

## PENGARUH PEMBERIAN SUSU TERHADAP KADAR KALSIMUM DARAH DAN KEPADATAN TULANG REMAJA PRIA

*(The Effects of Milk Consumption on Blood Calcium Concentration and Bone Density of Adolescents Boys)*

Suryono<sup>1,3</sup>, Budi Setiawan<sup>2</sup>, Drajat Martianto<sup>2</sup>, dan Dadang Sukandar<sup>2</sup>

**ABSTRACT.** *Milk consumption during adolescence is considered an early means of preventing osteoporosis in adults. Osteoporosis is a systemic skeletal disease characterized by low bone density and microarchitectural deterioration of bone tissues, with a consequent increase in bone fragility and susceptibility to fracture. Augmenting bone mass during adolescence has been suggested as a strategy to prevent osteoporosis, because adolescents may represent the final opportunity for substantially increasing bone mass before skeletal consolidation. The purpose of this study was to determine effects of fresh and high calcium milk on blood calcium concentration and bone density. Variables measured in this study were blood calcium concentration, bone density of spine and bone density of whole body. The study using 55 adolescent boys that had 17 to 19 years old (students of TPB IPB) and was conducted at TPB IPB dormitory in four months. The design of this study is nested randomized design with two factors are kind of mil (fresh milk, high calcium milk) and volume of each kind of milk (250 ml, 500 ml, 750 ml). Results of the study indicated that fresh and high calcium milk in this research not significant effects ( $P>0.05$ ) on blood calcium concentration and bone density of whole body. But, high calcium milk consumption was able to increase bone density. It was found that high calcium consumption showed very highly significant effect ( $P<0.01$ ) on bone density of spine with 1.79% contributions. Based on general linear model equation, bone density of trunk can be estimated by high calcium milk consumption.*

**Keywords :** *milk consumption, adolescence, blood calcium concentration, bone density*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Konsumsi susu pada saat remaja dimaksudkan untuk memperkuat tulang sehingga tulang lebih padat, tidak rapuh dan tidak cepat terkena resiko osteoporosis pada saat usia lanjut. Penelitian yang berhubungan dengan kepadatan tulang sebagian besar hanya terfokus pada wanita dan manula, sedangkan penelitian kepadatan tulang pada pria, khususnya remaja pria, masih sangat kurang.

Usia remaja merupakan masa yang penting dalam kelangsungan hidup manusia. Masa ini merupakan masa transisi dari masa anak-anak ke masa dewasa yang ditandai dengan pertumbuhan

dan perkembangan yang cepat baik fisik maupun mental, aktivitas yang makin meningkat serta sering disertai dengan perubahan pola konsumsi pangan. Menurut WHO (1989) dalam Wall (1998), remaja adalah mereka yang berusia antara 10 hingga 24 tahun.

Masa remaja merupakan masa puncak aktivitas. Pada masa ini remaja biasanya sangat sibuk dengan berbagai kegiatan. Kondisi seperti ini tentunya sangat memerlukan asupan gizi yang tinggi dan berkualitas, khususnya yang berhubungan dengan upaya meningkatkan ataupun mempertahankan status gizi.

Selain itu, masa remaja dapat dianggap sebagai masa terakhir dalam perbaikan gizi yang optimal, karena setelah melewati masa ini, perbaikan gizi sebagian besar hanya bermanfaat untuk mempertahankan kebugaran tubuh.

Pada usia remaja terjadi pembentukan jaringan tulang. Massa jaringan tulang total pada tubuh 45% terbentuk pada saat remaja dan

<sup>1</sup> Fakultas Peternakan, Universitas Jambi.

<sup>2</sup> Departemen Gizi Masyarakat, FEMA – IPB

<sup>3</sup> Alamat Korespondensi: Lab. Teknologi Hasil Ternak, Fak. Peternakan, Univ. Jambi. E-mail: suryonounja@gmail.com.

puncak kepadatan tulang dewasa dicapai pada saat remaja akhir. Masa pertumbuhan tulang sangat membutuhkan zat kalsium yang terutama dapat diperoleh dari susu sebagai sumber utama kalsium (Matkovic *et al.*, 1994). Apabila hal ini tidak dapat terpenuhi, maka tulang menjadi mudah rapuh dan akan cepat menderita osteoporosis saat usia lanjut.

Osteoporosis adalah penyakit yang ditandai dengan hilangnya massa tulang, yang dihubungkan dengan rusaknya mikro-arsitektural jaringan tulang yang menyebabkan meningkatnya resiko patah tulang (fraktur) (Nieves, 2005). Walaupun resiko osteoporosis pada pria hanya sepertiga dibandingkan pada wanita, akan tetapi prevalensi patah tulang belakang (vertebral) lebih tinggi pada pria. Sebagai contoh, kejadian patah tulang belakang di Inggris pada pria sebesar 12%, sedangkan pada wanita hanya 10% (Lau, 2004). Kejadian ini pada umumnya berawal dari kekurangan kalsium yang sangat dibutuhkan tubuh untuk kesehatan tulang.

Susu merupakan sumber utama kalsium masyarakat di negara-negara Barat. Untuk negara-negara berkembang seperti Indonesia, susu masih dianggap sebagai bahan pangan mahal, sehingga hanya mampu dijangkau oleh masyarakat golongan ekonomi menengah ke atas. Salah satu akibat dari kondisi tersebut, masyarakat (khususnya remaja) lebih cenderung untuk memilih jenis minuman lain yang lebih mudah dan cukup murah untuk diperoleh apabila dibandingkan dengan susu.

Pada masa remaja, sering terjadi perubahan pola konsumsi makanan dan minuman. Menurut Weaver (2000), telah terjadi perubahan pola konsumsi minuman pada remaja Amerika. Ditemukan bahwa lebih dari separuh remaja Amerika mengonsumsi minuman susu kurang dari sekali sehari, sedangkan yang dianjurkan adalah sebanyak tiga kali sehari. Di Indonesia, konsumsi susu rata-rata hanya sekitar 0,5 gelas per minggu setiap orang (Khomsan, 2004).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Volek *et al.* (2003) dengan pemberian susu selama 12 minggu pada remaja putra, menunjukkan bahwa pemberian susu secara nyata memberikan pengaruh positif terhadap kepadatan tulang. Pada remaja wanita, yang diteliti oleh Cadogan *et al.* (1997), menunjukkan bahwa pemberian minuman susu juga secara nyata dapat meningkatkan

kepadatan tulang. Weinsier dan Krumdieck (2000), melaporkan bahwa dari sebanyak 57 studi tentang penelitian pengaruh konsumsi susu terhadap kepadatan tulang, 53% menunjukkan tidak terdapat pengaruh nyata, 42% menunjukkan pengaruh positif dan 5% menunjukkan pengaruh negatif.

