menjadi lemak atau dapat mengakibatkan penyakit diabetes. Namun, pada anak-anak dengan usia sekolah yang memiliki aktifitas tinggi dan kebutuhan yang besar akan protein pada masa pertumbuhan dapat meminimalisasi kemungkinan terjadinya kegemukan dan diabetes seperti diatas, kecuali memang pola makan dan gaya hidupnya yang buruk.

Berbeda dengan yang terjadi di negara-negara berkembang, di Amerika memiliki prevalensi kelebihan konsumsi protein yang cukup tinggi. Oleh karena itu, telah direkomendasikan jumlah maksimal konsumsi protein, yaitu tidak lebih dari dua kali jumlah protein yang direkomendasikan oleh RDA untuk dikonsumsi oleh seseorang, sedangkan WHO menyarankan agar konsumsi protein tidak lebih dari 15 % total kalori (Sizer dan Whitney, 2000).

Pada nilai ALTJ dapat memenuhi rasio mg tokoferol dan g ALTJ lebih dari 0.4. Nilai rasio tokoferol dan ALTJ yang tinggi dapat memberikan nilai positif bagi produk yang dihasilkan karena dengan demikian jumlah vitamin E (tokoferol) yang dapat berperan sebagai antioksidan bagi kemungkinan timbulnya radikal bebas dari ALTJ maupun vitamin A yang terdapat pula pada produk *flakes* ini jumlahnya cukup.

0.9 cm. Keuntungan dari semakin tipisnya ketebalan adalah dapat mempersingkat waktu pengeringan sehingga kemungkinan terjadinya kerusakan zat gizi dapat diminimalisasi serta jumlah produk akhir yang didapat menjadi lebih banyak. Bentuk *flakes* yang diharapkan adalah tipis dan renyah sehingga dapat bertahan mengapung lebih lama apabila disajikan dengan susu cair.

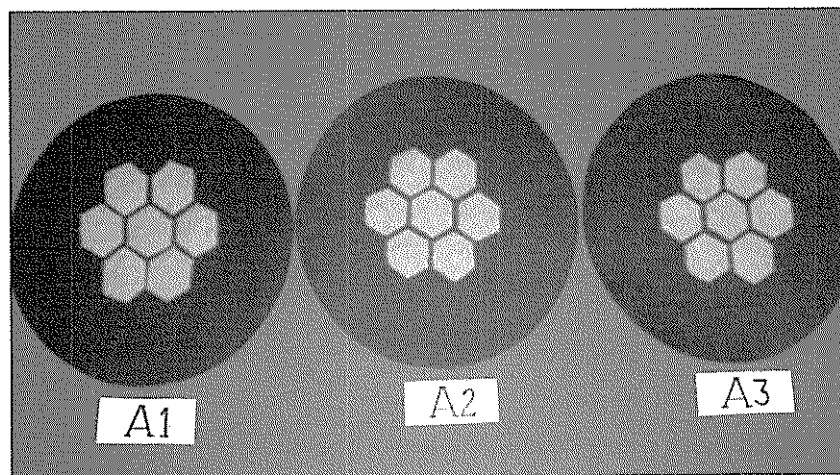
#### **D. NILAI ORGANOLEPTIK *FLAKES***

Pengujian organoleptik dilakukan untuk mengetahui penerimaan calon konsumen, dalam hal ini adalah panelis dengan menggunakan alat-alat sensori panelis meliputi penglihatan, pembau, peraba, dan perasa untuk menilai organoleptik suatu produk yang disajikan. Uji kesukaan (hedonik) merupakan salah satu pengujian organoleptik yang paling sering digunakan untuk tujuan pengembangan produk yang sudah ada di pasaran, seperti halnya pada penelitian ini, yaitu mengembangkan produk *flakes* dengan bahan ubi jalar, kecambah kedelai dan *wheat germ* karena produk sejenis yang beredar di pasaran menggunakan bahan dasar dari sereal (jagung dan gandum). Namun demikian, pengujian secara hedonik ini tidak dianjurkan untuk membandingkan produk baru tersebut dengan produk yang sudah ada sebelumnya. Pada uji hedonik ini akan menghasilkan data produk dengan tingkat kesukaan yang berbeda-beda dan panelis dituntut untuk tidak membandingkan sampel satu dengan yang lain.

Pada penelitian ini pengujian organoleptik dilakukan dengan menggunakan uji kesukaan (hedonik) dan rangking hedonik terhadap 3 formula *flakes* (A1, A2, dan A3) dan disajikan bersama susu cair. Skala penilaian yang digunakan adalah 5 tingkat, yaitu 1 untuk sangat tidak suka, 2 tidak suka, 3 netral, 4 suka, dan 5 sangat suka, karena diharapkan panelis yang merupakan anak-anak dapat lebih mudah untuk menilai organoleptik produk. Parameter yang diuji adalah warna, aroma, rasa, dan tekstur (kerenyahan). Data nilai rata-rata kesukaan panelis hasil pengujian organoleptik dapat dilihat pada Tabel 19 dan diilustrasikan dalam bentuk histogram kesukaan pada masing-masing parameter pada Gambar 9.

### C. PEMBUATAN *FLAKES*

Tahap-tahap dalam pembuatan *flakes* pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh Khasanah (2004), yaitu pencampuran bahan baku dan bahan pelengkap (termasuk air), *pelleting*, pengepresan dengan rol (*flaking*), dan pengovenan. Jumlah air yang ditambahkan pada pembuatan *flakes* dalam penelitiannya berkisar 30 % total adonan serta ditambahkan tepung tapioka karena memiliki kontribusi dalam menciptakan tekstur *flakes* yang renyah, kecerahan warna produk, serta memiliki daya rekat. Namun, pada penelitian ini pembuatan *flakes* dicoba dengan cara memipihkan adonan menjadi lembaran tipis dengan ketebalan tertentu, kemudian dipotong sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan dan tahap selanjutnya adalah pengeringan. Cara yang terakhir tersebut dinilai lebih praktis dengan tetap menggunakan prinsip pemipihan (*flaking*) dari pembuatan *flakes* dan meminimalkan proses pemanasan terhadap bahan. Berikut ini adalah gambar produk *flakes* yang dihasilkan (Gambar 8).



Gambar 8. Produk *flakes* ubi jalar-kecambah kedelai-*wheat germ*

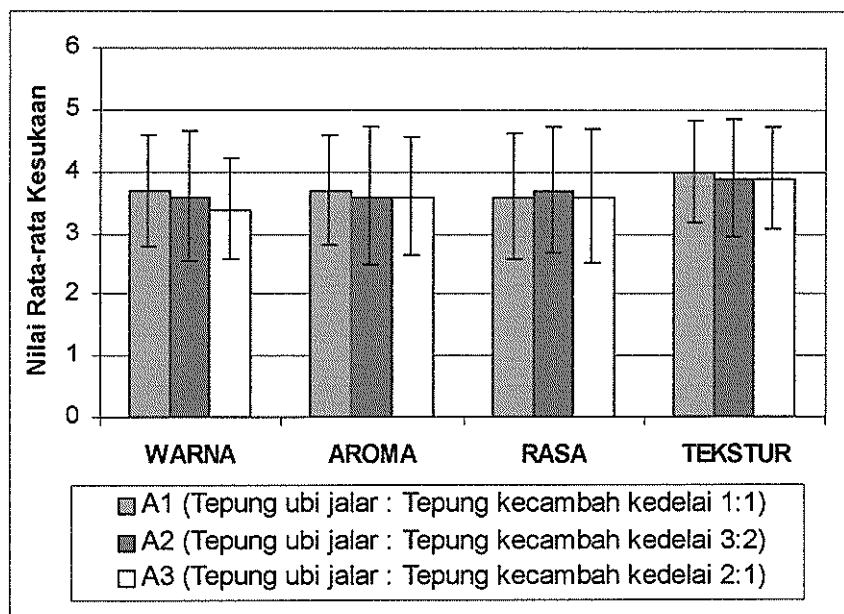
A1= tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 1:1

A2= tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 3:2

A3= tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 2:1

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

Keseragaman tebal flakes yang dihasilkan sangat perlu untuk diperhatikan karena *flakes* yang tidak seragam akan mengurangi nilai dari segi penampilan dan jika terlalu tebal akan menghasilkan produk akhir yang kurang renyah. Ketebalan *flakes* yang dihasilkan berkisar 0.8 mm dengan panjang sisi sebesar kurang lebih



Gambar 9. Diagram nilai rata-rata kesukaan *flakes* ubi jalar-kecambah kedelai-*wheat germ*

Tabel 19. Hasil uji hedonik *flakes* pada parameter warna, aroma, rasa, dan tekstur

Formula	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
A1	3.7	3.7	3.6	4.0
A2	3.6	3.6	3.7	3.9
A3	3.4	3.6	3.6	3.9

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

### 1. Warna

Warna merupakan faktor yang memegang peranan penting dalam penilaian suatu produk karena pertama kali konsumen melihat produk dengan indera penglihatannya, maka kesan pertama yang didapat adalah warnanya. Dari sinilah mula-mula ditentukan penerimaan atau penolakan terhadap suatu produk.

Berdasarkan uji hedonik pada parameter warna ternyata ketiga formula dapat dilihat bahwa dengan jumlah tepung ubi jalar yang semakin tinggi ternyata menurunkan kesukaan panelis terhadap produk. Hal ini mungkin disebabkan oleh warna produk yang cenderung menjadi semakin gelap karena



akibat reaksi pencoklatan selama pengeringan, dimana diketahui bahwa tepung ubi jalar memiliki kandungan glukosa yang cukup tinggi sehingga memungkinkan terjadinya reaksi tersebut. Oleh karena itu, pengujian terhadap perbedaan warna ketiga formula dapat dilakukan dengan pengukuran secara objektif dengan menggunakan alat chromameter.

Skor rata-rata kesukaan panelis anak-anak terhadap warna *flakes* berkisar 3.7-3.4 atau cenderung menuju kepada suka sampai netral. Hal ini mungkin terjadi karena warna yang lebih dominan adalah tepung ubi jalar merah, yaitu berwarna kuning cerah daripada warna dari tepung kecambah kedelai. Selain itu, warna tepung kecambah kedelai nampaknya tidak terlalu mengganggu atau merubah penampilan produk akhir karena produk akhir masih berwarna kuning cerah yang disukai oleh anak-anak.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pula dapat diketahui bahwa perbandingan yang bervariasi pada ketiga formula *flakes* tidak memberikan perbedaan yang nyata dengan taraf nyata ( $\alpha$ ) 5% dengan nilai signifikansi 0.291 ( $p > 0.05$ ). Dan diperjelas dengan uji Duncan, bahwa memang ketiga formula tidak berbeda nyata ditunjukkan dengan homogenya ketiga sampel tersebut karena berada pada satu *subsets*.

## 2. Aroma

Citarasa bahan pangan sesungguhnya terdiri dari tiga komponen, yaitu aroma, rasa, dan rangsangan mulut. Aroma atau bau bahan makanan banyak menentukan kelezatan suatu bahan makanan. Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf *olfaktori* yang berada dalam rongga hidung ketika makanan masuk ke dalam mulut. Uji organoleptik terhadap parameter aroma menunjukkan hasil skor rata-rata kesukaan adalah 3.7-3.6 atau cenderung menuju kepada suka sampai netral.

Seperti halnya pada parameter warna, jumlah perbandingan tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai ternyata tidak memberikan hasil yang berbeda pada ketiga formula *flakes*. Hal ini mungkin disebabkan oleh lebih dominannya aroma ubi jalar daripada kecambah kedelai sampai dengan perbandingan tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai 1 : 1.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa penambahan kecambah kedelai dalam bentuk perbandingan dengan tepung ubi jalar ternyata tidak menampakkan hasil yang berbeda nyata karena nilai signifikansi yang lebih besar dari 0.05 dengan taraf nyata ( $\alpha$ ) 5%, yaitu sebesar 0.758 ( $p > 0.05$ ). Diperjelas pula kehomogenan ketiga formula tersebut dengan uji Duncan dan memang ternyata ketiga formula berada pada satu *subsets* yang sama.

### 3. 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 makanan yang dinilai. Secara umum, rasa merupakan faktor yang paling penting dalam keputusan terakhir konsumen untuk menerima atau menolak suatu makanan, walaupun warna, aroma, dan tekstur juga mempengaruhi.

Dari uji organoleptik ternyata skor rata-rata kesukaan pada parameter rasa ini panelis anak-anak menilai tidak 3.7-3.6 atau cenderung kepada suka sampai netral. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan tepung kecambah kedelai yang dikombinasikan dengan tepung ubi jalar tidak mengganggu penerimaan panelis anak-anak terhadap *flakes* yang disajikan. Hal ini mungkin juga disebabkan oleh tertutupinya rasa yang sedikit berbeda antar formula oleh susu cair ketika mengkonsumsi *flakes*.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dengan taraf nyata ( $\alpha$ ) 5% memberikan nilai signifikansi 0.904 ( $p > 0.05$ ), yang berarti ketiga formula tersebut sama sekali tidak berbeda nyata karena nilai signifikansi mendekati 1.000, dan diperjelas pula kehomogenan ketiga formula tersebut dengan uji Duncan dan memang ketiga formula berada pada satu *subsets* yang sama.

### 4. Tekstur (Kerenyahan)

Penilaian terhadap parameter tekstur dapat berupa kekerasan, elastisitas, dan kerenyahan. Kerenyahan suatu produk dinilai berdasarkan kemudahan untuk menggigit hingga produk patah. Pada produk *flakes*, kerenyahan memegang peranan penting pula dalam penerimaan konsumen. Hasil dari uji

organoleptik menunjukkan nilai skor rata-rata kesukaan 4.0-3.9 atau suka sampai netral. Dengan demikian, panelis anak-anak menyukai tekstur *flakes* pada perbandingan tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai hingga 1 : 1.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa ketiga formula *flakes* tidak berbeda nyata satu sama lain seperti pada parameter warna, aroma, dan rasa, dengan nilai signifikansi 0.705 ( $p > 0.05$ ) pada taraf nyata ( $\alpha$ ) 5%. Begitu pula ketika diperjelas dengan uji Duncan, terbukti bahwa ketiga formula homogen satu sama lain karena berada pada satu *subsets*.

## 5. Rangking

Ketiga formula *flakes* yang diuji organoleptik dilakukan pula perangkingan dengan menggunakan rangking hedonik. Panelis diharapkan dapat menilai produk yang paling disukai dari beberapa produk yang disajikan. Perbedaan rangking pada uji perbedaan dengan uji kesukaan seperti yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai rangking dapat saja sama satu atau lebih karena panelis menyukai semua produk yang disajikan tanpa ada yang lebih rendah ataupun lebih tinggi.

Berdasarkan hasil uji organoleptik ternyata ketiga formula yang disajikan memiliki nilai yang hampir sama. Namun demikian, formula A1 menduduki peringkat pertama dengan nilai 1.84, disusul oleh formula A2 dengan nilai 1.92, dan selanjutnya A3 dengan nilai 2.24.

## E. SIFAT FISIK *FLAKES*

Analisis sifat fisik pada 3 formula *flakes* yang dihasilkan meliputi pada warna, kekerasan, dan ketahanan dalam susu. Hal ini berhubungan pula dengan hasil uji organoleptik untuk memperjelas penerimaan panelis anak-anak terhadap parameter warna dan kekerasan produk *flakes* pada penelitian ini.

## 1. Warna

Penentuan warna *flakes* secara objektif pada penelitian ini digunakan alat *chromameter*. Berdasarkan hasil penentuan warna, dapat dilihat bahwa warna dari ketiga formula *flakes* tidak berbeda nyata satu sama lain, yaitu berada pada kisaran warna kuning kemerahan (*yellow red*) (Tabel 20). Dengan demikian dapat dimaklumi apabila pada uji organoleptik terhadap warna oleh panelis anak-anak menunjukkan data yang tidak berbeda nyata diantara ketiganya. Hasil ini memberikan keuntungan bahwa dengan komposisi atau persentase tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai yang bervariasi tidak akan mempengaruhi terhadap warna produk yang dihasilkan sehingga dapat diperoleh produk *flakes* dengan kandungan gizi yang optimal tanpa mempengaruhi pada sensori warna.

Tabel 20. Data hasil analisis fisik terhadap warna *flakes*

Formula	L	a	b	<i>hue</i> ( $h^{\circ}$ )	Warna
A1	63.04	+10.15	+75.98	82.5	Kuning kemerahan
A2	62.84	+11.28	+75.61	81.8	Kuning kemerahan
A3	61.82	+13.08	+76.33	80.35	Kuning kemerahan

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

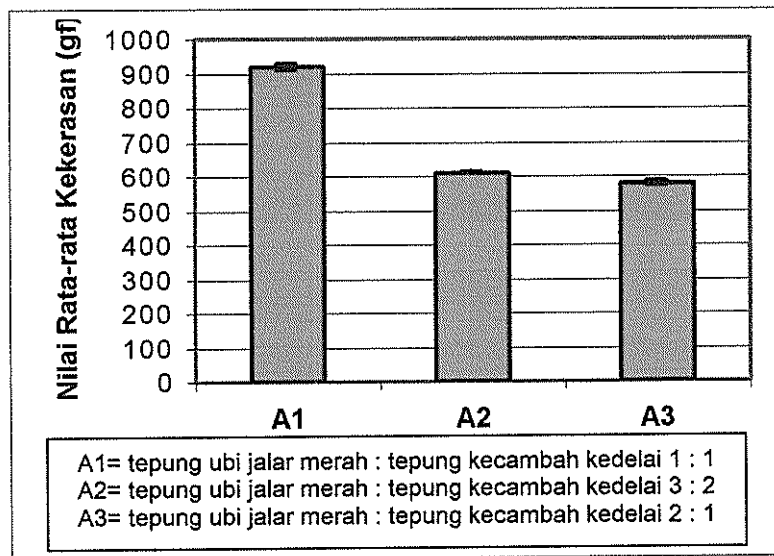
A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

## 2. Kekerasan

Berdasarkan pengukuran kekerasan dengan menggunakan alat *rheoner* yang memiliki prinsip tingkat kekerasan produk dinyatakan dalam gram gaya (gf) yang berarti besarnya gaya tekan yang diperlukan untuk deformasi produk sampai pecah. Semakin besar nilai kekerasan suatu produk berarti produk tersebut memiliki sifat yang kurang renyah daripada produk dengan nilai kekerasan yang lebih rendah.