Dalam penelitian ini akan dianalisis pengaruh dari jenis susu (susu segar dan susu kalsium tinggi) terhadap status gizi dan kepadatan tulang pada remaja. Dari hasil penelitian diharapkan dapat diketahui lebih jauh tentang kepadatan tulang remaja terutama hubungannya dengan konsumsi susu.

### Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini terutama bertujuan untuk menganalisis pengaruh dan kontribusi pemberian susu segar dan susu kalsium tinggi terhadap status gizi (indeks massa tubuh), kepadatan tulang pinggang dan kepadatan tulang seluruh tubuh. Selanjutnya melalui persamaan model linier dicoba untuk menduga pengaruh tingkat konsumsi susu perlakuan terhadap kepadatan tulang pinggang. Dari penelitian ini juga akan dicoba untuk mengetahui volume susu yang terbaik dalam menghasilkan kepadatan tulang.

## **METODE PENELITIAN**

### Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian di lapangan dilaksanakan selama 24 minggu (6 bulan) dengan intervensi pemberian susu perlakuan selama 16 minggu (4 bulan) bertempat di Asrama Putra TPB IPB. Pemeriksaan kadar kalsium darah dilaksanakan di Laboratorium PMI Bogor. Pemeriksaan kepadatan tulang dilakukan di Klinik Teratai Unit Densitometry RSCM Jakarta.

### Bahan Percobaan

Bahan percobaan dalam penelitian ini adalah berupa susu cair UHT (*Ultra High Temperatur*) komersial dalam bentuk dua jenis yaitu susu segar (*fresh milk*) dan susu kalsium tinggi (*high calcium*). Kandungan zat gizi utama susu perlakuan seperti terdapat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Kandungan zat gizi utama susu perlakuan

No	Zat Gizi	Kandungan zat gizi / 250 ml	
		Susu segar (P)	Susu kalsium tinggi (L)
1	Energi (kkal)	150,0	110,0
2	Protein (g)	7,5	8,3
3	Kalsium (mg)	270,0	327,5
4	Fosfor (mg)	216,3	222,5
5	Vitamin D (IU)	106,3	107,5
6	Vitamin C (mg)	9,0	8,6
7	Besi (mg)	0,5	0,5

Masing-masing jenis susu diberikan dalam tiga kelompok porsi (volume). Unit percobaan dalam penelitian ini adalah mahasiswa putra yang bertempat tinggal di Asrama TPB IPB (angkatan 42).

#### Pelaksanaan Penelitian

Sebelum pelaksanaan penelitian terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan kesehatan dan adaptasi unit percobaan. Pemeriksaan kesehatan dimaksudkan agar unit percobaan yang digunakan dalam keadaan sehat atau tidak mengidap suatu gangguan kesehatan yang dapat mengganggu jalannya penelitian. Adaptasi unit percobaan dimaksudkan agar selama penelitian berlangsung, unit percobaan sudah terbiasa dengan konsumsi susu dan terbiasa dengan pola pemberian susu yang dilaksanakan

**Pemberian susu.** Pemberian susu dilakukan setiap hari dalam waktu 16 minggu (4 bulan). Setiap unit percobaan memperoleh jenis dan porsi susu sesuai dengan hasil pengacakan yang dilakukan. Susu yang diberikan terdiri dari 2 jenis yaitu susu segar (*fresh milk*) dan susu kalsium tinggi (*high calcium milk*) dalam 3 taraf volume (untuk setiap jenis susu), yaitu 250 ml, 500 ml, dan 750 ml.

**Pengukuran Peubah.** Peubah yang diukur adalah kadar kalsium darah, kepadatan tulang pinggang dan kepadatan tulang seluruh tubuh. Kadar kalsium darah diukur dengan metode endpoint dan kepadatan tulang diukur dengan menggunakan alat bone densitometer (DXA, Prodigy; Lunar Corp.). Selain pengukuran peubah utama (pemberian susu) sebagai faktor, juga dilakukan pengukuran terhadap peubah

pengganggu yang diperkirakan dapat mempengaruhi nilai peubah respon. Peubah pengganggu yang diukur adalah kondisi awal peubah respon (kadar kalsium darah awal dan kepadatan tulang awal), aktivitas olahraga dan tingkat konsumsi zat gizi. Aktivitas olahraga dan tingkat konsumsi zat gizi dikumpulkan melalui metode recall 1 X 24 jam.

#### Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Tersarang yang terdiri dari 2 faktor yaitu jenis susu (susu segar, susu kalsium tinggi) dan volume susu (250 ml, 500 ml, 750 ml). Dalam rancangan ini, volume susu tersarang dalam jenis susu.

Dari kombinasi faktor jenis susu dan volume susu diperoleh sebanyak 6 perlakuan yaitu :

- (1) Pemberian susu segar 250 ml (P1)
- (2) Pemberian susu segar 500 ml (P2)
- (3) Pemberian susu segar 750 ml (P3)
- (4) Pemberian susu kalsium tinggi 250 ml (L1)
- (5) Pemberian susu kalsium tinggi 500 ml (L2)
- (6) Pemberian susu kalsium tinggi 750 ml (L3)

Penentuan jumlah ulangan yang digunakan untuk mengukur peubah respon dilakukan melalui pendekatan dengan menggunakan rumus berikut ini (Walpole, 1995) :

$$n = \frac{(Z\alpha + Z\beta)^2 \sigma^2}{\delta^2}$$

$$H_0 : \mu = \mu_0$$

$$H_1 : \mu = \mu_0 + \delta$$

$$\text{Power test} = 95\%$$

$n$  = jumlah ulangan yang akan digunakan

$Z$  = nilai normal baku (pada tabel sebaran  $Z$ )

$\alpha = 0,05 / \beta = 0,05 = 1,64$

$\sigma^2$  = ragam sebaran kadar kalsium dalam darah = 1

$\delta$  = perkiraan peningkatan kadar kalsium dari pemberian susu 1 porsi ke 2 porsi = 1,2

Berdasarkan rumus tersebut diperoleh jumlah ulangan ( $n$ ) untuk setiap kelompok perlakuan sebanyak 7,47 unit percobaan (dibulatkan menjadi 8 unit percobaan). Jumlah unit percobaan untuk 2 jenis susu dengan masing-masing 3 taraf pemberian susu adalah sebanyak 48 orang (8 X 2 X 3) dengan 7 unit percobaan tanpa perlakuan (TP).

**Analisis Data**

Untuk mengetahui pengaruh peubah independent (P, L. dan x) dengan peubah dependent (Y), serta untuk mengetahui kontribusi perlakuan maupun peubah pengganggu yang berpengaruh, data dianalisis dengan pendekatan model linier dengan persamaan umum sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1P + \beta_2P^2 + \beta_3P^3 + \beta_4X_1 + \beta_5X_{12} + \beta_6 X_{13} + \dots + \beta_{47}X_{54} + \epsilon$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1L + \beta_2L^2 + \beta_3L^3 + \beta_4X_1 + \beta_5X_{12} + \beta_6 X_{13} + \dots + \beta_{47}X_{54} + \epsilon$$

*Keterangan :*

*Y = Peubah respon yang diukur (kadar kalsium darah, kepadatan tulang pinggang dan punggung)*

*P = Susu segar (P)*

*L = Susu kalsium tinggi (L)*

*X = Peubah pengganggu yang diukur (X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, ..., X<sub>54</sub>)*

*ε = Galat*

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software SAS for Windows versi 6.12 dan Microsoft Excel 2003.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kadar Kalsium Darah**

Kalsium dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan normal dan pembentukan kerangka (Nordin, 1997). Hasil dari penelitian-penelitian intervensi dan *cross sectional study* melaporkan adanya pengaruh positif kalsium pada kepadatan tulang anak-anak dan remaja (Dawson-Hughes, 1996).

Tabel 2. Rata-rata kadar kalsium darah awal dan akhir penelitian

Perlakuan	Awal	Akhir	Delta
P1	9,26	9,59	0,33
P2	9,52	9,58	0,05
P3	9,64	9,79	0,16
L1	9,18	9,74	0,56
L2	9,39	9,87	0,47
L3	9,84	9,92	0,09
TP	9,75	9,74	-0,01

Rata-rata kadar kalsium darah dari setiap perlakuan berkisar dari 9,18 mg/dl hingga 9,92 mg/dl (Tabel 2). Konsentrasi ini masih berada

dalam kisaran normal kadar kalsium darah. Kadar kalsium darah normal adalah berkisar antara 9,50 mg/dl hingga 10,4 mg/dl. Kekurangan kalsium (hipokalsemia) apabila kadar kalsium darah <8,5 mg/dl dan kelebihan kalsium (hiperkalsemia) apabila mempunyai kadar >10,5 mg/dl (Sauberlich, 1999).

Dari hasil analisis model linier baik pada kelompok susu kalsium tinggi maupun kelompok susu segar, tidak menunjukkan adanya hubungan nyata (p>0,05) antara susu perlakuan maupun peubah independen lainnya terhadap kadar kalsium darah. Hasil ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini tidak terdapat faktor yang berpengaruh menonjol terhadap kadar kalsium darah unit percobaan.

Kadar kalsium darah pada kondisi normal selalu dipelihara oleh berbagai faktor sehingga tetap dalam jumlah yang diperlukan tubuh, hal ini bertujuan agar tubuh tidak mengalami kekurangan kalsium (hipokalsemia) ataupun kelebihan kalsium (hiperkalsemia). Menurut Sauberlich (1999), kadar kalsium serum dikontrol secara ketat oleh berbagai faktor termasuk asupan gizi yang diterima tubuh dan dipertahankan dalam batasan yang sempit. Di samping itu, kontrol juga dilakukan oleh 1,25-dihidroksikolekalsiferol, hormon paratiroid, kalsitonin, fosfor, protein dan estrogen. Faktor zat gizi yang berperan dalam pengaturan kalsium dalam darah antara lain adalah vitamin D dan hormon paratiroid. Vitamin D yang paling penting adalah vitamin D<sub>3</sub> yaitu kolekalsiferol. Sebagian besar bahan ini dibentuk di dalam kulit akibat dari radiasi sinar ultraviolet matahari pada 7-dehidrokolesterol. Vitamin D<sub>3</sub> kemudian menjadi 25-hidroksikolekalsiferol melalui proses dalam hati. Apabila asupan vitamin D<sub>3</sub> berlebihan, maka 25-hidroksikolekalsiferol akan melakukan efek hambatan ke hati. Selanjutnya 25-hidroksikolekalsiferol melalui suatu proses dalam ginjal menjadi bentuk 1,25-dihidroksikolekalsiferol yang dibantu oleh aktivasi dari hormon paratiroid. 1,25-dihidroksikolekalsiferol mempunyai efek meningkatkan penyerapan kalsium dari usus melalui epitel usus yang ditransfer ke plasma darah. Apabila konsentrasi kalsium dalam plasma berlebih, akan menimbulkan efek hambatan pada hormon paratiroid dalam mengaktivasi ginjal untuk membentuk 1,25-dihidroksikolekalsiferol.

Proses ini terus berlangsung sehingga dalam kondisi normal kadar kalsium darah akan tetap stabil.

#### Kepadatan Tulang

Kepadatan tulang normal adalah sebesar > 0,833 g/cm<sup>2</sup>, penderita osteopenia mempunyai kepadatan tulang antara 0,833 – 0,648 g/cm<sup>2</sup> dan disebut osteoporosis apabila kepadatan tulang < 0,648 g/cm<sup>2</sup> (Anonim, 2003). Berdasarkan kriteria ini kepadatan tulang pinggang dan seluruh tubuh pada unit percobaan dalam penelitian ini belum ada yang menderita penyakit tulang (osteopenia, osteoporosis).

*Kepadatan Tulang Pinggang.* Pemberian susu perlakuan dapat meningkatkan kepadatan tulang pinggang. Peningkatan kepadatan tulang pinggang dengan pemberian susu kalsium tinggi sebanyak 750 ml (L3) lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan lainnya (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang mendapatkan bahwa pemberian susu ataupun produk olahannya dapat meningkatkan kepadatan

tulang pinggang (Shaw, 1993 ; Prince *et al.*, 1995, Davis *et al.*, 1996; Teegarden *et al.*, 1999).