Berdasarkan hasil pengukuran pada ketiga formula, maka dapat dilihat bahwa formula yang paling keras hingga paling tidak keras berturut-turut

adalah formula A1 (920 gf), formula A2 (610 gf), dan formula A3 (580 gf) (Gambar 10). Hal ini menunjukkan bahwa semakin besarnya persentase tepung kecambah pada formula mengakibatkan tingkat kekerasan meningkat karena semakin tingginya sumbangan serat makanan yang terdapat pada produk. Apabila dihubungkan dengan hasil uji organoleptik terhadap produk *flakes* oleh anak-anak, maka dapat dilihat bahwa panelis anak-anak lebih menyukai *flakes* dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi karena dapat menemukan sensasi mengunyah yang lebih tinggi daripada *flakes* formula lain.



Gambar 10. Diagram nilai rata-rata kekerasan produk *flakes* ubi jalar-kecambah kedelai-*wheat germ*

### 3. Ketahanan Renyah dalam Susu

Berdasarkan pengujian terhadap 3 formula *flakes*, ternyata ketiganya menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan produk sejenis di pasaran dengan bahan dasar yang berbeda (*corn flakes*), yaitu berkisar 3 menit 4 detik – 3 menit 23 detik, sedangkan produk *corn flakes* bertahan selama 1 menit 21 detik dan selebihnya produk menjadi tidak renyah lagi (melempem). Dari data yang diperoleh dapat dilihat bahwa A1 memiliki ketahanan dalam susu yang paling baik daripada A2 dan A3. Apabila dihubungkan dengan persentase komposisi tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai, ternyata nampak bahwa semakin banyak tepung kecambah kedelai yang ditambahkan,

semakin lama *flakes* bertahan dalam susu. Semakin tinggi persentase tepung kecambah kedelai, kandungan serat makanan semakin tinggi. Sehingga dengan demikian, ketahanan produk dalam susu kemungkinan dipengaruhi pula oleh kandungan serat makanan produk.

Semakin tinggi serat makanan dalam produk akan mengakibatkan produk menjadi kurang porous, sehingga kemampuan untuk menyerap susu saat disajikan bersama dengan susu cair lebih rendah. Akibatnya, produk menjadi lebih lama bertahan dalam susu atau dengan kata lain tidak cepat melempem. Apabila dibandingkan dengan *corn flakes*, kandungan serat makanan *flakes* hasil penelitian ini jumlahnya lebih tinggi, yaitu berkisar 17.02-23.81 %, sedangkan *corn flakes* sebesar 1.9 %. Pada saat pengujian, *corn flakes* lebih cepat melempem. Hal ini mungkin disebabkan oleh strukturnya yang lebih porous sehingga lebih mudah menyerap susu. Menurut Noguchi *et al.* (1981), peningkatan lemak dan serat kasar dapat menyebabkan produk cenderung tidak mengembang sehingga mempunyai kekerasan yang tinggi dan tidak porous. Data hasil pengujian ketahanan *flakes* dalam susu cair dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Data hasil uji ketahanan *flakes* dalam susu

Produk <i>flakes</i>	Waktu Ketahanan
Formula A1	3 menit 23 detik
Formula A2	3 menit 10 detik
Formula A3	3 menit 4 detik
<i>Corn Flakes</i>	1 menit 21 detik

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

## F. SIFAT KIMIA *FLAKES*

Analisis kimia produk diperlukan untuk menentukan komposisi kimia produk akhir setelah mengalami proses pengolahan menjadi produk *flakes* karena selama pembuatannya pasti telah terjadi perubahan terutama pada penurunan zat

gizi mengingat penggunaan panas dengan suhu tinggi pada proses pengeringan *flakes*. Selain itu, analisis ini juga perlu dilakukan untuk menentukan kecukupan sarapan dan kecukupan gizi *flakes* per takaran saji setelah mengalami pengolahan.

### 1. Komposisi Proksimat, Kadar Serat Makanan, dan Kadar Asam Folat

Dari hasil analisis terhadap kadar air ketiga produk ternyata memiliki kadar air yang tidak berbeda satu sama lain ( $p > 0.05$ ) walaupun terlihat pada pada formula A3 memiliki nilai yang agak lebih tinggi dari yang lain (Tabel 22). Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya ketidakseragaman suhu atau panas saat pengovenan yang kurang merata, sehingga pada daerah tertentu produk belum sama keringnya dengan yang lain.

Tabel 22. Komposisi kimia produk *flakes* A1, A2, dan A3 per 100 g

Komponen	A1	A2	A3
Air (% bk)	3.63	3.39	3.87
Abu (% bk)	3.45	3.41	3.39
Protein (% bk)	18.91	17.29	15.45
Lemak (% bk)	6.27	5.26	3.77
- Asam Lemak Jenuh (%)	0.96	0.81	0.59
- Asam Lemak Tidak Jenuh (%)	5.27	4.39	3.12
Karbohidrat (% bk)	67.74	70.65	73.52
$\beta$ -karoten (ppm)	21.50	25.01	25.16
Vitamin A (IU) <sup>a</sup>	3582.5	4168.34	4194.16
Vitamin E (mg/100 g)	2.38	2.49	2.18
Serat makanan (%)	23.81	19.79	17.02
- Serat Larut (SML)	10.96	9.80	8.44
- Serat Tidak Larut (SMTL)	12.85	9.99	8.58
Asam folat ( $\mu$ g/100 g)	100	73	60
Kalori (kkal/100 g)	403.03	399.10	389.81

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 % : 42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 % : 34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 % : 28.33 %)  
(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

<sup>a</sup> Hasil konversi  $\beta$ -karoten dengan faktor konversi 1 RE=6  $\mu$ g  $\beta$ -karoten (10 IU)  
(Winarno, 1988)

Menurut Winarno (1988), kadar air pada bahan berkisar 3-7 % akan mencapai kestabilan yang optimum dan pertumbuhan mikroba dan reaksi-reaksi kimia yang merusak bahan seperti *browning*, hidrolisis, atau oksidasi lemak dapat dikurangi, kecuali pada produk-produk yang memiliki kandungan asam lemak tak jenuh. Namun demikian, kadar air produk *flakes* ini rendah sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi berkelanjutan pada asam lemak tak jenuh yang terkandung pada *flakes*.

Sebagian besar makanan, yaitu sekitar 96 % terdiri dari bahan organik dan air, sisanya terdiri dari unsur mineral. Unsur mineral juga dikenal sebagai zat anorganik atau abu. Dalam proses pembakaran, bahan-bahan organik terbakar tetapi zat anorganiknya tidak, karena itulah disebut dengan abu (Winarno, 1988).

Kadar abu pada ketiga formula dapat dilihat pada Tabel 22 ternyata tidak berbeda nyata antar formula ( $p > 0.05$ ). Namun demikian, nampak bahwa cenderung semakin menurun dari formula A1 sampai dengan A3, yaitu 3.45 % untuk formula A1, 3.41 % untuk formula A2, dan 3.39 % untuk formula A3. Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan kandungan mineral terbanyak adalah pada formula A1. Selain itu, paling kecilnya kadar abu pada formula A3 mungkin disebabkan oleh semakin kecilnya persentase tepung kecambah kedelai pada formula mengingat kadar abu tepung kecambah kedelai lebih besar daripada kadar abu tepung ubi jalar.

Tabel 23. Perbandingan data kadar protein formulasi dengan data hasil analisis per 100 g *flakes*

Formula	Kadar Protein (%)		% Penurunan
	Formulasi	Hasil Analisis	
A1	23.54	18.91	19.67
A2	20.32	17.29	14.91
A3	18.16	15.45	14.92

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 % : 42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 % : 34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 % : 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)



Berdasarkan Tabel 23 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan pada zat gizi protein dari perhitungan saat formulasi dengan menggunakan komposisi kimia bahan dasar dan kadar protein ketiganya berbeda nyata satu sama lain ( $p < 0.05$ ). Penurunan ini dapat disebabkan oleh kemungkinan terjadinya kehilangan selama proses pengolahan atau dapat juga disebabkan karena kurang homogennya sampel saat analisis. Pada formula A1, kandungan protein yang diperkirakan adalah sebesar 23.54 %, sedangkan pada produk akhir menjadi 18.91 % atau terjadi penurunan sebesar 19.67 %. Formula A2, kandungan protein formulasi adalah sebesar 20.32 %, pada produk akhir menjadi 17.29 % atau terjadi penurunan sebesar 14.91 %, sedangkan formula A3 pada saat formulasi diperkirakan memiliki kandungan protein sebesar 18.16 % menjadi menurun sebesar 14.92 %.

Dari hasil analisis terhadap kadar lemak, nampak bahwa perbedaan formula cukup berpengaruh terhadap kadar lemak masing-masing formula ( $p < 0.05$ ), dimana formula A1 memiliki kadar lemak tertinggi, disusul formula A2, dan terendah A3. Hal ini berhubungan dengan kandungan tepung kecambah kedelai yang ditambahkan pada formula, dimana semakin tinggi persentase tepung kecambah kedelai, maka kadar lemak semakin meningkat. Peningkatan ini dimaklumi karena kandungan lemak dari tepung kecambah kedelai yang lebih tinggi daripada tepung ubi jalar.

Hasil analisis total serat makanan (*Total Dietary Fiber/TDF*) pada Tabel 22 menunjukkan perbedaan diantara ketiga formula, dimana persentase serat makanan tertinggi dimiliki oleh formula A1, disusul A2, dan terendah A3. Nampak bahwa dengan penambahan tepung kecambah kedelai dapat meningkatkan kandungan serat makanan pada *flakes* yang dihasilkan, selain sumber serat yang didapat dari *wheat germ*. Kandungan serat makanan dari ketiga formula tersebut terlihat bahwa serat makanan tidak larut lebih mendominasi. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Muchtadi (2000), bahwa serat makanan tidak larut (IDF) merupakan kelompok terbesar dari TDF dalam makanan, sedangkan serat larut hanya menempati jumlah sepertiganya.

Pada Tabel 24 dapat dilihat bahwa kandungan serat makanan pada produk akhir apabila dibandingkan dengan jumlah saat tahap formulasi ternyata lebih besar dari yang diperkirakan. Hal ini dapat disebabkan oleh terbentuknya pati resisten akibat adanya pengolahan selama pembuatan produk.

Tabel 24. Perbandingan data kadar serat makanan formulasi dengan data hasil analisis per 100 g *flakes*

Formula	Kadar Serat Makanan (%)		% Peningkatan
	Formulasi	Hasil Analisis	
A1	15.12	23.81	57.47
A2	14.78	19.79	33.90
A3	14.56	17.02	16.90

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 % : 42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 % : 34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 % : 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

Menurut Elmasthal (2002), beberapa penelitian menunjukkan bahwa proses pengolahan pangan dengan menggunakan panas, kelembaban, tekanan seperti pengeringan dan proses ekstrusi dapat meningkatkan pembentukan pati resisten. Pati resisten adalah fraksi pati yang tidak dapat dihidrolisis pada usus halus tetapi kemudian difermentasi oleh mikroba usus. Secara kimia pati resisten bukan merupakan serat, tetapi dapat berperan seperti serat larut pada usus manusia.

Tabel 25. Perbandingan data kadar asam folat formulasi dengan data hasil analisis per 100 g *flakes*

Formula	Kadar Asam Folat ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )		% Perbedaan
	Formulasi	Hasil Analisis	
A1	78	100	+28.21
A2	78	73	-6.41
A3	78	60	-23.08

Keterangan : + = peningkatan                      - = penurunan

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 % : 42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 % : 34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 % : 28.33 %)

Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 25, terlihat bahwa kadar asam folat terjadi sedikit sekali penurunan dengan jumlah perkiraan pada formulasi namun tidak berbeda nyata antara satu formula dengan yang lain atau cenderung sama karena pada dasarnya persentase *wheat germ* sebagai sumber folat adalah sama pada ketiga formula, yaitu 15 %. Bahkan pada formula A1 menjadi lebih besar daripada perkiraan formulasi. Hal ini diduga disebabkan oleh kemungkinan terdapatnya pula kandungan asam folat pada tepung kecambah kedelai yang cukup besar selain pada *wheat germ* melihat kandungan asam folat semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya jumlah tepung kecambah kedelai pada formula, namun pada penelitian ini tepung kecambah kedelai tidak dilakukan analisis asam folat.

Menurut Augustin dan Klein (1989), kandungan asam folat kecambah kedelai mencapai 12.1 ppm, atau 2 kali lipat lebih besar daripada asam folat pada *wheat germ*. Walaupun demikian, perbedaan yang nampak lebih diakibatkan oleh adanya panas selama pengovenan yang mungkin tidak merata karena keterbatasan alat. Sumbangan asam folat kecambah kedelai pada produk diperkirakan sebesar 99.10  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  dari jumlah asam folat pada *flakes* sebesar 100  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  pada formula A1, 72.10  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  dari 73  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  *flakes* pada formula A2, dan 59.09  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  dari 60  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  *flakes* pada formula A3 dengan kandungan asam folat sebenarnya (hasil analisis) dari *wheat germ* sebesar 6  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  (Tabel 9).

Persentase sumbangan asam folat dari kecambah kedelai diasumsikan sama dengan persentase pada masing-masing formula, yaitu 42.5 % pada formula A1, 34 % pada formula A2, dan 28.33 % pada formula A3 dan nilai asam folat *wheat germ* adalah 6  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  dengan persentase tetap pada setiap formula sebesar 15 % dan diasumsikan tidak ada bahan lain yang menyumbang asam folat pada *flakes* kecuali *wheat germ* dan tepung kecambah kedelai. Berdasarkan data dugaan diatas dapat dilihat potensi asam folat pada kecambah kedelai sangat tinggi untuk menambah jumlah kandungan asam folat produk, yaitu sekitar 98.48-99.10 % total asam folat *flakes* (Tabel 26).

Tabel 26. Data dugaan sumbangan asam folat tepung kecambah kedelai pada *flakes*

Formula	Total Asam Folat ( $\mu\text{g}/100 \text{ g flakes}$ ) <sup>a</sup>	Asam Folat WG ( $\mu\text{g}/100 \text{ g flakes}$ ) <sup>b</sup>	Asam Folat TKK ( $\mu\text{g}/100 \text{ g flakes}$ ) <sup>c</sup>	Persentase Sumbangan (%)
A1	100	0.90	99.10	99.10
A2	73	0.90	72.10	98.77
A3	60	0.90	59.09	98.48

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 % : 42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 % : 34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 % : 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

TKK = tepung kecambah kedelai

WG = *wheat germ*

<sup>a</sup> Total asam folat *flakes* hasil analisis produk akhir

<sup>b</sup> Nilai asam folat berdasarkan hasil analisis pada bahan utama (Tabel 9)

<sup>c</sup> Nilai asam folat dugaan

Contoh Perhitungan :

Formula A1

Diketahui :

Total asam folat *flakes* = 100  $\mu\text{g}/100 \text{ g}$

Asam folat *wheat germ* = 6  $\mu\text{g}/100 \text{ g}$

a = asam folat tepung kecambah kedelai ( $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ )

b = asam folat *wheat germ* ( $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ )

$$42.5 \%a + 15 \%b = \text{total asam folat flakes}$$

$$42.5 \% a + 15 \% b = 100$$

$$0.425a + 0.15b = 100$$

$$0.425 a + 0.15(6) = 100$$

$$a = 233.18 \mu\text{g}/100 \text{ g}$$

Maka jumlah asam folat tepung kecambah kedelai pada *flakes* adalah :

$$42.5 \% \times 233.18 \mu\text{g}/100 \text{ g} = 99.10 \mu\text{g}/100 \text{ g}$$

Persentase sumbangan atas total asam folat *flakes* :

$$\frac{\text{asam folat tepung kecambah kedelai} \times 100 \%}{\text{total asam folat flakes}}$$

$$(99.10/100) \mu\text{g}/100 \text{ g} \times 100 \% = 99.10 \%$$

Menurut Brody (1991), folat dalam bahan pangan dapat hilang akibat ekstraksi folat ke dalam air mendidih dan akibat destruksi folat yang sangat labil terhadap oksigen. Semua bentuk folat kecuali PteGlu<sub>n</sub> dan 5-formil-H<sub>4</sub>PteGlu<sub>n</sub> sangat labil. Menurut Andarwulan dan Koswara (1992), selama pembuatan roti hampir sepertiga asam folat alami mengalami kerusakan, sedangkan asam folat yang sengaja ditambahkan hanya 11 %. Kehilangan yang lebih besar dari 15 % terjadi pada pengolahan *breakfast cereal*.

## 2. Komposisi Kadar β-karoten, Total Tokoferol, dan Asam Lemak Tidak Jenuh

Berdasarkan hasil analisis terhadap kandungan β-karoten pada produk yang kemudian dapat dikonversikan menjadi kadar vitamin A, ternyata ketiga formula memiliki kandungan vitamin A yang tinggi, yaitu berkisar 4000 IU dan nampak bahwa semakin besar persentase tepung ubi jalar pada formula dapat meningkatkan kandungan vitamin A *flakes*. Tingginya kandungan vitamin A ini dapat menjadi unggulan dari *flakes* yang dihasilkan. Namun demikian, besarnya vitamin A terjadi penurunan dari jumlah yang diperkirakan saat formulasi, yaitu terjadi penurunan hingga 18.42 % (Tabel 27). Penurunan ini diakibatkan oleh proses pengolahan saat pembuatan *flakes* yang menggunakan suhu tinggi dan kemungkinan terjadinya oksidasi akibat adanya oksigen dan cahaya yang tidak dapat dihindari saat pengolahan.

Tabel 27. Perbandingan data kadar vitamin A formulasi dengan data hasil analisis per 100 g *flakes*

Formula	Kadar Vitamin A (IU)		% Penurunan
	Formulasi	Hasil Analisis	
A1	4326.28	3582.50	17.19
A2	4815.04	4168.34	13.43
A3	5141.07	4194.34	18.42

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

Menurut Andarwulan dan Koswara (1992), kehilangan aktivitas vitamin A terjadi karena adanya oksigen, dan kerusakan karotenoid terjadi lebih banyak dan dipacu oleh cahaya, enzim, dan ko-oksidasi dengan hidroperoksida lemak. Bahan makanan yang dikeringkan sangat mudah mengalami kehilangan aktivitas vitamin A dan provitamin A, karena pengeringan disamping memberi kesempatan terjadinya oksidasi yang terjadi melalui oksidasi radikal bebas, juga karena adanya degradasi termal.