Peningkatan kepadatan tulang pinggang hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Volek *et al.* (2003). Penelitian Volek *et al.* (2003) dilakukan pada pria remaja yang sedang mengikuti pelatihan olahraga selama 12 minggu (3 bulan) memperoleh kepadatan tulang pinggang dari kelompok yang diberikan susu adalah sekitar 0,023 g/cm<sup>2</sup>.

Hasil analisis model linier menunjukkan adanya pengaruh positif sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara konsumsi susu kalsium tinggi dengan kepadatan tulang pinggang akhir dengan kontribusi sebesar 1,79%. Kepadatan tulang pinggang awal juga berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) dengan kontribusi 94,33%.

Hubungan linier yang terjadi antara konsumsi susu kalsium tinggi dengan kepadatan tulang pinggang dapat dilihat pada Gambar 1. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa makin tinggi konsumsi susu kalsium tinggi, makin tinggi kepadatan tulang pinggang.

Tabel 3. Rata-rata kepadatan tulang pinggang dan tulang seluruh tubuh awal dan akhir penelitian

Perlakuan	Kepadatan tulang pinggang (g/cm <sup>2</sup> )			Kepadatan tulang seluruh tubuh (g/cm <sup>2</sup> )		
	Awal	Akhir	Delta	Awal	Akhir	Delta
P1	0,94	0,95	0,01	0,98	1,00	0,02
P2	0,95	0,97	0,02	0,98	0,99	0,01
P3	1,01	1,02	0,02	1,00	1,01	0,02
L1	0,98	0,99	0,01	1,03	1,03	0,01
L2	0,92	0,93	0,01	1,00	1,01	0,01
L3	0,99	1,02	0,03	1,00	1,02	0,02
TP	0,93	0,94	0,01	0,96	0,97	0,01

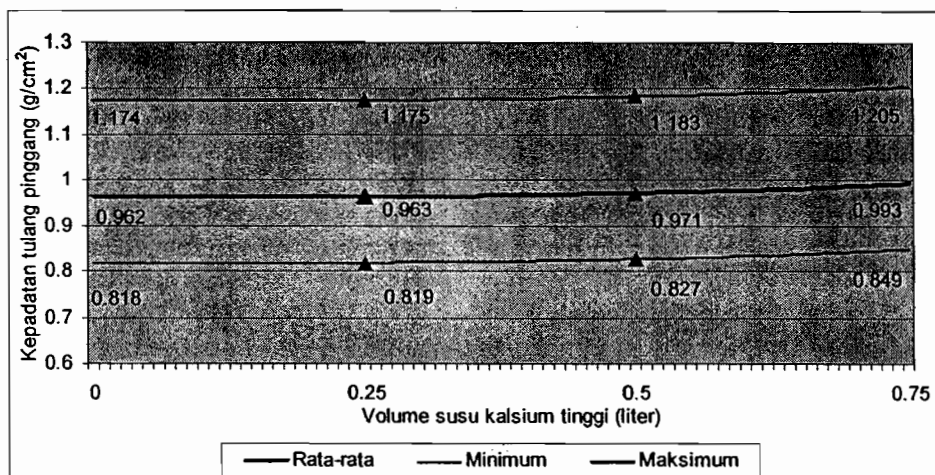
Tabel 4. Model linier kepadatan tulang pinggang dengan susu kalsium tinggi

Peubah	Koefisien model	R <sup>2</sup> Parsial	R <sup>2</sup> Model	Peluang > F
Intersep	0,03806251			0,5730
X <sub>1</sub>	0,96239399	0,9433	0,9433	0,0001**
L <sup>3</sup>	0,07398782	0,0179	0,9612	0,0012**

Ket X<sub>1</sub> = Kepadatan tulang pinggang awal  
L<sup>3</sup> = Susu kalsium tinggi  
\*\* = Berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ )

Persamaan model linier :

$$Y = 0,03806251 + 0,96239399X_1 + 0,07398782L^3$$

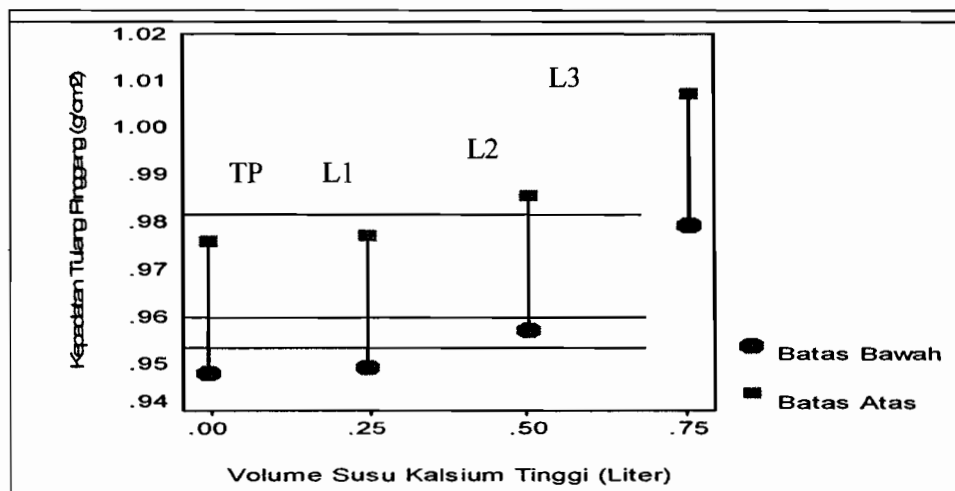


Gambar 1. Hubungan model linier susu kalsium tinggi dengan kepadatan tulang pinggang

Persamaan model linier rata-rata :  $Y = 0,961961 + 0,07398782 L^3$

Persamaan model linier minimum :  $Y = 0,817602 + 0,07398782 L^3$

Persamaan model linier maksimum :  $Y = 1,173687 + 0,07398782 L^3$



Gambar 2. Batas bawah dan batas atas kepadatan tulang pinggang dengan volume susu kalsium tinggi yang diteliti (selang kepercayaan 95%).

Ket :

L3 (0,75 liter) >> L2 (0,50 liter) = tidak berbeda nyata

L3 (0,75 liter) >> L1 (0,25 liter) = berbeda nyata

L3 (0,75 liter) >> TP (0 liter) = berbeda nyata

L2 (0,50 liter) >> L1 (0,25 liter) = tidak berbeda nyata

L2 (0,75 liter) >> TP (0 liter) = tidak berbeda nyata

L1 (0,25 liter) >> TP (0 liter) = tidak berbeda nyata

Terdapatnya pengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) pemberian susu kalsium tinggi terhadap kepadatan tulang pinggang menunjukkan terjadinya perbedaan kepadatan tulang pinggang akhir dari setiap kelompok perlakuan. Berdasarkan selang kepercayaan 95%, perbedaan antara kelompok perlakuan tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 2.

Susu segar (P) perlakuan belum menunjukkan pengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kepadatan tulang pinggang. Kepadatan tulang pinggang lebih dipengaruhi oleh kepadatan tulang pinggang awal ( $p < 0,01$ ) dengan kontribusi 95,96%.

Tabel 5. Model linier kepadatan tulang pinggang dengan susu segar

Peubah	Koefisien	R <sup>2</sup>		Peluang > F
	Model	Parsial	Model	
Intersep	-0,00637277			0,8661
X <sub>1</sub>	1,01970226	0,9596	0,9596	0,0001**

Ket : X<sub>1</sub> = Kepadatan tulang pinggang awal

\*\* = Berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ )

Persamaan model linier :

$$Y = -0,00637277 + 1,01970226 X_1$$

#### Kepadatan Tulang Seluruh Tubuh.

Peningkatan kepadatan tulang seluruh tubuh pada penelitian ini adalah rata-rata sebesar 0,015 g/cm<sup>2</sup>. Hasil ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Volek *et al.* (2003) yang mendapatkan kepadatan tulang seluruh tubuh dengan rata-rata sebesar 0,028 g/cm<sup>2</sup>. Perbedaan terjadi antara lain karena adanya perbedaan genetis, jenis susu dan perlakuan yang diberikan.

Tabel 6. Model linier kepadatan tulang seluruh tubuh dengan susu kalsium tinggi

Peubah	Koefisien model	R <sup>2</sup>		Peluang > F
		Parsial	Model	
Intersep	0,00339987			0,5730
X <sub>2</sub>	0,98803994	0,9427	0,9427	0,0001*
X <sub>23</sub>	0,00010547	0,0089	0,9516	0,0310**

Ket : X<sub>2</sub> = Kepadatan tulang seluruh tubuh awal

X<sub>23</sub> = Tingkat kecukupan fosfor akhir total

\* = Berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ )

\*\* = Berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ )

Persamaan model linier :

$$Y = 0,00339987 + 0,98803994 X_2 + 0,00010547 X_{23}$$

Susu kalsium tinggi perlakuan (L) belum menunjukkan pengaruh nyata pada kepadatan tulang seluruh tubuh ( $p > 0,05$ ). Kepadatan tulang seluruh tubuh sangat nyata dipengaruhi oleh kepadatan tulang seluruh tubuh awal ( $p < 0,01$ ) dan oleh tingkat kecukupan fosfor ( $p < 0,05$ ) dengan kontribusi masing-masing sebesar 94,27% dan 0,89%.

Seperti halnya dengan susu kalsium tinggi, susu segar juga tidak nyata mempengaruhi kepadatan tulang seluruh tubuh akhir ( $p > 0,05$ ). Kepadatan tulang seluruh tubuh akhir dipengaruhi oleh kepadatan tulang seluruh tubuh awal dan delta tingkat kecukupan kalsium bukan dari susu perlakuan ( $p < 0,01$ ) dengan kontribusi masing-masing sebesar 88,81% dan 2,99%.

Tabel 7. Model linier kepadatan tulang seluruh tubuh dengan susu segar

Peubah	Koefisien	R <sup>2</sup>		Peluang > F
	Model	Parsial	Model	
Intersep	0,08303220			0,5730
X <sub>2</sub>	0,92536792	0,8881	0,8881	0,0001**
X <sub>39</sub>	0,00012214	0,0299	0,9180	0,0034**

Ket : X<sub>2</sub> = Kepadatan tulang seluruh tubuh awal

X<sub>39</sub> = Peningkatan tingkat kecukupan kalsium non-susu

\*\* = Berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ )

Persamaan model linier :

$$Y = 0,08303220 + 0,92536792 X_2 + 0,00012214 X_{39}$$

Dalam hubungannya dengan pembentukan tulang, fosfor dalam bentuk fosfo-peptida bertindak sebagai pemicu penyerapan kalsium (Cashman, 2002). Dengan demikian, makin baik penyerapan kalsium akan makin baik pula kontribusi kalsium dalam pembentukan tulang.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Pemberian susu kalsium tinggi berpengaruh pada peningkatan kepadatan tulang pinggang dengan kontribusi sebesar 1, 79%. Semakin tinggi volume susu kalsium tinggi dikonsumsi, maka makin tinggi kepadatan tulang pinggang. Pemberian susu segar maupun susu kalsium tinggi tidak berpengaruh nyata terhadap kepadatan tulang seluruh tubuh.

### Saran

Dalam penelitian ini belum ditemukan titik optimum konsumsi susu berkalsium tinggi, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan waktu yang lebih panjang ataupun dengan menambahkan kandungan kalsium serta zat gizi lainnya terutama yang mendukung pembentukan tulang. Dengan demikian dapat diharapkan akan ditemukan porsi optimum konsumsi susu berkalsium tinggi dengan kepadatan tulang yang tetap optimal.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan mendanai sehingga terlaksananya penelitian dan penulisan laporan penelitian ini :

1. Kepada Tim dan semua Asisten "Feeding Program for Needy Students", khususnya kepada Bapak Dr. Ir. Budi Setiawan, MS selaku koordinator program.
2. Kepada pimpinan dan staff PT Ultrajaya Milk, khususnya kepada Bapak Ir. Y. Isnandar selaku Direktur PT. Ultrajaya Milk

### DAFTAR PUSTAKA

- [Anonim]. 2003. Osteoporosis and Bone Physiology. <http://courses.washington.edu/bonephy/opop/opop.html>
- Broto, R. 2004. Manifestasi Klinis dan Penatalaksanaan Osteoporosis. Dextra Media No. 2 Vol 17 : 47 – 57.
- Cadogan, J., R. Eastell, N. Jones, M.E. Barker. 1997. Milk intake and bone mineral acquisition in adolescent girls : randomized, controlled intervention trial. British Med J ; 315 : 1255.
- Cashman, K.D. 2002. Calcium intake, calcium bioavailability and bone health. British J Nutr, 87, Suppl. 2, S169-S177.
- Davis, J.W., R. Novotny, P.D. Ross, R.D. Wasnich. 1996. Anthropometric, lifestyle and menstrual factors influencing size-adjusted bone mineral content in multiethnic population of premenopausal women. J Nutr 126: 2968–2976.