Kerusakan yang berarti pada karoten terjadi karena proses pengeringan (dehidrasi) seperti yang telah dijelaskan diatas diperjelas kembali oleh Della Monica dan Mc Dowel (1965), bahwa kehilangan  $\beta$ -karoten pada wortel yang dikeringkan dengan 3 jenis pengering, yaitu pengering kabinet, pengeringan dengan udara panas, dan pengeringan beku berturut-turut adalah 26 %, 19 %, dan 15 %. Dengan demikian penurunan vitamin A yang terjadi pada *flakes* yang dihasilkan dapat dimaklumi.

Pada kandungan tokoferol juga terjadi penurunan, dimana pada formulasi diperkirakan jumlah tokoferol formula A1 sebesar 3.58 mg/100 g, ternyata tersisa tokoferol pada produk akhir sebesar 2.38 mg/100 g atau dengan penurunan sebesar 33.52 %, formula A2 turun sebesar 29.46 % dari formulasi sebesar 3.53 mg/100 g menjadi 2.49 mg/100 g, sedangkan formula A3 turun sebesar 37.54 % dari formulasi sebesar 3.49 mg/100 g menjadi 2.18 mg/100 g (Tabel 28).

Tabel 28. Perbandingan data kadar Vitamin E (tokoferol) formulasi dengan data hasil analisis per 100 g *flakes*

Formula	Kadar Vitamin E (tokoferol) (mg/100 g)		% Penurunan
	Formulasi	Hasil Analisis	
A1	3.58	2.38	33.52
A2	3.53	2.49	29.46
A3	3.49	2.18	37.54

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

Namun demikian, dapat dilihat bahwa dengan penambahan *wheat germ* dalam persentase tetap (15 %) dan tepung kecambah kedelai yang bervariasi dapat memberikan sumbangan yang cukup besar pada produk akan tokoferol (vitamin E). Semakin tinggi persentase tepung kecambah kedelai yang ditambahkan pada formula, semakin tinggi pula kandungan tokoferol produk.

Menurut Andarwulan dan Koswara (1992), tokoferol cukup tahan terhadap panas. Kehilangan selama proses pengolahan bahan pangan sebagian besar disebabkan karena oksidasi. Hal ini disebabkan  $\alpha$ -tokoferol merupakan antioksidan sehingga mudah dioksidasi, terutama dengan adanya oksigen pada suhu tinggi. Penggilingan biji-bijian dapat menghilangkan 80 % vitamin E, misalnya dalam pengolahan gandum menjadi terigu, pengolahan jagung, oat dan beras. Pengeringan dapat menghilangkan 36-45 %  $\alpha$ -tokoferol dalam daging ayam dan daging sapi, tetapi sedikit berpengaruh terhadap daging babi. Sekitar 80 % vitamin E rusak pada pemanggangan kacang tanah. Selain itu, penurunan tokoferol (vitamin E) juga sangat dipengaruhi oleh kandungan asam lemak tak jenuh yang terdapat pada produk *flakes* ini, mengingat peran vitamin E sebagai antioksidan. Dengan demikian, susut tokoferol (vitamin E) pada produk akhir hingga sebesar 37.54 % dapat ditolerir.

Tabel 29. Data dugaan sumbangan vitamin E tepung kecambah kedelai dan *wheat germ* pada *flakes* per 100 g

Formula	Total Vitamin E (mg/100 g <i>flakes</i> ) <sup>a</sup>	Vitamin E TKK (mg/100 g <i>flakes</i> ) <sup>b</sup>	Vitamin E WG (mg/100 g <i>flakes</i> ) <sup>c</sup>
A1	2.38	0.17	2.21
A2	2.49	0.14	2.35
A3	2.18	0.10	2.08

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 % : 42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 % : 34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 % : 28.33 %)  
(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

TKK = tepung kecambah kedelai

WG = *wheat germ*

<sup>a</sup> Total vitamin E *flakes* hasil analisis produk akhir

<sup>b</sup> Nilai vitamin E tepung kecambah kedelai hasil dugaan

<sup>c</sup> Nilai vitamin E *wheat germ* hasil dugaan

Contoh perhitungan :

#### Formula A1

Diketahui :

Persentase tepung kecambah kedelai = 42.5 %

Persentase *wheat germ* = 15 %

Vitamin E tepung kecambah kedelai = 0.58 mg/100 g

Vitamin E *wheat germ* = 22.18 mg/100 g

Nilai vitamin E tepung kecambah kedelai dan *wheat germ* pada tahap formulasi :

Tepung kecambah kedelai :  $0.425 \times 0.58 = 0.25 \text{ mg/100 g}$

*Wheat germ* :  $0.15 \times 22.18 = 3.33 \text{ mg/100g}$

Total vitamin E pada formulasi = 3.58 mg/100 g

Jadi, persentase tepung kecambah kedelai dan *wheat germ* bila dianggap tidak ada penyumbang vitamin E lain selain keduanya adalah sebagai berikut :

Tepung kecambah kedelai =  $(0.25/3.58) \times 100 \% = 6.98 \%$

*Wheat germ* =  $(3.33/3.58) \times 100 \% = 93.02 \%$

Persentase yang telah didapat di atas dipergunakan sebagai pedoman untuk menghitung jumlah sumbangan vitamin E dari tepung kecambah kedelai dan *wheat germ* pada *flakes*.

Diketahui :

vitamin E *flakes* = 2.38 mg/100 g

Sumbangan vitamin E dari kedua bahan tersebut adalah :

Tepung kecambah kedelai =  $6.98 \% \times 2.38 \text{ mg/100 g} = 0.17 \text{ mg/100 g}$

*Wheat germ* =  $93.02 \% \times 2.38 \text{ mg/100 g} = 2.21 \text{ mg/100 g}$

Berdasarkan hasil analisis pada kadar asam lemak tak jenuh terhadap ketiga formula ternyata menunjukkan nilai yang tinggi, yaitu 5.27 % untuk formula A1, 4.39 % untuk formula A2, dan 3.12 % untuk formula A3 atau sekitar 82.76-84.05 % dari total lemak produk. Kandungan ALTJ yang tinggi pada ketiga formula tersebut tentu akan semakin menurun selama penyimpanan karena ALTJ sangat rentan dengan adanya oksidasi sehingga diperlukan tambahan antioksidan agar umur simpan produk lebih panjang. Kandungan vitamin E yang terdapat pada produk dapat pula berfungsi menjadi antioksidan produk ini.



Tabel 30. Perbandingan data kadar asam lemak tidak jenuh (ALTJ) formulasi dengan data hasil analisis per 100 g *flakes*

Formula	Kadar ALTJ (%)		% Peningkatan
	Formulasi	Hasil Analisis	
A1	1.13	5.27	366.37
A2	1.13	4.39	288.49
A3	1.13	3.12	176.11

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

Pada Tabel 30 dapat dilihat bahwa ternyata kandungan asam lemak tidak jenuh pada produk akhir nilainya lebih besar daripada nilai perhitungan pada tahap formulasi. Perbedaan yang sangat mencolok ini dapat diakibatkan oleh terdapatnya sumbangan ALTJ dari bahan dasar yang lain, selain *wheat germ*, yaitu dari tepung kecambah kedelai karena nampak bahwa semakin tingginya persentase tepung kecambah kedelai, kandungan ALTJ *flakes* semakin meningkat pula.

Menurut Sukmawati (2003), kecambah kedelai yang terelisitasi oleh xanthan gum memiliki kandungan ALTJ sebesar 84.36 % dari total minyak kecambah kedelai. ALTJ yang paling dominan adalah asam linoleat dengan persentase sebesar 52.01 % total minyak kecambah kedelai. Selain itu, penambahan suplemen vitamin E (Nature-E) untuk proses rekonstitusi *wheat germ* dapat menyumbang pula sebagian ALTJ produk *flakes*, dimana media atau pelarut vitamin E dalam suplemen tersebut adalah minyak safflower yang juga merupakan sumber ALTJ. Namun sumbangan ALTJ dari suplemen vitamin E diperkirakan sangat kecil karena penambahannya hanya sekitar 2.48 % total bahan saat rekonstitusi *wheat germ*.

Sumbangan ALTJ kecambah kedelai pada produk *flakes* dapat diperkirakan jumlahnya dengan menggunakan asumsi persentase kecambah kedelai dalam bahan sesuai dengan formula masing-masing, yaitu 42.5 % untuk formula A1, 34 % untuk formula A2, dan 28.33 % untuk formula A3 dengan diketahui jumlah ALTJ dalam *wheat germ* sebesar 7.52 % (Tabel 9).

Jumlah ALTJ yang disumbang dari kecambah kedelai sebesar 14.4 % atau 78.55 % dari total kandungan ALTJ formula A1 (5.27 %), 3.26 % atau 74.27 % dari total kandungan ALTJ formula A2 (4.39 %), dan 1.99 % atau 63.81 % dari total kandungan ALTJ formula A3 (3.12 %). Dengan demikian, dapat dilihat bahwa kecambah kedelai ikut memberikan kontribusi ALTJ yang sangat besar pada produk *flakes* hingga mencapai hampir 80 % dari total ALTJ *flakes* yang teranalisis (Tabel 31).

Tabel 31. Data dugaan sumbangan asam lemak tidak jenuh (ALTJ) tepung kecambah kedelai pada *flakes*

Formula	Total ALTJ Flakes (%) <sup>a</sup>	ALTJ WG (%) <sup>b</sup>	ALTJ TKK (%) <sup>c</sup>	Persentase Sumbangan (%)
A1	5.27	1.13	4.14	78.55
A2	4.39	1.13	3.26	74.27
A3	3.12	1.13	1.99	63.81

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 % : 42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 % : 34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 % : 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

TKK = tepung kecambah kedelai

WG = *wheat germ*

<sup>a</sup> Total ALTJ *flakes* hasil analisis produk akhir

<sup>b</sup> Nilai ALTJ berdasarkan hasil analisis pada bahan utama (Tabel 15)

<sup>c</sup> Nilai ALTJ dugaan

Contoh Perhitungan :

Formula A1

Diketahui :

Total ALTJ *flakes* = 5.27 %

ALTJ *wheat germ* = 7.52 %

a = ALTJ tepung kecambah kedelai (%)

b = ALTJ *wheat germ* (%)

$$42.5 \% a + 15 \% b = \text{total ALTJ flakes}$$

$$42.5 \% a + 15 \% b = 5.27$$

$$0.425a + 0.15b = 5.27$$

$$0.425 a + 0.15(7.52) = 5.27$$

$$a = 9.74 \%$$

Maka jumlah ALTJ tepung kecambah kedelai pada *flakes* adalah :

$$42.5 \% \times 9.74 \% = 4.14 \%$$

Persentase sumbangan atas total asam folat *flakes* :

$$\frac{\text{ALTJ tepung kecambah kedelai} \times 100 \%}{\text{total ALTJ flakes}}$$

$$(4.14 / 5.27) \times 100 \% = 78.55 \%$$

Menurut Belits dan Grosch (1999), asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat mudah teroksidasi menjadi hidroperoksida. Maka, pada kondisi penyimpanan biasa, asam lemak tak jenuh tidak dapat dikategorikan sebagai komponen makanan yang stabil. Oksidasi asam lemak tak jenuh dipengaruhi oleh jumlah asam lemak itu sendiri, derajat ketidakjenuhan, kehadiran dan aktifitas pro dan antioksidan, tekanan parsial oksigen, dan sifat alami dari permukaan yang terekspos oksigen dan kondisi penyimpanan (suhu, cahaya, kelembaban, dan lain-lain).

## G. NILAI DAYA CERNA *FLAKES*

Protein merupakan zat gizi yang sangat penting bagi tubuh karena berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tubuh anak terutama pembentukan jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh, oleh karena itu sering disebut sebagai zat pembangun. Mutu protein dinilai dari perbandingan asam-asam amino yang terkandung dalam protein tersebut. Pada prinsipnya suatu protein yang dapat menyediakan asam amino esensial dalam suatu perbandingan yang menyamai kebutuhan manusia, mempunyai mutu yang tinggi.

Tabel 32. Data hasil analisis daya cerna protein produk *flakes*

Formula <i>Flakes</i>	Daya Cerna Protein (%)
A1	80.66
A2	82.66
A3	80.58

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

Berdasarkan hasil penentuan daya cerna protein terhadap ketiga produk *flakes* yang ditampilkan pada Tabel 32, dapat dikatakan formula *flakes* ini memiliki daya cerna protein yang cukup baik, yaitu formula A1 sebesar 80.66 %, formula A2 sebesar 82.66 %, dan formula A3 sebesar 80.58 %. Semakin tinggi daya cerna protein, maka semakin besar kemungkinan protein tersebut dapat diserap oleh tubuh dan dimanfaatkan untuk metabolisme tubuh.

Menurut Damodaran (1996), asam amino dalam protein tidak tersedia (*available*) secara sempurna karena pencernaan protein dan penyerapan asam amino dalam sistem pencernaan tidak berlangsung sempurna. Protein hewani pada umumnya mempunyai daya cerna hingga 90 %, sedangkan protein nabati 60-70 %. Daya cerna protein dipengaruhi oleh konformasi protein, ikatan antara protein dengan metal, lipid, asam nukleat, selulosa atau polisakarida lain, faktor antinutrisi seperti antitripsin dan antikomotripsin, ukuran dan luas permukaan partikel protein dan pengaruh proses atau perlakuan dengan alkali.

#### **H. PERHITUNGAN PEMENUHAN KECUKUPAN SARAPAN DAN ANGKA KECUKUPAN GIZI PER TAKARAN SAJI *FLAKES***

Penentuan persentase kecukupan sarapan dan angka kecukupan gizi suatu produk diperlukan untuk mengetahui besarnya sumbangan produk ini akan zat gizi sehingga dapat memenuhi kebutuhan nutrisi sarapan dengan kandungan gizi yang baik dan berguna bagi kesehatan tubuh konsumen. Penentuan kecukupan sarapan dan kecukupan gizi masing-masing formula dihitung berdasarkan takaran saji yang digunakan (35 g) dengan ditambahkan 125 ml susu cair *full cream* yang diasumsikan hanya akan menyumbang kandungan kalori bagi *flakes* sebesar 81.2 kkal dan 4.2 g protein. Sumbangan kalori dan protein dari susu cair ini diperhitungkan karena dalam penyajian makanan sereal sarapan pada umumnya ditambahkan susu cair, sehingga pasti akan menyumbang kalori dan protein bagi konsumen selain dari produk itu sendiri.

Tabel 33. Data pemenuhan kecukupan sarapan dan angka kecukupan gizi anak-anak usia 7-10 tahun oleh produk *flakes* per takaran saji (35 g)

Nutrisi		Kalori (kkal)	Protein (g)	Vitamin A (IU)	Vitamin E (mg)	Asam Folat (µg)	Total Serat Makanan (g)	ALTJ (g)
A1	Per 35 g <sup>a</sup>	188.93	10.82	1253.88	0.83	35	8.33	1.84
	% kecukupan sarapan	90.83	163.94	852.98	--	--	--	--
	% AKG	9.45	20.81	17.91	11.86	35	33.32 <sup>d</sup>	10.51 <sup>e</sup>
A2	Per 35 g <sup>a</sup>	193.18	10.25	1458.92	0.87	25.55	6.93	1.54
	% kecukupan sarapan	92.87	155.30	992.46	--	--	--	--
	% AKG	9.66	19.71	20.84	12.43	25.5	27.72 <sup>d</sup>	8.8 <sup>e</sup>
A3	Per 35 g <sup>a</sup>	193.81	9.61	1467.96	0.77	21	5.96	1.09
	% kecukupan sarapan	93.18	145.61	998.61	--	--	--	--
	% AKG	9.69	18.48	20.97	11	21	23.84 <sup>d</sup>	6.23 <sup>e</sup>
AKG <sup>b</sup>		2000	52	7000	7	100	25 <sup>c</sup>	17.5 <sup>d</sup>
Kecukupan <sup>e</sup> Sarapan		208	6.6	147	--	--	--	--

Keterangan : -- data tidak ditemukan

<sup>a</sup> Ditambah dengan 125 ml susu cair *full cream* dan diasumsikan hanya akan menambah 81.2 kkal dan 4.2 g protein

<sup>b</sup> Angka Kecukupan Gizi menurut US RDA 1989, tidak termasuk serat

<sup>c</sup> Ebrahim (1994)

<sup>d</sup> Berdasarkan kebutuhan harian

<sup>e</sup> Berdasarkan rasio 0.4 mg tokoferol/g ALTJ (Machlin, 1991)

A1 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

(kandungan *wheat germ* untuk semua formula adalah 15 %)

ALTJ = Asam Lemak Tidak Jenuh

Contoh perhitungan :

Persentase kecukupan sarapan untuk nilai kalori formula A1 :

$$\frac{141.06 \text{ kkal}}{208 \text{ kkal}} \times 100 \% = 67.82 \%$$

Persentase pemenuhan angka kecukupan gizi untuk nilai kalori formula A1 :

$$\frac{141.06 \text{ kkal}}{2000 \text{ kkal}} \times 100 \% = 7.05 \%$$

Pemenuhan kecukupan sarapan pada kalori sebesar 100 % akan tercapai pada sumbangan kalori produk sebesar 208 kkal seperti yang disarankan oleh Ebrahim (1994). Berdasarkan Tabel 33, ternyata ketiga formula *flakes* ternyata dapat memenuhi kebutuhan kalori sarapan sebesar 90.83-93.18 % atau memenuhi angka kecukupan gizi sebesar 9.45-9.69 %.

Menurut Fadjar (2004), manfaat sarapan adalah sebagai upaya untuk pengembalian energi setelah tidak makan selama istirahat 8-10 jam pada malam hari. Tubuh sudah habis energi karena sepanjang hari sudah dibakar, bahkan dalam keadaan tidur.

Pemenuhan akan protein bagi kebutuhan sarapan anak-anak dari ketiga formula *flakes* ternyata dapat memenuhi 145.61-163.94 %. Selain itu juga dapat memenuhi kecukupan gizi sebesar 18.48-20.81 %. Hasil ini tentu sangat diharapkan para pemerhati kebutuhan gizi anak-anak, dimana pada masa ini dibutuhkan banyak zat gizi yang bermutu terutama pada protein mengingat perannya sebagai zat pembangun jaringan tubuh untuk pertumbuhan dan perkembangan anak. Namun demikian, nilai persentase kecukupan gizi pada kalori dan protein masih dibawah 100% sehingga masih memungkinkan bagi konsumen untuk mengkonsumsi sumber kalori dan protein dari bahan pangan lain terutama saat makan siang dan malam.

Pada kandungan protein yang melebihi nilai kecukupan sarapannya tidak akan menimbulkan resiko keracunan. Protein yang dikonsumsi oleh seseorang, dalam tubuh akan diubah menjadi energi, glukosa, dan lemak. Konsumsi protein yang berlebih akan mengakibatkan protein tidak sepenuhnya digunakan sebagai energi. Protein yang tersisa akan disimpan dalam bentuk lemak dan juga diubah menjadi glukosa sehingga berfungsi pula sebagai penstabil kadar gula dalam darah dan menyediakan keperluan glukosa oleh otak. Konsumsi protein yang amat berlebih dan ditunjang dengan kurangnya aktifitas akan mengakibatkan timbulnya kegemukan karena banyak protein yang diubah menjadi lemak atau dapat mengakibatkan penyakit diabetes. Namun, pada anak-anak dengan usia sekolah yang memiliki aktifitas tinggi dan kebutuhan yang besar akan protein pada masa pertumbuhan dapat meminimalisasi kemungkinan terjadinya

kegemukan dan diabetes seperti diatas, kecuali memang pola makan dan gaya hidupnya yang buruk.

Berbeda dengan yang terjadi di negara-negara berkembang, di Amerika memiliki prevalensi kelebihan konsumsi protein yang cukup tinggi. Oleh karena itu, telah direkomendasikan jumlah maksimal konsumsi protein, yaitu tidak lebih dari dua kali jumlah protein yang direkomendasikan oleh RDA untuk dikonsumsi oleh seseorang, sedangkan WHO menyarankan agar konsumsi protein tidak lebih dari 15 % total kalori (Sizer dan Whitney, 2000).

Berdasarkan Tabel 33 dapat dilihat bahwa ketiga formula ternyata dapat memenuhi kecukupan sarapan pada kebutuhan vitamin A lebih dari 100 %, yaitu 852.98-998.61 %. Namun demikian, kandungan vitamin A dari *flakes* yang dihasilkan ini masih kurang dari 100 % sehingga kemungkinan terjadinya konsumsi berlebih dapat ditekan. Selain itu, tingginya kandungan vitamin A pada *flakes* ini dapat dijadikan sebagai keunggulan daripada produk sereal sarapan lain yang beredar di pasaran.

Tingginya nilai vitamin A pada produk *flakes* yang dihasilkan tidak akan menimbulkan resiko terjadinya keracunan vitamin A pada anak-anak karena jumlah tersebut masih dapat ditolerir. Menurut Sizer dan Whitney (2000), hingga saat ini belum ada peraturan yang menyebutkan batas maksimum konsumsi vitamin A yang dapat ditolerir (*tolerable upper intake level*) bahkan oleh US *National Research Council* sekalipun. Namun demikian, dapat digunakan sebagai referensi bahwa konsumsi vitamin A yang ideal per hari adalah berkisar antara 500-10.000 RE atau 5000-100.000 IU per hari. Keracunan akan terjadi pada tingkat konsumsi melebihi 10.000 RE dengan menimbulkan gejala pandangan kabur, kegagalan tumbuh pada anak, pusing, muntah, rambut rontok, dan iritasi pada kulit. Kejadian overdosis ini sangat jarang terjadi.

Menurut Winarno (1988), kelebihan vitamin A dalam tubuh dapat disimpan dalam hati, terutama dalam sel-sel parenkim, yaitu dalam bentuk butri-butir lemak yang berisi campuran rantai-rantai ester retinil. Sebelum dilepaskan sebagai vitamin A, ester-ester tersebut mengalami hidrolisis hingga menjadi bentuk retinol. Di hati, vitamin A terdapat dalam bentuk retinol, tetapi dalam darah retinol terikat pada protein spesifik yang disebut dengan *Retinol Binding*

*Protein* (RBP) dan diangkut ke jaringan-jaringan tepi seperti mata, usus, atau kelenjar ludah.

Kebutuhan anak-anak akan vitamin E menurut US RDA 1989 untuk anak-anak usia 7-10 tahun adalah sebesar 7 mg/hari. Dengan mengonsumsi *flakes* pada penelitian ini diharapkan konsumen anak-anak dapat terpenuhi kecukupan gizinya sebesar 11-12.43 %. Nilai ini memungkinkan bagi konsumen untuk mendapatkan vitamin E dari sumber bahan pangan yang lain. Selain itu, resiko keracunan akan vitamin E juga tidak akan terjadi jika mengonsumsi *flakes* ini per takaran saji.

Menurut Machlin (1991), vitamin A sangat rentan terhadap peroksidasi. Sebagai antioksidan *in vivo* yang efektif, vitamin E dapat melindungi vitamin A. Konsumsi vitamin A yang sangat tinggi meningkatkan kebutuhan vitamin E. Pengaruh negatif dari keracunan vitamin A dapat dibendung dengan pengaturan konsumsi vitamin E yang baik. Banyak data yang mengindikasikan bahwa vitamin E dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan vitamin A.

Pemenuhan produk *flakes* dari ketiga formula akan asam folat ternyata dapat memenuhi 21-35 % angka kecukupan gizi. Jumlah ini dinilai cukup dan memungkinkan bagi konsumen untuk mendapatkan sumbangan asam folat dari bahan pangan yang lain pada makan siang ataupun malam. Menurut Winarno (1988), asam folat banyak terdapat pada bahan makanan baik dalam bentuk bebas maupun konjugasi. Hati, ginjal, khamir, dan sayuran berwarna hijau gelap banyak mengandung asam folat.

Kelebihan konsumsi asam folat hingga saat ini belum ditemukan dampaknya bagi tubuh karena hal ini sangat jarang terjadi. Namun, oleh Sizer dan Whitney (2000) yang mengadaptasi *tolerable upper intake levels* (UL) dari *Dietary Reference Intakes* disebutkan bahwa batas konsumsi yang dapat ditolerir untuk usia anak-anak dengan usia 4-13 tahun adalah mencapai 600 µg. Disebutkan pula bahwa untuk menanggulangi kecenderungan gejala anemia akibat defisiensi asam folat yang kian bertambah di Amerika, maka FDA (*Food and Drug Administration*) merekomendasikan untuk menambahkan atau memfortifikasi produk sereal sarapan hingga sebanyak 400 µg asam folat. Asam folat ini penting untuk membentuk sel-sel baru dengan membantu sintesa DNA



yang dibutuhkan dalam pembentukan sel, termasuk pembentukan sel darah merah.

Persentase kecukupan gizi untuk serat makanan produk *flakes* mencapai 23.84-33.32 % ini dinilai perlu untuk diperhatikan karena dengan konsumsi kelebihan serat makanan justru akan menimbulkan dampak negatif bagi tubuh. Kecukupan serat makanan diharapkan dapat memenuhi sebanyak 25-30 g per hari baik dari sarapan, makan siang, maupun makan malam. Dengan jumlah sumbangan serat makanan sebesar 30 % dari *flakes* ini perlu dipertimbangkan mengingat kemungkinan dikonsumsi pula serat makanan pada makan siang dan malam. Konsumsi serat makanan yang cukup dapat memberikan dampak positif bagi tubuh karena serat makanan memiliki karakteristik yang unik dalam metabolisme tubuh. Serat makanan terdiri dari dua jenis, yaitu serat makanan tidak larut (*Insoluble Dietary Fiber / IDF*) dan serat makanan larut (*Soluble Dietary Fiber / SDF*).

Menurut Muchtadi (2000), IDF merupakan kelompok terbesar dari total serat makanan dalam bahan pangan, sedangkan SDF hanya menempati jumlah sepertiganya. Dijelaskan lebih lanjut oleh Sizer dan Whitney (2000), bahwa keduanya memiliki peran yang berbeda bagi tubuh walaupun secara umum fungsinya sama, yaitu melancarkan proses pencernaan dan melembutkan feses. SDF lebih berfungsi untuk menurunkan kolesterol dalam darah, menurunkan penyerapan glukosa, dan dapat difermentasi menjadi fragmen-fragmen yang terpisah dan dapat diserap oleh tubuh, serta melembutkan feses. IDF berperan pada memperlancar dan meregulasikan gerakan usus, menambah berat feses dan kecepatan feses keluar dari kolon, serta menurunkan resiko kanker kolon, divertikulosis, dan apendicitis. Namun, apabila konsumsinya berlebihan, maka akan timbul masalah seperti terikatnya mineral dalam tubuh oleh serat sehingga terjadi demineralisasi, dehidrasi karena serat memiliki sifat menyerap air, membatasi konsumsi makanan dan menyebabkan defisiensi nutrisi dan energi karena memberikan rasa kenyang.

Kecukupan gizi akan asam lemak tak jenuh dari ketiga formula *flakes* adalah sebesar 6.23 % (A3) - 10.31 % (A1). Dengan demikian, rasio antara mg tokoferol dan g ALTJ dapat ditentukan pula, yaitu sebesar 0.45 untuk formula

A1, 0.56 untuk formula A2, dan 0.69 untuk formula A3. Nilai rasio yang semakin besar ini sangat baik karena dengan semakin besar rasio maka jumlah vitamin E untuk melindungi ALTJ dari oksidasi semakin banyak pula. Menurut *The British Nutrition Foundation* (1994), klaim suatu produk mengandung ALTJ dapat dilakukan apabila paling tidak adalah lebih dari sama dengan 35% dari total lemak mengandung ALTJ atau setidaknya 45 % asam lemak adalah ALTJ dan tidak lebih dari 25 % total lemak adalah ALJ (asam lemak jenuh).

## I. SARAN KLAIM NUTRISI *FLAKES*

Kepedulian masyarakat akan pentingnya kesehatan sampai dengan saat ini semakin meningkat. Hal ini ditandai dengan semakin meningkatnya permintaan masyarakat sebagai konsumen akan produk-produk pangan yang bergizi, bermutu, dan memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh, terutama dapat mencegah penyakit tertentu sehingga sering dikatakan memiliki sifat fungsional bagi tubuh. Definisi pangan fungsional hingga saat ini belum dibakukan, namun secara umum, banyak ahli yang mengartikan pangan fungsional sebagai pangan yang memiliki komponen aktif didalamnya sehingga dapat memberikan manfaat bagi kesehatan, di luar manfaat yang diberikan oleh zat-zat gizi yang terkandung di dalamnya.

Menurut Stephen (1998), berbagai negara mendefinisikan pangan fungsional dengan garis besar yang hampir sama. Di Kanada, oleh *The Health Protection Branch of Health Canada*, makanan yang memiliki penampakan sama atau mirip dengan makanan konvensional yang lain, dikonsumsi sebagai bagian dari diet sehari-hari, dan telah didemonstrasikan memiliki manfaat secara fisiologis serta dapat mengurangi resiko beberapa penyakit kronis diluar fungsi-fungsi yang diberikan oleh zat gizi yang memang terkandung di dalamnya disebut dengan pangan fungsional.

Sedikit berbeda dengan Kanada, di Jepang sejak tahun 1980-an, pangan fungsional telah banyak diteliti khasiatnya dan telah membuat batasan tentang *Foods for Special Health Use* (FOSHU) sebagai pangan dengan fungsi fisiologis sebagai tambahan fungsi gizi dan sensori pangan yang normal. Para ilmuwan Jepang lebih menekankan pada tiga fungsi dasar pangan fungsional, yaitu 1) *sensory* (warna dan penampilannya yang menarik dan citarasanya enak); 2)

*nutritional* (bernilai gizi tinggi); dan 3) *physiological* (memberikan pengaruh fisiologis yang menguntungkan bagi tubuh). Beberapa fungsi fisiologis yang diharapkan antara lain adalah pencegahan dari timbulnya penyakit, meningkatkan daya tahan tubuh, regulasi kondisi ritme fisik tubuh, memperlambat penuaan dan penyehatan kembali (*recovery*). Kategori ingredien dengan khasiat kesehatan pada FOSHU adalah serat makanan, oligosakarida, gula alkohol, asam lemak tidak jenuh (ALTJ), peptida dan protein, glikosida, isoprenoid dan vitamin, alkohol dan fenol, kolin, bakteri asam laktat, dan mineral (Muchtadi, 2001).

Produk *flakes* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kandungan zat gizi yang termasuk di dalam kriteria ingredien yang berkhasiat menurut FOSHU seperti yang telah disebutkan diatas, yaitu meliputi kandungan serat makanan, vitamin (vitamin A, E, dan asam folat), protein, dan asam lemak tidak jenuh (ALTJ) dengan jumlah cukup bersaing apabila dibandingkan dengan produk sereal sarapan yang beredar di pasaran. Perbandingan beberapa kandungan gizi, yaitu meliputi protein, vitamin A, vitamin E, asam folat, serat makanan dan ALTJ pada *flakes* dengan 2 produk sereal sarapan yang telah beredar dapat dilihat pada Tabel 34 berikut ini.

Tabel 34. Perbandingan beberapa zat gizi pada *flakes* dengan produk sereal sarapan yang telah beredar di pasaran<sup>a</sup>

Nutrisi	<i>Flakes</i> <sup>b</sup>	Merek A <sup>c</sup>	Merek B <sup>c</sup>
Kalori (kkal)	173.5-177.7	203	196
Protein (g)	8.8-9.9	6.9	6.0
Vitamin A (IU)	1074.8-1258.2	-	-
Vitamin E (mg)	0.6-0.8	-	-
Asam folat (µg)	18-30	60	60
Serat makanan (g)	5.1-7.1	1.0	0.6
ALTJ (g)	0.9-1.6	2.5	1.8

Keterangan :

- = tidak dicantumkan pada label kemasan produk

<sup>a</sup> Berdasarkan ukuran saji 30 g ditambah dengan 125 ml susu *full cream* cair

<sup>b</sup> Nilai kisaran kandungan zat gizi dari *flakes* ubi jalar-kecambah kedelai-*wheat germ* A1, A2, dan A3

<sup>c</sup> Berdasarkan informasi nilai gizi pada label kemasan

Berdasarkan data pada Tabel 34 dapat dilihat bahwa kandungan kalori *flakes* tidak berbeda jauh dengan produk sarapan merek A dan B. Jumlah kalori yang terdapat pada produk sarapan setidaknya mencapai lebih dari 100 kkal per takaran sajinnya karena dari mengkonsumsi produk sarapan ini diharapkan dapat mensuplai energi untuk memulai aktivitas di pagi hari, serta dibutuhkan untuk meningkatkan kadar gula darah seseorang sehingga akan meningkatkan gairah dan konsentrasi belajar pada anak-anak, dan lebih jauh lagi akan berdampak pada prestasi belajarnya di sekolah. Menurut *Canadian Food Inspection Agency* dalam Panduan Pelabelan dan Periklanan Pangan 2003 disebutkan bahwa suatu produk pangan yang memiliki kandungan kalori lebih dari sama dengan 100 kkal per takaran saji dapat dikatakan sebagai “sumber energi” (Anonymous, 2004). Dengan demikian, *flakes* yang dihasilkan ini dapat diklaim sebagai “sumber energi”, terutama bagi anak-anak untuk memulai aktivitas belajar maupun bermain.

Pada protein, ternyata *flakes* memiliki kandungan protein yang lebih tinggi daripada kandungan protein dari merek A dan B (Tabel 34). Kandungan protein yang tinggi ini sangat penting peranannya dalam membantu penyediaan kebutuhan pertumbuhan dan perkembangan anak. Menurut *Canadian Food Inspection Agency* dalam Panduan Pelabelan dan Periklanan Pangan 2003 disebutkan bahwa apabila kandungan protein suatu produk 25 % lebih tinggi dibandingkan dengan protein pada produk sejenis, maka dapat diklaim dengan mengandung protein lebih tinggi atau “*more protein*”. Dengan demikian, *flakes* yang dihasilkan dapat diklaim seperti yang telah disebutkan oleh *Canadian Food Inspection Agency* tersebut karena kandungan proteinnya berkisar 27.54 % lebih tinggi dari protein produk sejenis.

Menurut Muchtadi (1989), fungsi protein sebagai zat pembangun tubuh adalah karena protein merupakan bahan pembentuk jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh. Pada anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan, pembentukan jaringan baru tersebut terjadi secara besar-besaran. Selain itu, protein juga dapat berfungsi sebagai pertahanan tubuh dari penyakit karena protein merupakan bahan pembentukan antibodi. Tinggi konsumsi protein pada anak-anak dapat mencegah terjadinya penyakit KEP (Kurang Energi dan Protein).

Berdasarkan Tabel 34, dapat dilihat pula bahwa *flakes* yang dihasilkan memiliki kelebihan diantara produk sarapan merek A dan B karena memiliki kandungan vitamin A dan E, sedangkan pada kedua merek tersebut tidak tercantum kandungan vitamin A dan E. Berdasarkan jumlah kandungan vitamin A dan E, maka *flakes* ini dapat diklaim sebagai “sumber vitamin A” dan “sumber vitamin E”. Menurut *Canadian Food Inspection Agency* dalam Panduan Pelabelan dan Periklanan Pangan 2003, disebutkan bahwa suatu produk pangan dapat diklaim sebagai “sumber vitamin A” apabila mengandung vitamin A minimal sebesar 50 RE (500 IU) hingga kurang dari 150 RE (1500 IU) per takaran saji 30 g, sedangkan untuk vitamin E, dapat dikatakan sebagai “sumber vitamin E” apabila mengandung minimal 0.5 mg hingga kurang dari 1.5 mg per takaran saji 30 g (Anonymous, 2004).

Vitamin A sangat penting bagi anak-anak dalam fungsi penglihatan, ikut berperan dalam menjaga integritas lapisan luar otak, serta asam retinoat yang dibentuk dari hasil oksidasi retinoat yang dibentuk dari hasil oksidasi retinal dapat menstimulir pertumbuhan pada anak. Defisiensi vitamin A dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tubuh dan daya penglihatan berkurang. Pada anak-anak, defisiensi tersebut seringkali terjadi bersamaan dengan malnutrisi protein-kalori (Muchtadi, 1989). Oleh karena itu, diharapkan produk *flakes* ini dapat mencegah terjadinya penyakit akibat defisiensi vitamin A yang dilatar belakangi pula oleh malnutrisi protein-kalori dengan menyediakan kalori, protein, dan vitamin A yang cukup.