- Dawson-Hughes, B. 1996. Calcium insufficiency and fracture risk. Osteoporosis International, 3 ; S37-S41.
- [Depkes] Departemen Kesehatan. 2002. Pedoman Umum Gizi Seimbang. Depkes RI, Jakarta.
- Khomsan, A. 2004. Peranan Pangan dan Gizi untuk Kualitas Hidup. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Lau, E.M.C. 2004. Osteoporosis in men. JMHG Vol. 1 (1) : 68 – 70.
- Matkovic, V. et al. 1994. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. J Clin Invest 93,799–808.
- Nieves, J.W. 2005. Osteoporosis: the role of micronutrients. Am J Clin Nutr 81:1232S-1239S.
- Nordin, B.E. 1997. Calcium in health and disease. Food, Nutrition and Agriculture; 20 : 13-26.
- Prince, R. et al. 1995. The effects of calcium supplementation (milk powder or tablets) and exercise on bone density in postmenopausal women. J Bone Miner Res 10 : 1068 – 1075.
- Sauberlich, H.E. 1999. Laboratory Tests for the Assessment of Nutritional Status. Second Ed. CRC Press, Washington.
- Shaw, C-K. 1993. An epidemiologic study of osteoporosis in Taiwan. Ann Epidemiol 3 : 264 – 271.
- Teegarden, D., R.M. Lyle, W.R. Proulx, C.C. Johnston, C.M. Weaver. 1999. Previous milk consumption is associated with greater bone density in young women. Am J Clin Nutr 69 : 1014 – 1017.
- Tucker, K.L. 2002. Dietary intake and bone status with aging. Current Pharma Design 9 (31) : 1-18.
- Volek, J.S. et al. 2003. Increasing fluid milk favorably affects bone mineral density responses to resistance training in adolescent boys. J Am Diet Assoc 103:1353-1356.
- Wall, C. 1998. Food and Nutrition Guidelines for Healthy Adolescents. Ministry of Health. Wellington, New Zealand.
- Weaver, C.M. 2000. The growing years and prevention of osteoporosis in later life. Proceeding of the Nutrition Society, 59, 303-306.



## PEMBUATAN SUSU KEDELAI BERKALSIMUM TINGGI DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG TULANG IKAN KAKAP MERAH (*LUTJANUS SANGUINEUS*)

(The Making of Soybean Milk High Calcium by the Addition of Red Kakap (*Lutjanus Sanguineus*) Fish Bone Flour)

Nurjannah Dongoran<sup>1</sup>, Lilik Kustiyah<sup>2,3</sup>, Sri Anna Marliyati<sup>2</sup>

**ABSTRACT.** The objectives of this research were to study the way to make high calcium soybean milk using red kakap fish bone flour as calcium source. The processing was divided into two main stages, which are protein and fat extraction. The two stages aimed to minimize content protein and fat content on red kakap fish bone flour. Protein extraction was done by boiling with aquades, while the fat extraction was conducted by using hexane destiller. The addition of red kakap fish bone flour was done on level 0 g (control), 0,92 g, 1,38 g and 1,84 per 240 ml of soybean milk. The addition of calcium on soybean milk made undifferent influence on the acceptance colour, smell, taste, viscosity, and appearance of soybean milk. Nutrition content of soybean milk tended to increase as the greater of red kakap fish bone flour, except for water content. The addition of fish bone flour influenced significantly on fat, ash, and calcium content, and didn't influenced significantly on water and protein content. Soybean milk with the addition level of fish bone flour 1,84 g/240 ml was chosen as the best soybean milk. Soybean milk had acceptance colour, smell, taste, viscosity and appearance which didn't different with other soybean milk. Meanwhile, soybean milk had relatively high of nutrition content. Soybean milk with calcium availability as 400 mg/240 ml could met about 50%-80% of calcium RDA for vary ages.

**Keywords :** High calcium soybean milk, red kakap fish bone flour, availability

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Susu kedelai merupakan salah satu hasil teknologi pangan yang mengekstrak fraksi terlarut dari kedelai dengan kualitas yang tidak jauh berbeda dengan susu sapi. Susu kedelai memiliki protein yang hampir setara dengan susu sapi, bahkan menurut Chen (1989) dalam Liu (1997) kandungan protein susu lebih besar (3,6 g/100 g) daripada susu sapi (2,9 g/100g). Susu kedelai tidak mengandung kolesterol serta hanya mengandung sepertiga jumlah lemak yang ada pada susu sapi, tetapi kaya akan lesitin dan asam lemak tidak jenuh seperti asam linoleat (Shurtleff & Aoyogi, 1984). Selain itu, harga susu kedelai di pasaran relatif lebih murah daripada susu sapi, sehingga diharapkan susu kedelai bisa menjadi pangan pengganti susu sapi. Susu kedelai selain

memiliki berbagai kelebihan dibandingkan dengan susu sapi, juga memiliki kekurangan khususnya kandungan mineral kalsium yang rendah.

Kalsium merupakan makro elemen yang banyak terdapat pada kerangka dan gigi (99%), sisanya (1%) pada syaraf, otot dan darah. Kalsium dalam tubuh memiliki peranan dalam pembentukan dan perkembangan tulang dan gigi, proses pembekuan darah serta menjaga fungsi normal otot dan syaraf (Gaman & Sherrington, 1990). Angka kecukupan kalsium yang dianjurkan pada Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi tahun 2004 yaitu 200-400 mg per hari untuk bayi dan 800 untuk orang dewasa (LIPI, 2004). Konsumsi kalsium yang rendah bisa menyebabkan defisiensi dan bila berlanjut dapat mengakibatkan *rickets*, *tetany*, *osteomalacia* (tulang rapuh), dan *osteoporosis* (kegagalan pertumbuhan tulang) (Mervyn, 1989).

Kekhawatiran akan kurang memadainya masukan kalsium melalui bahan pangan dapat diatasi dengan upaya penambahan kalsium pada pangan. Kalsium tersebut selain bersumber dari

<sup>1</sup> PS Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, Faperta IPB

<sup>2</sup> Departemen Gizi Masyarakat, FEMA - IPB.

<sup>3</sup> Korespondensi: Dept. Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, IPB. Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga, Bogor. E-mail : dini88@telkom.net

kalsium glukonat dan kalsium karbonat, juga dapat bersumber dari kalsium hewan terutama bagian tulang misalnya tulang ikan (Murtiningrum, 1997).