Peranan vitamin E yang paling utama dan paling banyak dikenal adalah sebagai antioksidan serta dapat menahan kerusakan membran karoten dari kerusakan oksidatif dengan menerima oksigen. Dalam jaringan, vitamin E dapat menekan terjadinya oksidasi asam lemak tidak jenuh, sehingga dapat membantu dan mempertahankan fungsi membran sel. Kandungan vitamin E pada *flakes* ini diharapkan dapat memberikan peranan yang sinergis antar zat-zat gizi di dalam *flakes* itu sendiri, terutama dengan vitamin A dan asam lemak tidak jenuh (ALTJ).

Kandungan asam folat pada *flakes* berdasarkan data pada Tabel 34, dapat dilihat bahwa jumlahnya hanya sekitar 50 % dari produk sarapan merek A dan B. Namun demikian, *flakes* ini dapat diklaim atas kandungan asam folatnya dengan

“sumber asam folat” karena memenuhi peraturan yang dicantumkan oleh *Canadian Food Inspection Agency* dalam Panduan Pelabelan dan Periklanan Pangan 2003, yaitu minimal mengandung 11 µg hingga kurang dari 33 µg per takaran saji 30 g (Anonymous, 2004).

Serat makanan yang terkandung dalam *flakes* jumlahnya paling tinggi apabila dibandingkan dengan produk sarapan merek A dan B, bahkan mencapai 7 kali lipatnya (Tabel 34). Klaim “kaya serat pangan” dapat diberikan pada *flakes* penelitian ini karena mengandung serat makanan sebesar 5.1-7.1 g per takaran saji 30 g. Menurut *Canadian Food Inspection Agency* dalam Panduan Pelabelan dan Periklanan Pangan 2003 disebutkan bahwa klaim “kaya serat pangan” dapat diberikan apabila suatu produk pangan mengandung 6 g atau lebih per takaran saji (Anonymous, 2004).

Masalah yang banyak terjadi pada anak-anak dalam hubungannya dengan konsumsi serat makanan adalah timbulnya konstipasi (susah buang air besar) hingga dapat menyebabkan divertikulosis. Para orang tua sering mengeluh karena putra-putri mereka susah sekali makan sayur-sayuran. Padahal, disamping sayur-sayuran mengandung banyak vitamin, kandungan seratnya juga dapat membantu anak untuk memperlancar pencernaan dalam tubuh. Susah buang air besar biasanya terjadi karena feses yang terlalu keras sehingga dibutuhkan dorongan yang kuat agar dapat keluar. Pada kasus divertikulosis, tekanan saat mengeluarkan feses yang berlebihan akan meningkatkan tekanan pada permukaan usus sehingga timbul benjolan dan luka-luka pada usus. Apabila serat makanan dikonsumsi dalam jumlah yang cukup, maka konsistensi feses tersebut berubah menjadi besar dan lunak, karena kemampuan serat makanan dalam menyerap air (Muchtadi, 1989). Oleh karena itu, serat makanan dalam *flakes* diharapkan dapat digunakan sebagai solusi atas masalah susah buang air besar (konstipasi) dan divertikulosis pada anak.

Kandungan asam lemak tidak jenuh pada *flakes* ternyata tidak terlalu berbeda jauh dengan ALTJ produk sarapan merek A dan B (Tabel 34). Namun, kandungan ALTJ pada *flakes* penelitian ini belum dapat diklaim karena besarnya kurang dari 2 g per takaran saji, sedangkan menurut *Canadian Food Inspection Agency* dalam Panduan Pelabelan dan Periklanan Pangan 2003, produk pangan

dapat diklaim “sumber ALTJ” apabila mengandung 2 g atau lebih ALTJ per takaran saji (30 g).

Kandungan ALTJ penting bagi tubuh dan asam lemak ini merupakan asam lemak esensial karena tubuh tidak dapat mensintesis asam lemak tersebut, namun hanya dapat mengubahnya menjadi asam lemak jenuh atau asam lemak tidak jenuh yang juga penting bagi tubuh. Pada anak-anak kecil yang menerima makanan defisien akan asam lemak esensial, kulitnya berubah dan sejenis eksim berkembang, akan tetapi dengan mudah hilang apabila ditambahkan asam lemak esensial dalam makanannya (Muchtadi, 1989).

Menurut Gurr (1992), diantara akibat dari defisiensi asam lemak esensial adalah perubahan pada sifat membran biologis, dimana ALTJ jamak adalah penyusun utama pada struktur lipid membran. Misalnya membran mitokondria hati pada hewan yang kekurangan asam lemak esensial kurang efisien dalam mengoksidasi asam lemak untuk mensintesa ATP yang merupakan sumber penting energi kimia sel. Perubahan pada tingkat molekul dan sel dapat terlihat pada kemampuan hewan yang sangat rendah dalam mengkonversi energi dalam makanan menjadi energi metabolik untuk pertumbuhan dan pemeliharaan fungsi tubuh.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Pada penelitian ini *flakes* dapat dibuat dari campuran tepung ubi jalar, kecambah kedelai dan *wheat germ* dengan 3 formula, yaitu A1 dengan perbandingan tepung ubi jalar 1 : 1 (42.5 %:42.5 %), A2 dengan perbandingan tepung ubi jalar 3 : 2 (51 %:34 %), A3 dengan perbandingan tepung ubi jalar 2 : 1 (56.67 %:28.33 %), dimana persentase penambahan *wheat germ* pada masing-masing formula adalah sama, yaitu 15 %.

Berdasarkan uji organoleptik kesukaan atau uji hedonik, ternyata panelis anak-anak menilai ketiga formula *flakes* pada parameter warna tidak berbeda nyata satu sama lain dengan skor rata-rata kesukaan berkisar 3.7 (A1)-3.4 (A3) atau cenderung menuju kepada suka sampai netral. Pada parameter aroma juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara formula A1, A2, dan A3 dengan nilai skor rata-rata kesukaan 3.6 (A2)-3.7 (A1) atau cenderung suka hingga netral. Begitu pula pada parameter rasa dan tekstur, tingkat kesukaan panelis terhadap ketiga formula tidak berbeda nyata dengan nilai skor rata-rata kesukaan berturut-turut adalah 3.6 (A1 dan A3)-3.7 (A2) dan 3.9 (A2 dan A3)-4.0 (A1). Hasil tidak berbeda nyata ini memberikan keuntungan bahwa dengan komposisi zat gizi maksimal dengan menambahkan tepung kecambah kedelai hingga 42.5 % pada perbandingan 1:1 tidak akan mempengaruhi penerimaan anak-anak akan produk *flakes*.

Selama proses pengolahan menjadi *flakes* terjadi penurunan zat gizi dari yang diperkirakan saat formulasi. *Flakes* yang dihasilkan memiliki kandungan protein 15.45 % (A3)-18.91 % (A1) dengan penurunan sebesar 14.91-19.67 %. Selain protein, kandungan vitamin A dan vitamin E pada *flakes* juga mengalami penurunan dari perkiraan saat formulasi, yaitu berturut-turut 3582.5 IU (A1)-4194.16 IU (A3) terjadi penurunan hingga 18.42 % dan vitamin E 2.19 mg/100 g (A3)-2.38 mg/100 g (A2) terjadi penurunan 29.46-37.54 %. Serat makanan yang terukur pada produk akhir adalah 17.02 % (A3)-23.81 % (A1), asam folat sebesar 60 µg/100 g (A3)-100 µg/100 g (A1), dan ALTJ sebesar 5.27 % untuk



formula A1, 4.39 % untuk formula A2, dan 3.12 % untuk formula A3 atau sekitar 82.76-84.05 % dari total lemak produk.

Daya cerna protein ketiga formula *flakes* cukup baik, yaitu 80.66 % (A1), 82.66 % (A2), dan 80.58 % (A3). Berdasarkan analisis fisik, *flakes* memiliki tingkat kecerahan (L) sebesar 61.82 (A3)-63.04 (A1) dan nilai °hue yang sama, yaitu berada pada kisaran warna kuning kemerahan (*yellow red*) (82.5 (A1)-80.35 (A3)), kekerasan ketiga formula dari formula A1 hingga A3 berturut-turut adalah 920 gf, 610 gf, dan 580 gf, sedangkan ketahanan *flakes* dalam susu berkisar 3 menit 4 detik (A3)-3 menit 23 detik (A1).

Pada ketiga formula *flakes* per takaran sajinnya bersama dengan 125 ml susu *full cream* cair ternyata dapat memenuhi kebutuhan kalori sarapan sebesar 90.83 % (A1)-93.18 % (A3) atau memenuhi angka kecukupan gizi sebesar 9.45-9.69 %. Pemenuhan protein bagi kebutuhan sarapan dapat memenuhi 145.61 % (A3)-163.94 % (A1) dan dapat memenuhi kecukupan gizi sebesar 18.48-20.81 %. Kecukupan sarapan pada kebutuhan vitamin A mencapai lebih dari 100 %, yaitu 852.98 (A1)-998.61 % (A3) sehingga dapat terpenuhi kecukupan gizinya sebesar 10.86-12.43 %. Pemenuhan produk *flakes* dari ketiga formula akan asam folat ternyata dapat memenuhi 21 % (A3)-35 % (A1) angka kecukupan gizi. Dengan mengkonsumsi *flakes* pada penelitian ini diharapkan konsumen anak-anak dapat terpenuhi kecukupan gizinya akan vitamin E sebesar 11 % (A3)-12.43 % (A2).

Persentase kecukupan gizi untuk serat makanan produk *flakes* mencapai 22.96 (A3)-32.2 % (A1) ini dinilai perlu untuk diperhatikan karena dengan konsumsi kelebihan serat makanan justru akan menimbulkan dampak negatif bagi tubuh. Pemenuhan gizi untuk ALTJ adalah sebesar 6.23 % (A3)-10.31 % (A1). Dengan demikian, rasio antara mg tokoferol dan g ALTJ adalah sebesar 0.45 untuk formula A1, 0.56 untuk formula A2, dan 0.69 untuk formula A3. Berdasarkan kandungan vitamin A, vitamin E, dan asam folat, *flakes* dapat diklaim sebagai “sumber vitamin A, vitamin E, dan asam folat”, sedangkan untuk kandungan serat makanan, dapat diklaim sebagai “kaya serat makanan”, pada kalori sebagai “sumber kalori” dan protein lebih tinggi dari produk sejenis lain (“*more protein*”).

## B. SARAN

Beberapa hal yang dapat disarankan setelah dilaksanakannya penelitian ini adalah :

1. Dapat dicari solusi atas rendahnya kandungan asam folat dan vitamin E pada *wheat germ* dengan lebih memperhatikan pada proses penanganan pasca panen gandum hingga penanganan limbah penggilingan gandum oleh para perusahaan penggilingan gandum, mengingat *wheat germ* memiliki potensi sebagai sumber asam folat dan vitamin E alami dan memiliki sifat yang rentan terhadap perubahan lingkungan.
2. Dapat dipilih formula *flakes* tertentu yang memiliki kelebihan sesuai dengan kebutuhannya sehingga dapat dilakukan tahap *scale up* pembuatan *flakes* yang tepat sasaran, misalnya dapat dipilih formula A1 bagi pemenuhan kebutuhan kalori dan protein anak-anak yang menderita KEP dengan memanfaatkan tepung kecambah kedelai paling maksimal, atau formula A3 dengan jumlah persentase pemenuhan kalori dan protein yang tidak berbeda jauh dengan A1 namun diperkirakan biaya produksinya lebih rendah karena persentase ubi jalar yang banyak tidak terlalu meningkatkan anggaran untuk bahan baku (harganya murah).
3. Perlu dilakukan analisis komersial terhadap produk *flakes* apabila akan dilakukan *scale up* untuk menentukan efisiensi dan efektifitasnya, misalnya pada biaya produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N dan S. Koswara. 1992. Kimia Vitamin. Rajawali Pers. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2004 . <http://www.glorianet.org/keluarga/anak/index.html>. Juni 2004.
- \_\_\_\_\_. 2004. <http://www.cc.nih.gov/ccc/supplements/folate.html>. Agustus 2004.
- \_\_\_\_\_. 2004. <http://www.inspection.gc.ca/english/fssa/labeti/guide/ch7be.shtml>.  
September 2004.
- Augustin, J. dan B. P. Klein. 1989. Nutrient Composition of Raw, Cooked, Canned and Sprouted Legumes. Di dalam Matthews, R. H. (ed.). 1989. Legumes. Chemistry, Technology and Human Nutrition. Marcel Dekker, Inc. New York dan Basel.
- Aykroyd, W.R. dan Doughty J. 1970. Wheat in Human Nutrition. FAO. Nutritional Studies No. 23. FAO. Roma.
- Bauernfeind, J. C. 1980. Tocopherol in Food. Di dalam L. J. Machlin (Ed.). Vitamin E : A Comprehensive Treatise. Ed. Marcel Dekker. New York.
- Belits, H.D dan Grosch W. 1999. Food Chemistry 2<sup>nd</sup> ed. Verlag. Berlin.
- Biro Pusat Statistik. 1997. Statistik Indonesia 1997. Di dalam Himpunan Makalah Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi 2001. PATPI.
- Brody, T. 1991. Asam Folat. Di dalam Machlin, L.J. (Ed.). Handbook of Vitamin 2<sup>nd</sup> ed. Marcel Dekker Inc. New York dan Basel.
- Bzurier, R., De Luca, Pamela, dan Rothman. 1996. GLA, Inflammation, Immune Respons and Rheumatoid Arthritis. Di dalam Sheng Huang-Yung dan D.E. Mills (Ed.). GLA, Metabolism and Its Roles in Nutrition and Medicine. AOCS Press. Champaign, Illinois.
- Combs, G. F. Jr. 1992. The Vitamins. Fundamental Aspects in Nutrition and Health. Academic Press. Inc. New York. Basel.
- Damodaran, S. 1996. Amino Acids, Peptides and Protein. Di dalam Fennema, R.O. 1996. Food Chemistry 3<sup>rd</sup> ed. Marcell and Deker Inc. New York.
- Della, Monica E. . dan P. E. Mc Dowell. 1965. Comparation of Betacarotene Content of Dried Carrots Prepared by Three Dehydration Processes. Di dalam Andarwulan, N dan S. Koswara. 1992. Kimia Vitamin. Rajawali Pers. Jakarta.

- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1981. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhatara Karya Aksara. Jakarta.
- Ebrahim, G.J. 1994. Ilmu Kesehatan Anak di Daerah Tropis. Yayasan Essentia Medica. Yogyakarta.
- Elmasthal, H. L. 2002. Resistant Starch Content in A Selection of Starchy Foods on The Swedish Market. *European Journal of Clinical Nutiriton* 56 : (500-5005).
- Erna. 2004. Pengaruh Proses Pengeringan Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Tepung Kecambah Kedelai Hasil Germinasi Dengan Perlakuan Xanthan Gum Sebagai Elisitor Fenolik Antioksidan. Skripsi. Fateta-IPB. Bogor.
- Fadjar, E. 2004. Sarapan yang Singkat dan Padat. *Kompas* 2 Agustus 2004 : B1.
- Gallaher, D.D. 2000. Dietary Fiber and Its Physiological Effects. *Di dalam* Schimdl, M.K. dan Theodore P. L (Eds.). *Essentials of Functional Food*. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Gurr, M. I. 1992. *Role of Fats in Food and Nutrition*. Elsevier Applied Science Pub. London.
- Hoseney, C. R. 1998. *Principles of Cereals Science and Technology*. 2<sup>nd</sup> ed. American Association of Ceral Chemist, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.
- Jumpsen, J. dan Clandinin, M.T. 1995. *Brain Development : Relationship to Dietary Lipid and Lipid Metabolism*. AOCS Press. Champaign, Illinois.
- Karni. 1997. *Mempelajari Hipotensif Kecambah Kedelai*. Skripsi. Fateta-IPB. Bogor.
- Khasanah, U. 2004. *Formulasi, Karakterisasi Fisiko-Kimia dan Organoleptik Produk Makanan Sarapan Ubi Jalar (Sweet Potato Flakes)*. Skripsi. Fateta-IPB. Bogor.
- Khomsan, A. 2002. *Pangan dan Gizi Untuk Kesehatan*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lawes, M.J. 1990. *Potato Based Textured Snacks*. *Di dalam* Gouth, R.E. *Snack Food*. Avi Book. Van Nostrand Reinhold Publisher. New York.
- Lockhart, H.B. dan Neisheim R.O. 1978. *Nutritional Quality of Cereal Grain*. *Di dalam* Pomeranz, Y. (Ed.) *Cereal 78 : Better Nutrition for The World's Millions*. America Association of Cereal Chemists. St Paul.
- Machlin, L.J. 1991. *Vitamin E*. *Di dalam* Machlin, L.J. *Handbook of Vitamin*. 2<sup>nd</sup> ed. Marcel Dekker Inc. New York and Basel.

- Meyer, L.H. 1982. Food Chemistry. 4<sup>th</sup> ed. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Muchtadi, D., N.S. Palupi, dan M. Astawan. 1993. Metabolisme Zat Gizi. Sumber, Fungsi, dan Kebutuhan Bagi Tubuh Manusia. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Muchtadi, D. 1998. Petunjuk Laboratorium Evaluasi Nilai Gizi Pangan. Depdikbud. Dirjen Dikti. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Muchtadi, D. 2000. Sayuran, Sumber Serat dan Antioksidan : Mencegah Penyakit Degeneratif. Fateta-IPB. Bogor.
- Muchtadi, D. 2001. Potensi Pangan Tradisional Sebagai Pangan Fungsional dan Suplemen. Di dalam Prosiding Seminar Nasional. Pangan Tradisional Basis Bagi Industri Pangan Fungsional dan Suplemen. Nuraida, L dan Dewanti-Hariyadi, R. (Eds.). Pusat Kajian Makanan Tradisional IPB. Bogor.
- Noguchi, A., W. Kugimaya, Z. Hague dan K. Saito. 1981. Physical and Chemical Characteristic of Food Extruded Rice Flour Fortified With Soybean Protein Isolate. J. Food Science. 47 (3) : 240-245.
- Olson, J.A. 1991. Vitamin A. Di dalam Machlin, L.J. (Ed.). Handbook of Vitamin 2<sup>nd</sup> ed. Marcel Dekker Inc. New York dan Basel.
- Reineccius. 2004. Source Book of Flavors 2<sup>nd</sup> ed. Chapman and Hall. New York. London.
- R.S. Dr. Cipto Mangunkusumo dan Persatuan Ahli Gizi Indonesia. 2003. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sembiring, H. R. U. 1983. Mempelajari Beberapa Faktor Yang Berpengaruh Pada Pembuatan Tepung Kecambah Kedelai Dalam Hubungannya Dengan Tripsin Inhibitor. Skripsi. Fateta. IPB. Bogor.
- Sharma, S.K., Muvaney, dan Rizvi. 2000. Food Process Engineering. Theory and Laboratory Experiment. A John Willey and Sons, Inc. Publisher. New York
- Sizer, F. S. dan E. N. Whitney. 2000. Nutrition : Concepts and Controversies. 8<sup>th</sup> edition. Wadsworth Thomson Learning. Australia. Canada.
- Sukmawati, Y. 2003. Penggunaan Polisakarida Sebagai Elisitor Untuk Produksi Antioksidan Selama Germinasi Biji Kacang Kedelai. Skripsi. Fateta-IPB. Bogor.
- Stephen, A. M. 1998. Regulatory Aspects of Functional Product. Di dalam Mazza, G. (ed.). Functional Food. Biochemical and Processing Aspects. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster. Basel.

- The British Nutrition Foundation. 1994. Unsaturated Fatty Acid Nutritional and Physiological Significance. The Report of The British Nutrition Foundation's Talk Force. Chapman and Hall. London.
- Tressler, D.K. dan William J.S. 1975. Food Products Formulary Vol. 2. Cereal, Baked Goods, Dairy, and Egg Products. The AVI Publishing Company, Inc. Westport.
- Tsen, C.C. 1980. Cereals Germ Used in Bakery Products : Chemistry and Nutrition. Di dalam Inglett, G.E. dan Lars Munck (Ed.). Cereals For Food and Beverages. Academic Press. New York.
- Utami K.S. 1998. Menyiasati Hilangnya Terigu. Majalah TRUBUS TH XXIX-Oktober 1998 (347) : 37-38.
- Widianarko, B., Ch. Retnaningsih, Sumardi, Soedarini, Lindayani, A. Rika Pratiwi, dan Sri Lestari. 2002. Tips Pangan, Teknologi, Nutrisi, dan Keamanan Pangan. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi. 1983. Di dalam R.S. Dr. Cipto Mangunkusumo dan Persatuan Ahli Gizi Indonesia. 2003. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1988. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia. Jakarta.
- Yang, T.H. 1982. Sweet Potatoes As A Supplemental Staple Food. Di dalam Villareal, R.L. dan Griggs, T.D. (Eds.). Sweet Potato Proceedings of The 1<sup>st</sup> International Symposium.
- Yung, S.H. dan Mill, D.E. 1996. GLA Metabolism and Its Roles in Nutrition and Medicine. AOCS Press. Champaign, Illinois.

# LAMPIRAN

Lampiran 1. Data rendemen tepung ubi jalar dan tepung kecambah kedelai

1) Tepung ubi jalar

Berat ubi kukus		= 7.9 kg
Berat tepung ubi hasil penggilingan dengan Disc Mill		= 2.5 kg
Berat tepung tidak lolos ayakan		= 50.6 g
Rendemen	$= \frac{(2.5 \text{ kg} - 50.6 \text{ g})}{7.9 \text{ kg}} \times 100 \%$	= 31.00 %

2) Tepung kecambah kedelai dengan kulit

Berat kedelai		= 250 g
Berat kecambah kedelai segar dengan kulit		= 550.2 g
Rendemen kecambah kedelai	$= (550.2 \text{ g} / 250 \text{ g}) \times 100 \%$	= 220.08 %
Berat kecambah kedelai setelah blansir		= 579.6 g
Berat tepung kecambah kedelai		= 137.9 g
Rendemen	$= (137.9 \text{ g} / 579.6 \text{ g}) \times 100 \%$	= 23.8 %

3) Tepung kecambah kedelai tanpa kulit

Berat kedelai		= 250 g
Berat kecambah kedelai segar dengan kulit		= 501.0 g
Rendemen kecambah kedelai	$= (501.0 \text{ g} / 250 \text{ g}) \times 100 \%$	= 200.4 %
Berat kecambah kedelai setelah blansir		= 516.4 g
Berat tepung kecambah kedelai		= 121.3 g
Rendemen	$= (121.3 \text{ g} / 516.4 \text{ g}) \times 100 \%$	= 23.5 %



Lampiran 2. Data hasil analisis kimia bahan utama

a) Data kurva standar tokoferol

Konsentrasi $\alpha$ -tokoferol ( $\mu\text{g}/10\text{ ml}$ )	0	48	96	144	192	240
Absorbansi	0	0.641	1.333	1.492	1.537	1.665
Berat sampel	0	200.5	204.5	200.4	201.2	200.7

Persamaan regresi antara konsentrasi  $\alpha$ -tokoferol vs absorbansi :

$$y = 0.0665 x + 0.3133, \text{ maka } M = 0.0665$$

b) Data hasil penentuan kadar total tokoferol pada tepung kecambah kedelai dengan kulit dan tanpa kulit

Data hasil pengekstrakan vitamin E pada tepung kecambah kedelai

Sampel	Berat sampel (g)	Berat erlenmeyer (g)	Berat akhir (g)	Berat minyak (g)
Dengan kulit	25.0365	68.9560	73.8637	4.9077
Tanpa kulit	25.0133	68.2329	72.8745	4.6416

Data hasil penentuan total tokoferol tepung kecambah kedelai

Sampel	Berat sampel (mg)	Absorbansi	Total tokoferol (ppm)	Total tokoferol (mg/100 g)	Rata-rata (mg/100 g)	Standar deviasi
Dengan kulit	201.2	0.379	28.3263	0.5553	0.58	0.03
	203.8	0.420	30.9901	0.6075		
Tanpa kulit	202.5	0.500	37.1299	0.6890	0.71	0.03
	204.3	0.542	39.8942	0.7403		

Contoh perhitungan :

Total tokoferol (ppm) tepung kecambah dengan kulit :

$$\begin{aligned} \text{Total tokoferol (ppm)} &= \frac{\text{absorbansi sampel} - \text{absorbansi blanko}}{0.0665 \times \text{berat sampel (g)}} \\ &= \frac{((0.379 - 0)/(0.0665 \times 0.2012))}{1000} = 28.3263 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total tokoferol (mg/100 g)} &= \frac{\text{total tokoferol (ppm)} \times \text{berat minyak (g)}}{1000 \times \text{berat sampel tepung (g)}} \times 100 \\ &= \frac{((28.3263/1000) \times (4.9077/25.0365)) \times 100}{1} \\ &= 0.5553 \text{ mg/100 g} \end{aligned}$$

Lampiran 2. Data hasil analisis kimia bahan utama (lanjutan)

c) Data hasil perhitungan kadar air bahan utama

Sampel	Berat sampel (g)	Berat cawan (g)	Berat akhir (g)	KA bb (%)	Rata-rata	KA bk (%)	Rata-rata	Standar Deviasi
TKK	5.0242	3.1186	7.9231	4.37	4.38	4.57	4.59	0.02
	5.0203	3.1399	7.9395	4.40		4.60		
TUJ	5.0098	3.1468	7.7934	7.25	7.38	7.82	7.97	0.15
	5.0073	3.1565	7.7878	7.51		8.12		
WG	5.0027	3.1468	7.6923	9.14	9.26	10.06	10.20	0.14
	5.0051	3.1565	7.6921	9.38		10.35		

Keterangan :

TKK = tepung kecambah kedelai dengan kulit

TUJ = tepung ubi jalar

WG = *wheat germ*

Contoh perhitungan kadar air tepung kecambah kedelai :

$$\text{KA (\%bb)} = \frac{\text{berat sampel} - (\text{berat akhir} - \text{berat cawan})}{\text{berat sampel}} \times 100 \%$$

$$= \frac{(5.0242 - (7.9231 - 3.1186))}{5.0242} \times 100 \% = 4.38 \%$$

d) Data hasil perhitungan kadar abu bahan utama

Sampel	Berat sampel (g)	Berat cawan (g)	Berat akhir (g)	K Abu (%bb)	K Abu (%bk)	Rata-rata	Standar Deviasi
TKK+KLT	3.0386	21.2949	21.4183	4.06	4.25	4.21	0.04
	3.0498	19.9386	20.0601	3.98	4.17		
TUJ	5.0081	17.1674	17.2671	1.99	2.14	2.17	0.03
	5.0069	18.878	18.9801	2.04	2.20		
WG	5.0103	18.5479	18.7358	3.75	4.13	4.08	0.04
	5.0097	17.5281	17.7119	3.67	4.04		

Keterangan :

TKK = tepung kecambah kedelai dengan kulit

TUJ = tepung ubi jalar

WG = *wheat germ*

Contoh perhitungan kadar abu tepung kecambah kedelai :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{berat akhir} - \text{berat cawan}}{\text{berat sampel}} \times 100 \%$$

$$= \frac{(21.4183 - 21.2949)}{3.0386} \times 100 \% = 4.06 \%$$

Lampiran 2. Data hasil analisis kimia bahan utama (lanjutan)

d) Data hasil perhitungan kadar protein bahan utama

Sampel	Berat sampel (mg)	Volume HCl (ml)	% N	Protein (%bb)	Rata-rata	Protein (%bk)	Rata-rata	Standar Deviasi
TKK	101.0	21.35	6.72	38.36	38.71	40.12	40.49	0.37
	100.8	21.7	6.84	39.07		40.86		
TUJ	103.5	1.25	0.38	2.40	2.32	2.59	2.50	0.09
	102.1	1.15	0.36	2.24		2.42		
WG	103.1	17.6	5.43	31.63	31.90	34.86	35.16	0.30
	102.2	17.75	5.52	32.18		35.46		

Keterangan :

TKK = tepung kecambah kedelai dengan kulit

TUJ = tepung ubi jalar

WG = *wheat germ*

Contoh perhitungan kadar protein tepung kecambah :

$$\% N = \frac{(\text{ml HCl sampel} - \text{ml HCl blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14.007}{\text{mg sampel}} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Protein} = \% N \times \text{faktor konversi}$$

faktor konversi : tepung kecambah kedelai = 5.71, tepung ubi jalar = 6.25,  
*wheat germ* = 5.83

$$\% N = \frac{((21.35 - 0) \times 0.0227 \text{ N} \times 14.007)}{101.0 \text{ mg}} \times 100 \% = 6.72 \%$$

$$\text{Protein (\%bb)} = 6.72 \% \times 5.71 = 38.36 \%$$

$$\text{Protein (\%bk)} = 38.36 \% \times (\% \text{ KA bk} / \% \text{ KA bb}) = 40.12 \%$$

e) Data hasil perhitungan kadar lemak bahan utama

Sampel	Berat sampel (g)	Berat labu (g)	Berat akhir (g)	Kadar lemak (%bb)	Rata-rata	Kadar lemak (%bk)	Rata-rata	Standar Deviasi
TKK	5.0026	93.0942	94.2494	23.09	23.03	24.15	24.09	0.06
	5.0013	102.5473	103.6964	22.98		24.03		
TUJ	5.0098	96.7152	96.7394	0.48	0.50	0.52	0.54	0.02
	5.0051	121.1122	121.1382	0.52		0.56		
WG	5.001	92.8324	93.2664	8.68	8.68	9.56	9.57	0.01
	5.0102	97.9984	98.4334	8.68		9.57		

Keterangan :

TKK = tepung kecambah kedelai dengan kulit

TUJ = tepung ubi jalar

WG = *wheat germ*

Lampiran 2. Data hasil analisis kimia bahan utama (lanjutan)

e) Data hasil penentuan kurva standar  $\beta$ -karoten

Konsentrasi $\beta$ -karoten (ppm)	Absorbansi
1	0.047
3	0.161
5	0.239
7	0.323
9	0.413

Persamaan regresi yang didapat antara konsentrasi  $\beta$ -karoten vs absorbansi :

$$y = 0.0447 x + 0.0131$$

Data hasil penentuan kadar karoten bahan utama

Sampel	Berat sampel (g)	Absorbansi	$\beta$ -karoten (ppm)	Vitamin A (IU)
TKK	3.0729	0.522	11.38	1896.67
TUJ	4.0041	2.064	45.88	7646.67
WG	4.0809	0.509	11.09	1848.33

Contoh perhitungan kadar karoten tepung kecambah kedelai :

$$0.522 = 0.0447 x + 0.0131$$

$$x = (0.522 - 0.0131) / 0.0447 = 11.38 \text{ ppm}$$

Konversi  $\beta$ -karoten menjadi vitamin A dalam IU :

Dimana : 1 IU = 0.6  $\mu\text{g}$   $\beta$ -karoten

$$(11.38 \text{ ppm} \times 100) / 0.6 = 1896.67 \text{ IU}$$

f) Data hasil penentuan kadar serat makanan tidak larut (IDF) bahan utama

Sampel	Berat sampel (g)	KS 1 (g)	KS 2 (g)	CW 1 (g)	CW 2 (g)	% Protein residu	SMTL (%)	Rata-rata	Standar Deviasi
TKK	1.3739	0.5715	0.7316	19.3265	19.3375	7.0300	9.9967	10.13	0.14
	1.4152	1.1078	1.2769	21.6659	21.6772	7.0300	10.2679		
TUJ	1.1036	1.0739	1.1592	15.0601	15.0706	-	6.7778	6.78	0.01
	1.1030	1.1193	1.2051	24.7335	24.7444	-	6.7906		
WG	1.3578	0.5720	0.7429	17.6252	17.6367	6.9281	10.8307	10.92	0.09
	1.2635	0.5524	0.7152	16.9542	16.9659	7.0300	11.0135		
Blanko		0.9568	0.9578	16.5241	16.5246	0.05	0.0005	0.0006	
		0.9444	0.9454	16.6685	16.6689		0.0006		

Keterangan : - tidak dianalisis

Lampiran 2. Data hasil analisis kimia bahan utama (lanjutan)

$$\text{gram protein residu} = ((\% \text{ protein residu}/100) \times (\text{KS2-KS1}))$$

% serat makanan tidak larut (SMTL) pada tepung kecambah kedelai =

$$\frac{(((\text{KS2-KS1})-\text{g protein residu})-(\text{CW2-CW1}))- \text{blanko}) \times 100 \%}{\text{berat sampel (g)}}$$

$$= \frac{(((0.7316-0.5715)- 0.0112)-(19.3375-19.3265))-0.0005}{1.3739 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 9.9967 \%$$

Data hasil penentuan kadar serat makanan larut (SDF) bahan utama

Sampel	Berat sampel (g)	KS 1 (g)	KS 2 (g)	CW 1 (g)	CW 2 (g)	% Protein residu	SML (%)	Rata-rata	Standar Deviasi	TSM (%)
TKK	1.3739	0.5685	1.8895	21.9974	22.0064	6.1816	5.6897	5.52	0.17	15.65
	1.4152	0.5754	1.8948	22.9745	22.9838	6.7647	5.3482			
TUJ	1.1036	1.1309	1.1895	25.122	25.1292	-	4.6575	4.76	0.11	11.55
	1.1030	1.0852	1.1465	18.3468	18.3544	-	4.8685			
WG	1.3578	0.5685	1.6342	31.6526	31.6608	4.6867	6.2679	6.36	0.09	17.28
	1.2635	0.5599	1.6745	16.3526	16.3613	4.5098	6.4531			
Blanko		0.9685	0.9694	16.2592	16.2599	0.05	0.0002	0.0002		
		0.9712	0.9721	21.3265	21.3271		0.9003			

Keterangan : - tidak dianalisis

$$\text{gram protein residu} = ((\% \text{ protein residu}/100) \times (\text{KS2-KS1}))$$

% serat makanan larut (SML) pada tepung kecambah kedelai =

$$\frac{(((\text{KS2-KS1})-\text{g protein residu})-(\text{CW2-CW1}))- \text{blanko}) \times 100 \%}{\text{berat sampel (g)}}$$

$$= \frac{(((1.8895-0.5685)- 0.0816)-(22.0064-21.9974))-0.0002}{1.3739 \text{ g}} \times 100\%$$

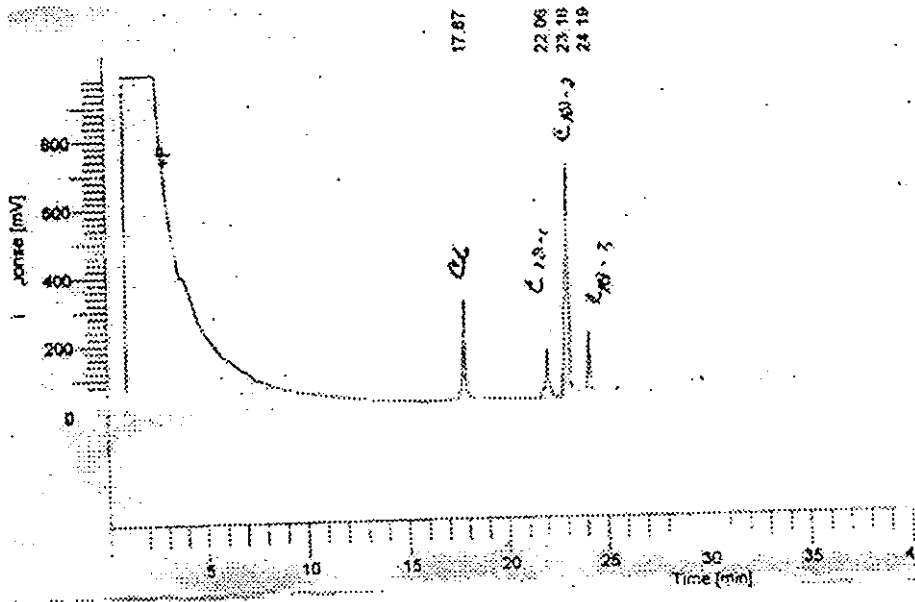
$$= 5.6897 \%$$

Total serat makanan (TDF) = SMTL (IDF) + SML (SDF)

Keterangan :