Ikan kakap merah merupakan salah satu produk perikanan laut yang utama. Pada tahun 1998 produksi ikan kakap yang dijual di tempat pelelangan ikan sebesar 644.841 ton (BPS, 1998). Di dalam industri perikanan, ikan kakap merah seringkali diolah menjadi fillet ikan. Limbah utama dari industri ini adalah kepala, bagian isi perut, ekor, sirip, tulang dan lain-lain yang biasanya dibuang (Govindan, 1985).

Sebagai limbah hasil pengolahan, tulang ikan kaya akan mineral kalsium, fosfor dan selenium (Murtiningrum, 1997). Menurut Burgess, Loven, Cutting dan Waterman (1967), tulang ikan banyak mengandung kalsium dalam bentuk kalsium fosfat yaitu sebanyak 14% dari total penyusun tulang. Penambahan kalsium tulang ikan kakap merah pada susu kedelai diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan kalsium susu kedelai.

#### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari cara pembuatan susu kedelai berkalsium tinggi dengan memanfaatkan tulang ikan kakap merah sebagai sumber kalsium.

Secara khusus penelitian bertujuan untuk: 1) Mempelajari pembuatan tepung tulang ikan kakap merah, 2) Mempelajari pengaruh penambahan tepung tulang ikan kakap merah terhadap daya terima susu kedelai, 3) Mempelajari pengaruh penambahan tepung tulang ikan kakap merah terhadap kadar air, protein, lemak, abu dan kalsium susu kedelai, 4) Memperoleh formula susu kedelai berkalsium tinggi yang paling baik, dan 5) Menganalisis kontribusi susu kedelai terhadap kecukupan kalsium

#### Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu formula susu kedelai yang berkalsium tinggi dengan memanfaatkan limbah tulang ikan sebagai sumber kalsium. Produk tersebut diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan kalsium terutama bagi mereka yang berada pada masa pertumbuhan, ibu hamil dan menyusui. Penelitian ini juga diharapkan dapat

mendorong dan memotivasi masyarakat dalam upaya pembudidayaan kedelai dan pemanfaatan limbah tulang ikan.

### **METODE**

#### Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung selama 5 bulan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengolahan Pangan dan Laboratorium Kimia Gizi, Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, Fakultas Pertanian serta Laboratorium Kimia Terpadu, Institut Pertanian Bogor.

#### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan tepung tulang ikan adalah tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sanguineus*) yang diperoleh dari PT. Halima Sakti, Muara Baru, Jakarta. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan susu kedelai adalah kacang kedelai (*Glycine max L. Merr*), gula, garam, essens cokelat, dan natrium bikarbonat.

Bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan tepung tulang ikan adalah heksana. Untuk analisis proksimat digunakan bahan-bahan kimia yaitu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, selenium *mixture*, HCl, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, aquades, kertas saring hulls dan heksana. Selain itu selain itu digunakan juga bahan kimia H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, HNO<sub>3</sub> pekat, aguades *high pure* atau air bebas ion, dan kertas saring Whatman 42 untuk analisis mineral kalsium.

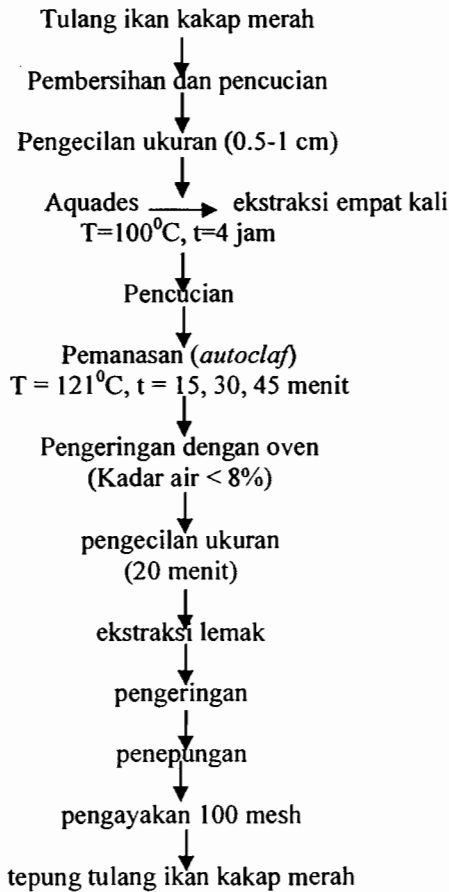
Peralatan yang digunakan dalam pembuatan tepung tulang ikan antara lain panci, gelas piala, mesin penggiling (*laboratory mill*), dan *autoclaf*. Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan susu kedelai yaitu panci, thermometer, sendok, saringan, kain penyaring, gelas piala, blender, dan *homogenizer*. Sedangkan untuk analisis zat gizi digunakan peralatan antara lain cawan porselin, labu *kjeldahl*, erlenmeyer, buret, *soxhelt*, labu takar, corong, gelas piala, tabung reaksi, pipet, penjepit, tanur dan oven.

#### Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan.

**Penelitian Pendahuluan**

Pada penelitian pendahuluan dilakukan pembuatan tepung tulang ikan dengan menggunakan modifikasi metode Murtiningrum (1997). Modifikasi yang dilakukan mencakup penggunaan aquades sebagai pengganti NaOH dalam proses ekstraksi protein yang dilakukan empat kali. Selain ini dalam proses pembuatan tepung tulang ikan juga dilakukan ekstraksi lemak dengan heksana. Prosedur pembuatan tepung tulang ikan kakap merah disajikan pada gambar 1.