- KS1 = kertas saring kosong
- KS2 = kertas saring + residu
- CW1 = cawan porselen kosong
- CW2 = cawan porselen + abu

Lampiran 3. Data hasil analisis asam lemak pada *wheat germ*



Gambar 11. Kromatogram asam lemak *wheat germ*

$$\begin{aligned} \% \text{ Asam lemak jenuh (ALJ)} &= \% \text{ area C16:0} \times \% \text{ kadar lemak} \\ &= 0.1924 \times 9.55 \% = 1.84 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Asam lemak tidak jenuh (ALTJ)} &= \text{total \% area ALTJ} \times \% \text{ kadar lemak} \\ &= (0.1117+0.5976+0.093) \times 9.55 \% = 7.71 \% \end{aligned}$$

Lampiran 4. Kuesioner uji organoleptik

**UJI HEDONIK**

Produk : *Flakes Triple Mixed Ubi Jalar-Kecambah Kedelai-Wheat Germ*  
 Tanggal : 19 Juni 2004  
 Nama :

**Instruksi :**

1. Nyatakan penilaian anda dengan memberi tanda  $\surd$  pada pernyataan yang sesuai dengan penilaian anda.
2. Beri penilaian terhadap parameter warna dan aroma tanpa menggunakan susu.
3. Tuangkan susu ke dalam mangkok secukupnya, berilah penilaian terhadap parameter rasa, tekstur, dan keseluruhan.
4. **JANGAN MEMBANDINGKAN ANTAR SAMPEL!**

1. Uji Hedonik Warna dan Aroma

PENILAIAN	WARNA			AROMA		
	147	258	359	147	258	359
Sangat Suka						
Suka						
Netral						
Tidak Suka						
Sangat Tidak Suka						

2. Uji Hedonik Rasa dan Kerenyahan (Tekstur)

PENILAIAN	RASA			TEKSTUR		
	147	258	359	147	258	359
Sangat Suka						
Suka						
Netral						
Tidak Suka						
Sangat Tidak Suka						

**UJI RANGKING HEDONIK**

**Instruksi :**

Tuliskan kode sampel sesuai urutan rangking berdasarkan tingkat penerimaan Anda dengan rangking 1 – 3 (1 = paling baik, 3 = paling buruk)

RANGKING	1	2	3
KODE SAMPEL			

Lampiran 5. Data total tokoferol dan rekonstitusi *wheat germ*

Data hasil penentuan total tokoferol *wheat germ*

Sampel	Berat sampel (mg)	Absorbansi	Total tokoferol (ppm)	Total tokoferol (mg/100 g)	Rata-rata (mg/100 g)	Standar deviasi
<i>Wheat germ</i>	205.0	0.052	3.8144	0.0320	0.04	0.06
	207.0	0.070	5.0632	0.0425		

Data hasil pengekstrakan vitamin E *wheat germ* :

Berat sampel = 25.0107 g

Berat minyak = 2.0999 g

Karena nilai kadar total tokoferol yang kecil, maka *wheat germ* direkonstitusi dengan menggunakan suplemen Nature-E sehingga kandungan vitamin E *wheat germ* diasumsikan sama dengan kandungan vitamin E berdasarkan literatur, yaitu 2.642 mg/100 g minyak *wheat germ* yang telah dimurnikan (Bauernfeind, 1980).

$$\begin{aligned} \text{Vitamin E } \textit{wheat germ} &= \frac{2.642 \text{ mg}}{100 \text{ g minyak}} \times \frac{2.0999 \text{ g minyak}}{25.0107 \text{ g } \textit{wheat germ}} \times 100 \\ &= 22.1822 \text{ mg/100 g } \textit{wheat germ} \end{aligned}$$

$$\text{Total tokoferol Nature-E} = \frac{0.594-0}{0.0665 \times 0.001 \text{ g}} = \frac{8932.33 \text{ mg}}{1000 \text{ g}} = 893.23 \text{ mg/100 g}$$

Perhitungan rekonstitusi *wheat germ* :

a = *wheat germ*    b = Nature-E

$$a \% + b \% = 100 \%$$

$$a + b = 1$$

$$a = 1 - b \dots\dots(1)$$

$$0.04 a + 893.23 b = 22.1822 \dots\dots(2)$$

$$0.04 (1 - b) + 893.23 b = 22.1822 \dots\dots(1) \text{ dan } (2)$$

$$0.04 - 0.04 b + 893.23 b = 22.1822$$

$$b = 0.0248 = 2.48 \% \text{ Nature-E}$$

$$a = 1 - b = 0.9752 = 97.52 \% \textit{ wheat germ}$$



Lampiran 6. Data uji organoleptik warna *flakes*

Panelis	Warna		
	147	258	369
1	3	3	4
2	4	4	4
3	5	4	4
4	3	4	4
5	3	3	3
6	2	2	2
7	4	4	4
8	4	2	2
9	3	3	4
10	4	4	3
11	1	4	2
12	4	5	5
13	3	4	3
14	3	4	2
15	4	4	3
16	5	4	4
17	4	5	3
18	4	2	3
19	4	4	4
20	4	2	4
21	3	2	4
22	5	3	4
23	4	4	4
24	3	5	3
25	5	3	4
26	5	5	4
27	4	2	4
28	4	4	2
29	4	5	3
30	4	5	4
31	4	2	5
32	5	4	3
33	2	2	2
34	4	4	4
35	3	2	3
36	4	5	3
37	4	4	4
<b>Rata-rata</b>	<b>3.73</b>	<b>3.57</b>	<b>3.43</b>

Keterangan :

147 = A1 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

258 = A2 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

369 = A3 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

Lampiran 7. Data uji organoleptik aroma *flakes*

Panelis	AROMA		
	147	258	369
1	3	2	3
2	4	5	3
3	4	2	4
4	2	2	4
5	4	4	4
6	4	3	4
7	4	3	4
8	5	4	5
9	4	4	3
10	3	4	3
11	4	4	4
12	3	4	5
13	4	4	4
14	2	2	3
15	4	3	4
16	5	5	4
17	4	4	5
18	3	1	3
19	4	4	4
20	4	5	3
21	3	4	2
22	4	5	2
23	4	2	2
24	4	5	5
25	5	4	3
26	4	4	5
27	2	2	2
28	4	4	2
29	4	4	4
30	5	4	4
31	4	4	5
32	5	3	4
33	2	1	4
34	2	4	2
35	3	4	4
36	4	5	3
37	4	4	4
<b>Rata-rata</b>	<b>3.70</b>	<b>3.57</b>	<b>3.59</b>

Keterangan :

- 147 = A1 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)  
 258 = A2 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)  
 369 = A3 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

Lampiran 8. Data uji organoleptik rasa *flakes*

Panelis	RASA		
	147	258	369
1	4	5	4
2	5	3	5
3	4	4	4
4	2	3	4
5	4	4	4
6	3	4	3
7	5	5	4
8	5	5	5
9	4	3	4
10	4	4	4
11	3	4	4
12	5	4	5
13	3	4	4
14	3	4	4
15	3	4	3
16	5	4	5
17	5	4	4
18	4	4	3
19	4	3	4
20	2	4	2
21	2	2	2
22	2	1	5
23	4	4	2
24	4	5	4
25	1	3	2
26	4	5	5
27	4	2	2
28	4	1	4
29	4	3	4
30	5	4	3
31	4	5	5
32	3	4	4
33	4	4	2
34	4	2	4
35	3	4	5
36	2	5	4
37	4	2	2
<b>Rata-rata</b>	<b>3.65</b>	<b>3.65</b>	<b>3.73</b>

Keterangan :

- 147 = A1 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)
- 258 = A2 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)
- 369 = A3 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

Lampiran 9. Data uji organoleptik tekstur *flakes*

Panelis	TEKSTUR		
	147	258	369
1	3	4	4
2	5	5	5
3	5	2	4
4	4	4	3
5	4	4	3
6	5	5	5
7	4	4	5
8	5	2	4
9	4	4	4
10	4	4	4
11	3	4	4
12	4	5	5
13	2	4	4
14	2	4	4
15	4	4	4
16	5	4	5
17	4	3	3
18	4	2	3
19	4	4	4
20	4	3	3
21	2	3	4
22	5	4	4
23	4	4	4
24	4	5	4
25	4	3	2
26	5	5	4
27	4	4	4
28	4	4	2
29	4	4	3
30	5	5	4
31	4	5	4
32	4	5	4
33	4	1	5
34	4	4	4
35	3	4	4
36	5	4	5
37	4	4	2
<b>Rata-rata</b>	<b>4.00</b>	<b>3.86</b>	<b>3.86</b>

Keterangan :

- 147 = A1 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)  
 258 = A2 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)  
 369 = A3 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

Lampiran 10. Data uji organoleptik rangking *flakes*

Panelis	Rangking		
	147	258	369
1	2	3	1
2	1	3	2
3	1	3	2
4	2	3	1
5	1	3	2
6	2	1	3
7	2	1	3
8	1	2	3
9	2	1	3
10	2	1	3
11	3	1	2
12	3	1	2
13	3	1	2
14	3	2	1
15	2	1	3
16	1	2	3
17	2	1	3
18	2	1	3
19	1	3	2
20	2	1	3
21	2	1	3
22	2	3	1
23	1	2	3
24	1	3	2
25	3	1	2
26	3	2	1
27	2	1	3
28	1	3	2
29	1	3	2
30	1	2	3
31	2	3	1
32	2	1	3
33	1	2	3
34	1	3	2
35	3	2	1
36	3	1	2
37	1	3	2
<b>Rata-rata</b>	<b>1.84</b>	<b>1.92</b>	<b>2.24</b>

Keterangan :

- 147 = A1 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)  
 258 = A2 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)  
 369 = A3 = tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

Lampiran 11. Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) dan uji Duncan

**Univariate Analysis of Variance Warna**

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: SKOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PANELIS	48.432	36	1.345	2.060	.005
SAMPEL	1.640	2	.820	1.255	.291
Error	47.027	72	.653		
Corrected Total	97.099	110			

a R Squared = .516 (Adjusted R Squared = .260)

**Post Hoc Test**

**Homogenous Subsets**

Duncan

	N	Subset
SAMPEL		1
369	37	3.4
258	37	3.6
147	37	3.7
Sig.		.140

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 37.000.

b Alpha = .05.

**Univariate Analysis of Variance Aroma**

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: SKOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PANELIS	56.775	36	1.577	2.319	.001
SAMPEL	.378	2	.189	.278	.758
Error	48.955	72	.680		
Corrected Total	106.108	110			

a R Squared = .539 (Adjusted R Squared = .295)

**Post Hoc Test**

**Homogenous Subsets**

Duncan

	N	Subset
SAMPEL		1
258	37	3.6
369	37	3.6
147	37	3.7
Sig.		.512

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 37.000

b Alpha = .05.

Lampiran 11. Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) dan uji Duncan

**Univariate Analysis of Variance Rasa**

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: SKOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PANELIS	60.324	36	1.676	2.086	.004
SAMPEL	.162	2	8.108E-02	.101	.904
Error	57.838	72	.803		
Corrected Total	118.324	110			

a R Squared = .511 (Adjusted R Squared = .253)

**Post Hoc Test**

**Homogenous Subsets**

Duncan

	N	Subset
SAMPEL		1
258	37	3.6
147	37	3.6
369	37	3.7
Sig.		.717

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 37.000.

b Alpha = .05.

**Univariate Analysis of Variance Tekstur**

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: SKOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PANELIS	34.432	36	.956	1.490	.076
SAMPEL	.450	2	.225	.351	.705
Error	46.216	72	.642		
Corrected Total	81.099	110			

a R Squared = .430 (Adjusted R Squared = .129)

**Post Hoc Test**

**Homogenous Subsets**

Duncan

	N	Subset
SAMPEL		1
258	37	3.9
369	37	3.9
147	37	4.0
Sig.		.499

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 37.000.

b Alpha = .05

Lampiran 12. Data hasil analisis kimia *flakes*

a) Data hasil perhitungan kadar air *flakes*

Sampel	Berat sampel (g)	Berat cawan (g)	Berat akhir (g)	KA bb (%)	KA bk (%)	Rata-rata	Rata-rata Ulangan	Standar Deviasi
A1 Ulangan 1	5.0069	3.1787	8.0296	3.12	3.22	3.52	3.63	0.25
	5.0037	3.175	7.9946	3.68	3.82			
A1 Ulangan 2	5.0099	3.1794	8.0132	3.52	3.64	3.74		
	5.08	3.1758	8.0685	3.69	3.83			
A2 Ulangan 1	5.0142	2.3946	7.238	3.41	3.53	3.52		
	5.0133	2.2651	7.1083	3.39	3.51			
A2 Ulangan 2	5.0118	3.3919	8.2436	3.19	3.30	3.27		
	5.0121	3.1726	8.0275	3.14	3.24			
A3 Ulangan 1	5.0511	3.1822	8.0612	3.41	3.53	3.76	3.87	0.20
	5.0375	3.1617	8.0057	3.84	3.99			
A3 Ulangan 2	5.0088	5.8623	10.6822	3.77	3.92	3.98		
	5.0017	2.6579	7.465	3.89	4.05			

b) Data hasil perhitungan kadar abu *flakes*

Sampel	Berat sampel (g)	Berat cawan (g)	Berat akhir (g)	K Abu (% bk)	Rata-rata	Rata-rata Ulangan	Standar Deviasi		
A1 Ulangan 1	3.1107	19.4613	19.5664	3.50	3.49	3.45	0.04		
	3.3021	20.1048	20.2158	3.48					
A1 Ulangan 2	3.0232	19.4621	19.5618	3.42	3.41				
	3.0464	20.106	20.2061	3.41					
A2 Ulangan 1	5.0287	19.4641	19.6291	3.39	3.38			3.41	0.03
	5.0825	20.1089	20.2749	3.38					
A2 Ulangan 2	3.0064	17.0755	17.1759	3.45	3.44				
	3.0304	17.7253	17.826	3.44					
A3 Ulangan 1	3.0844	17.0018	17.1028	3.40	3.38	3.39	0.02		
	3.0087	22.061	22.158	3.35					
A3 Ulangan 2	3.0072	19.384	19.4828	3.41	3.41				
	3.0039	20.2766	20.3752	3.41					

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)



Lampiran 12. Data hasil analisis kimia *flakes* (lanjutan)

c) Data hasil perhitungan kadar protein *flakes*

Sampel	Berat sampel (mg)	Volume HCl (ml)	% N	Protein (%bb)	Protein (%bk)	Rata-rata	Rata-rata Ulangan	Standar Deviasi
A1 Ulangan 1	107.5	9.2	2.97	18.58	19.26	19.24	18.91	0.33
	104.8	8.95	2.97	18.54	19.22			
A1 Ulangan 2	115.9	9.55	2.86	17.89	18.54	18.59		
	117.7	9.75	2.88	17.98	18.64			
A2 Ulangan 1	104.1	8.4	2.60	16.25	16.80	17.12		
	102.7	8.6	2.70	16.86	17.43			
A2 Ulangan 2	101.9	8.6	2.72	16.99	17.57	17.47		
	100.7	8.4	2.69	16.80	17.37			
A3 Ulangan 1	109.1	8.1	2.39	14.95	15.53	15.44	15.45	0.23
	103.5	7.6	2.37	14.79	15.36			
A3 Ulangan 2	105	7.6	2.33	14.57	15.14	15.45		
	104.8	7.9	2.43	15.18	15.77			

N HCl = 0.0230 N                      Faktor konversi = 6.25

d) Data hasil perhitungan kadar lemak *flakes*

Sampel	Berat sampel (g)	Berat labu (g)	Berat akhir (g)	Kadar lemak (%bb)	Kadar lemak (%bk)	Rata-rata	Rata-rata Ulangan	Standar Deviasi
A1 Ulangan 1	3.0565	107.1106	107.2975	6.11	6.32	6.48	6.27	0.27
	3.0105	99.5934	99.7866	6.42	6.65			
A1 Ulangan 2	3.1742	89.2655	89.4556	5.99	6.22	6.06		
	3.0859	99.584	99.7594	5.68	5.90			
A2 Ulangan 1	4.0061	105.191	105.396	4.97	5.12	5.10	5.26	0.18
	4.0059	92.417	92.6205	4.93	5.08			
A2 Ulangan 2	4.0309	99.381	99.594	5.12	5.28	5.41		
	4.0064	93.5828	93.8042	5.36	5.53			
A3 Ulangan 1	4.0095	96.689	96.8499	3.85	4.01	3.95	3.77	0.19
	4.008	121.109	121.2647	3.72	3.88			
A3 Ulangan 2	4.0001	93.0895	93.2352	3.49	3.64	3.58		
	3.9972	102.5578	102.6985	3.38	3.52			

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

Lampiran 12. Data hasil analisis kimia *flakes* (lanjutan)

e) Data hasil penentuan kadar karoten *flakes*

Sampel	Berat sampel (g)	Absorbansi	$\beta$ -karoten (ppm)	Vitamin A (IU)	Rata-rata	Standar Deviasi
A1 UL 1	4.0052	0.946	20.87	3478.33	3582.5	5.82
A1 UL 2	4.0190	1.002	22.12	3686.67		
A2 UL 1	4.0990	1.128	24.94	4156.67	4168.34	0.56
A2 UL 2	4.0890	1.134	25.08	4180.00		
A3 UL 1	4.0075	1.147	25.37	4228.33	4194.16	1.63
A3 UL 2	4.0068	1.129	24.96	4160.00		

f) Data hasil penentuan kadar serat makanan tidak larut (IDF) *flakes*

Sampel	Berat sampel (g)	KS 1 (g)	KS 2 (g)	CW 1 (g)	CW 2 (g)	% Protein residu	SMTL	Rata-rata	Rata-rata Ulangan	Standar Deviasi
A1 Ulangan 1	1.2429	0.8588	1.0098	18.6499	18.6623	6.7466	12.7863	12.5589	12.41	0.23
	1.2278	0.8649	1.0095	19.001	19.0125	6.3861	12.3316			
A1 Ulangan 2	1.1751	0.8480	0.9945	21.9245	21.9361	7.5282	12.3321	12.2557		
	1.0666	0.8541	0.9979	22.5245	22.5353	4.4115	12.1792			
A2 Ulangan 1	1.2782	0.8451	0.9646	16.6871	16.7001	7.1994	9.7347	9.6248	9.67	0.11
	1.0234	0.8974	1.0149	18.3105	18.3219	8.8526	9.5148			
A2 Ulangan 2	0.8796	0.8685	0.9866	18.3261	18.3362	7.8625	9.8164	9.7198		
	0.8753	0.8764	0.9921	15.6976	15.7081	7.2746	9.6233			
A3 Ulangan 1	1.2115	0.8561	0.9605	19.6599	19.6722	7.9497	8.3251	8.2247	8.27	0.11
	1.1195	0.8644	0.9688	21.6999	21.7140	8.1484	8.1243			
A3 Ulangan 2	1.2890	0.8401	0.9425	24.2102	24.2236	6.1145	8.2189	8.3159		
	1.0937	0.8549	0.9564	18.0015	18.0121	6.1287	8.4129			
Blanko		0.9568	0.9578	16.5241	16.5246	0.05	0.0005	0.00055		
		0.9444	0.9454	16.6685	16.6689		0.0006			

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

Lampiran 12. Data hasil analisis kimia *flakes* (lanjutan)

g) Data hasil penentuan kadar serat makanan larut (SDF) *flakes*

Sampel	Berat sampel (g)	KS 1 (g)	KS 2 (g)	CW 1 (g)	CW 2 (g)	% Protein residu	SML	Rata-rata	Rata-rata Ulangan	Standar Deviasi		
A1 Ulangan 1	1.2429	0.8845	1.0215	21.2122	21.2216	2.5428	10.8641	10.6894	10.58	0.28		
	1.2278	0.8731	1.0031	18.9791	18.9870	2.7793	10.5146					
A1 Ulangan 2	1.1751	0.8456	0.9685	16.6846	16.6927	4.2682	10.1565	10.4768				
	1.0666	0.8669	0.9868	18.1565	18.1648	4.0742	10.7970					
A2 Ulangan 1	1.2782	0.8669	0.9868	17.6598	17.6674	2.6856	18.9086	9.2516			9.48	0.27
	1.0234	0.8699	0.9698	16.6369	16.6454	2.5428	18.8441					
A2 Ulangan 2	0.8796	0.8512	0.9425	20.6365	20.6456	4.2180	19.3827	9.7018				
	0.8753	0.8642	0.9564	18.9975	19.0059	3.9399	19.4605					
A3 Ulangan 1	1.2115	0.8697	0.9685	16.9898	16.9979	3.6962	7.9406	7.8868	8.13	0.25		
	1.1195	0.8595	0.9505	21.6698	21.6789	2.7793	7.8330					
A3 Ulangan 2	1.2890	0.8468	0.9568	16.9851	16.9940	3.6215	8.3290	8.3772				
	1.0937	0.8349	0.9315	18.6499	18.6595	3.7347	8.4254					
Blanko		0.9685	0.9694	16.2592	16.2599	0.05	0.0002	0.00025				
		0.9712	0.9721	21.3265	21.3271		0.0003					

Total serat makanan (TDF) = SMTL (IDF) + SML (SDF)

Keterangan :

KS1 = kertas saring kosong

KS2 = kertas saring + residu

CW1 = cawan porselen kosong

CW2 = cawan porselen + abu

h) Data hasil pengekstrakan vitamin E pada *flakes*

Sampel	Berat sampel (g)	Berat erlenmeyer (g)	Berat akhir (g)	Berat minyak (g)
A1 Ulangan 1	25.0194	66.8096	68.6276	1.8180
A1 Ulangan 2	25.1926	72.5568	74.1710	1.6142
A2 Ulangan 1	17.0586	67.2347	68.1626	0.9279
A2 Ulangan 2	16.9916	62.3957	63.2591	0.8634
A3 Ulangan 1	17.1600	73.0338	73.9697	0.9359
A3 Ulangan 2	16.9916	67.1158	67.9617	0.9459

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)

Lampiran 12. Data hasil analisis kimia *flakes* (lanjutan)

h) Data hasil penentuan total tokoferol tepung *flakes*

Sampel	Berat sampel (mg)	Absorbansi	Total tokoferol (ppm)	Total tokoferol (mg/100 g)	Rata-rata	Rata-rata Ulangan	Standar deviasi
A1 Ulangan 1	0.0351	0.748	320.4593	2.3286	2.34	2.38	0.06
	0.0344	0.741	323.9203	2.3537			
A1 Ulangan 2	0.0311	0.800	386.8191	2.4785	2.41		
	0.0335	0.815	365.8399	2.3441			
A2 Ulangan 1	0.0266	0.842	476.0020	2.5892	2.59		
	0.0259	0.826	479.5773	2.6087			
A2 Ulangan 2	0.0251	0.792	474.4930	2.4111	2.38		
	0.0253	0.778	462.4209	2.3497			
A3 Ulangan 1	0.0240	0.629	394.1103	2.15	2.08	2.19	9.61
	0.0270	0.665	370.3704	2.02			
A3 Ulangan 2	0.0260	0.824	476.5761	2.37	2.30		
	0.0245	0.725	444.9900	2.22			

i) Data hasil penentuan daya cerna protein *flakes*

Sampel	% Protein (bb)	Berat sampel (g) <sup>a</sup>	pH akhir	% Daya Cerna	Rata-rata	Standar Deviasi
A1 Ulangan 1	18.56	33.69	7.21	79.94	80.66	0.73
A1 Ulangan 2	17.94	34.84	7.13	81.39		
A2 Ulangan 1	16.56	37.74	7.07	82.48	82.66	0.18
A2 Ulangan 2	16.89	37.00	7.05	82.84		
A3 Ulangan 1	14.87	42.03	7.21	79.94	80.58	0.64
A3 Ulangan 2	14.88	42.00	7.14	81.21		

<sup>a</sup> berat sampel agar mengandung 6.25 mg protein/ml akuades

Contoh perhitungan berat sampel untuk A1 Ulangan 1 :

$$\frac{\text{Kadar protein}}{100} = \frac{6.25 \text{ mg}}{x \text{ mg sampel}} \times 1 \text{ ml}$$

$$\frac{18.56}{100} = \frac{6.25 \text{ mg}}{x \text{ mg sampel}} \times 1 \text{ ml}$$

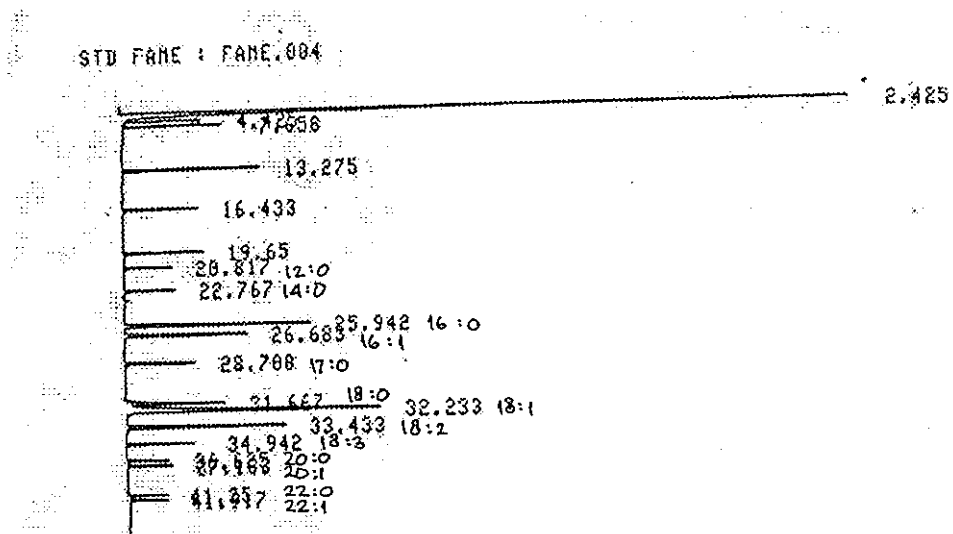
$$x = 33.69 \text{ mg sampel/ 1 ml}$$

Penentuan % daya cerna protein untuk A1 Ulangan 1 :

$$\text{pH akhir} = 7.21; \quad y = 210.464 - 18.103 x$$

$$y = 210.464 - (18.103 \times 7.21) = 79.94 \%$$

Lampiran 13. Data hasil analisis kadar asam lemak tak jenuh (ALTJ) flakes



Gambar 12. Kromatogram asam lemak standar

Data hasil penentuan RF asam lemak

Asam Lemak	Area SI	Area Asam Lemak	Berat Asam Lemak (%)	Berat SI	RF
C12:0	955	1956	6.554	3.200	1
C14:0	955	1018	3.194	3.200	0.94
C16:0	955	4152	12.978	3.200	0.93
C16:1	955	1934	6.391	3.200	0.99
C17:0	955	955	3.200	3.200	1
C18:0	955	1822	6.486	3.200	1.06
C18:1	955	5996	22.156	3.200	1.1
C18:2	955	2940	12.978	3.200	1.32
C18:3	955	1011	6.384	3.200	1.88
C20:0	955	550	1.896	3.200	1.03
C20:1	955	560	1.902	3.200	1.01
C22:0	955	545	1.903	3.200	1.04
C22:1	955	534	1.896	3.200	1.06

Lampiran 13. Data hasil analisis kadar asam lemak tak jenuh *flakes* (lanjutan)

a) Data hasil penentuan kadar asam lemak *flakes* A1 Ulangan 1

JENIS	AREA AL	AREA SI	Berat SI (mg)	Berat AL (g)	RF	mg AL/g	% AL (/100 g minyak)	% AL (/100 g sampel)
ALJ								
C 12:0	75	701	1.45	0.1063	1	1.459412	0.181624	
C 14:0	91	701	1.45	0.1063	0.94	1.664508	0.207148	
C 16:0	4554	701	1.45	0.1063	0.93	82.41243	10.25624	
C 17:0	701	701	1.45	0.1063	1	13.64064	1.697579	
C 18:0	1045	701	1.45	0.1063	1.06	21.55455	2.682466	
C 20:0	112	701	1.45	0.1063	1.03	2.244771	0.279362	
C 22:0	111	701	1.45	0.1063	1.04	2.246327	0.279556	
TOTAL ALJ						125.2226	15.58397	0.98
ALTJ								
C 16:1	60	701	1.45	0.1063	0.99	1.155854	0.143846	
C 18:1	8214	701	1.45	0.1063	1.1	175.8183	21.88061	
C 18:2	16156	701	1.45	0.1063	1.32	414.9774	51.64399	
C 18:3	2282	701	1.45	0.1063	1.88	83.48149	10.38928	
C 20:1	96	701	1.45	0.1063	1.01	1.886728	0.234804	
UNKNOWN	51	701	1.45	0.1063	1	0.9924	0.123504	
TOTAL ALTJ						677.3198	84.29253	5.29
TOTAL ASAM LEMAK						803.5349		

Contoh perhitungan jumlah asam lemak untuk A1 Ulangan 1 asam lemak C16:0 :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah asam lemak (mg/g minyak)} &= \frac{\text{Area AL} \times \text{Berat SI (mg)}}{\text{Area SI} \times \text{Berat AL (g)}} \times \text{RF} \\ &= (4554/701) \times (1.45/0.1063) \times 0.93 \\ &= 82.4124 \text{ mg/g minyak} \end{aligned}$$

$$\% \text{ AL (/100 g minyak)} = (\text{Jumlah AL/total AL}) \times 100\%$$

$$\% \text{ AL (/100 g sampel)} = (\text{kadar AL/100}) \times \% \text{ kadar lemak kasar}$$

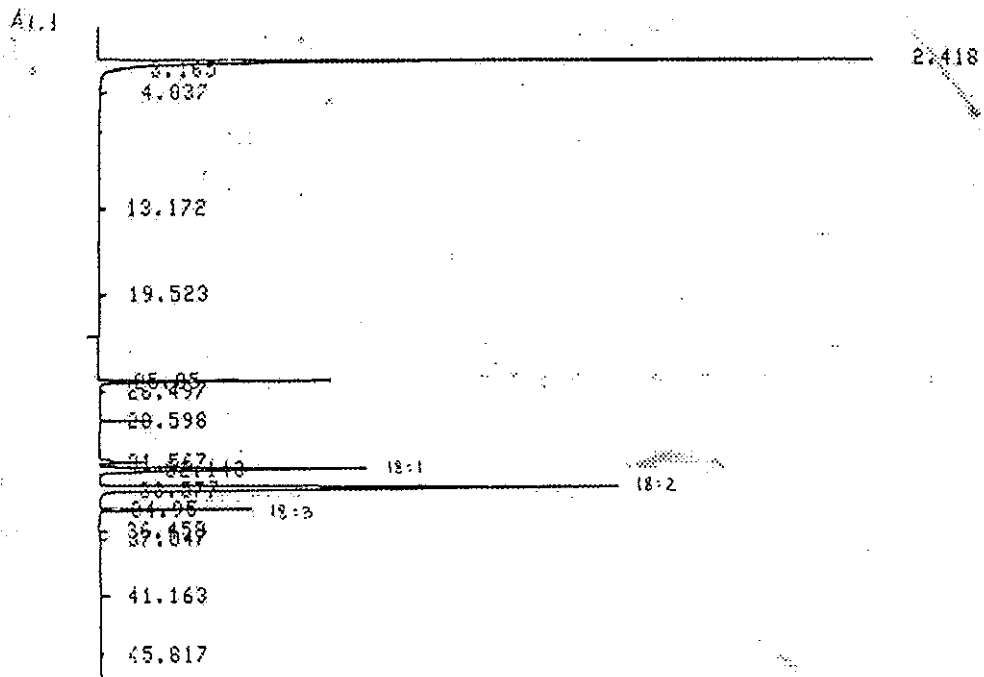
Contoh perhitungan untuk ALTJ :

$$\% \text{ AL (/100 g minyak)} = (677.3198/803.5349) \times 100 \% = 84.29253 \%$$

$$\% \text{ AL (/100 g sampel)} = (84.29253/100) \times 6.48 \% = 5.46 \%$$

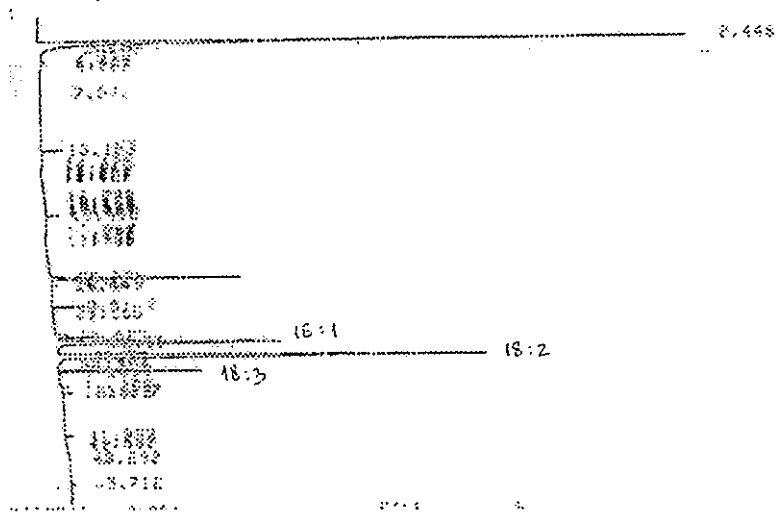
Lampiran 13. Data hasil analisis kadar asam lemak tak jenuh *flakes* (lanjutan)

Sampel	mg ALTJ/g	% ALTJ (/100 g minyak)	% ALTJ (/100 g sampel)	Rata-rata	Standar Deviasi
A1 Ulangan 1	677.3198	84.2925	5.29	5.27	0.02
A1 Ulangan 2	781.0768	83.7699	5.25		
A2 Ulangan 1	863.9700	83.8026	4.41	4.39	0.02
A2 Ulangan 2	849.5232	83.0352	4.37		
A3 Ulangan 1	618.8087	82.6940	3.12	3.12	0.01
A3 Ulangan 2	783.3896	82.6106	3.11		

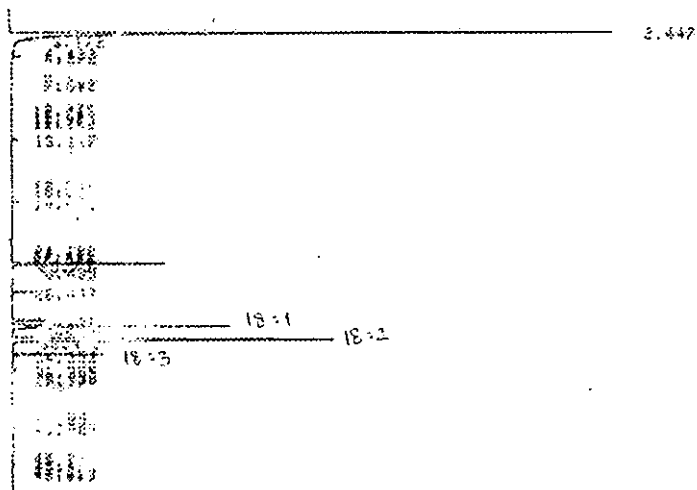


Gambar 13. Kromatogram asam lemak *flakes* tepung ubi jalar : tepung kedelai 1:1 / A1 (Ulangan 1)

Lampiran 13. Data hasil analisis kadar asam lemak tak jenuh *flakes* (lanjutan)



Gambar 14. Kromatogram asam lemak *flakes* tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 3:2 / A2 (Ulangan 1)



Gambar 15. Kromatogram asam lemak *flakes* tepung ubi jalar : tepung kecambah kedelai 2:1 / A3 (Ulangan 2)



Lampiran 14. Data hasil analisis fisik terhadap warna pada *flakes*

Formula	L	a	b	hue (h°)	Warna
A1 Ulangan 1	62.93	+10.27	+75.94	82.4	Kuning kemerahan
A1 Ulangan 2	63.14	+10.03	+76.02	82.6	Kuning kemerahan
A2 Ulangan 1	61.14	+11.86	+75.61	82.4	Kuning kemerahan
A2 Ulangan 2	64.53	+10.70	+79.46	81.2	Kuning kemerahan
A3 Ulangan 1	62.32	+12.84	+76.99	80.6	Kuning kemerahan
A3 Ulangan 2	61.32	+13.31	+75.66	80.1	Kuning kemerahan

Keterangan :

A1= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 1 : 1 (42.5 %:42.5 %)

A2= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 3 : 2 (51 %:34 %)

A3= tepung ubi jalar merah : tepung kecambah kedelai 2 : 1 (56.67 %: 28.33 %)