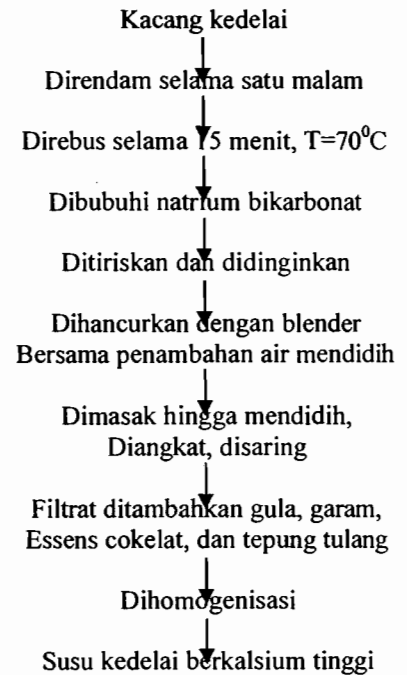
Gambar 1. Prosedur pembuatan tepung tulang ikan kakap merah (Modifikasi Murtiningrum, 1997)

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis kimia dan perhitungan rendemen tepung tulang ikan yang dihasilkan. Analisis kimia yang dilakukan meliputi kadar air dengan metode oven

biasa, kadar protein metode semi mikro kjeldahl, kadar lemak dengan metode *soxhlet*, (Sulaeman, Anwar, Rimbawan & Marliyati, 1995) kadar fosfor metode spektrofotometri dan kadar kalsium metode AAS (Apriyantono, Fardiaz, Puspitasari, Sedarnawati, Budiyanto, 1989).

**Penelitian Lanjutan**

Pada penelitian lanjutan dilakukan pembuatan susu kedelai dengan penambahan tepung tulang ikan kakap merah sebagai sumber kalsium. Prosedur pembuatan susu kedelai berkalsium tinggi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Prosedur pembuatan susu kedelai berkalsium tinggi (Modifikasi Anwar, Sulaeman, dan Kustiyah 1999)

Penentuan taraf penambahan kalsium pada susu kedelai didasarkan pada angka kecukupan kalsium dan ketentuan klaim produk pangan pada label. Angka kecukupan kalsium untuk produksi dan pelabelan pangan adalah sebesar 500 mg.

Ketentuan bagi produk dengan klaim tinggi kandungan suatu zat gizi, harus dapat memenuhi minimal 20% dari anjuran kecukupan gizi per takaran penyajian (Sullivan & Carpenter 1993).

Jumlah tepung tulang yang ditambahkan ditetapkan sebesar 0g (kontrol), 0,92 g (200mg kalsium), 1,38g (300 mg kalsium), dan 1,84 g (400 mg kalsium) per 240 ml susu kedelai.

Pada susu kedelai yang dihasilkan dilakukan uji organoleptik dengan panelis semi terlatih yaitu mahasiswa GMSK. Uji ini bertujuan untuk mengetahui daya terima susu kedelai dari aspek warna, aroma, rasa kekentalan dan penampakan. Kriteria penilaian mencakup sangat tidak suka (1), tidak suka (2), biasa (3), suka (4), dan sangat suka (5). Selain uji organoleptik juga dilakukan analisis kimia yang meliputi kadar air, lemak, protein, abu, dan kalsium.

#### Rancangan Percobaan

Unit percobaan yang diamati adalah susu kedelai 240 ml. Perlakuan yang diberikan pada unit percobaan adalah jumlah tepung tulang ikan kakap merah yang ditambahkan. Perlakuan jumlah tepung tulang ikan yang ditambahkan terdiri atas tiga taraf yaitu 0 g/240 ml susu kedelai, 0,92 g/240 ml susu kedelai, 1,38 g/240 ml susu kedelai dan 1,84 g/240 ml susu kedelai. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua kali ulangan.

#### Pengolahan dan Analisis Data

Hasil uji organoleptik dianalisis secara deskriptif berdasarkan persentase penerimaan panelis dan modus dari masing-masing taraf perlakuan. Persentase penerimaan panelis dihitung dengan menjumlahkan persentase panelis yang menyatakan biasa (3), suka (4), dan sangat suka (5) terhadap produk yang dihasilkan. Data tersebut juga dianalisis dengan statistik non parametrik uji Friedman. Jika berdasarkan uji Friedman dinyatakan ada perbedaan di antara perlakuan maka dilakukan uji lanjut *Multiple Comparison Test* (Daniel, 1989).

Data hasil analisis kimia diuji dengan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan gizi susu kedelai. Apabila terdapat perbedaan yang nyata pada hasil analisis maka dilanjutkan dengan uji Duncan (Sudjana 1995).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penelitian Pendahuluan

Pada pembuatan tepung tulang ikan kakap merah dilakukan ekstraksi protein dan lemak. Ekstraksi protein yang dilakukan sebanyak empat kali dapat menurunkan kandungan protein tulang ikan dari 26,20% (b.k) pada ekstraksi pertama hingga 18,16% (b.k) pada ekstraksi keempat. Ekstraksi lemak dengan menggunakan pelarut heksana dapat menurunkan kandungan lemak tepung tulang hingga 1,10%. Data kandungan gizi tepung tulang ikan kakap merah dan tepung tulang ikan lainnya sebagai pembandingan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Zat Gizi Tepung Tulang Ikan Kakap Merah, Ikan Cakalang dan Kepala Ikan Tongkol dalam 100 g Bahan

Zat Gizi (%)	Tepung Tulang Ikan Kakap Merah	Tepung Tulang Ikan Cakalang	Tepung Tulang Kepala Ikan Tongkol
Air	2,20	4,54 – 7,20	6,22
Protein	12,10	11,15 – 24,43	15,06
Lemak	1,10	1,13 – 15,2,34	16,08
Abu	80,48	66,96 – 84,55	50,45
Kalsium	21,72	15,14 – 26,15	17,15
Phospor	34,75	31,06 – 42,18	-

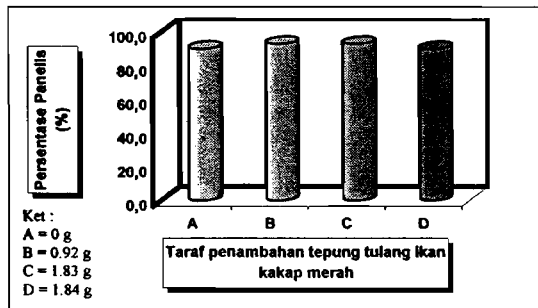
Sumber : 1) Murtiningrum (1997), 2) Irawati (2001)

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa tepung tulang ikan kakap merah yang dihasilkan memiliki kandungan protein dan lemak yang relatif lebih rendah dibandingkan ikan tongkol dan ikan cakalang. Kondisi tersebut menghasilkan tepung tulang yang lebih baik dari segi bau dan penampakan. Tepung tulang yang dihasilkan tidak berbau amis (*fishy odor*) dan memiliki derajat putih 82,35%. Warna tepung tulang ini lebih putih dibandingkan tepung tulang ikan cakalang yang memiliki derajat putih berkisar antara 66,05-77,38% (Murtiningrum 1997). Berdasarkan hasil yang diperoleh diketahui bahwa rendemen tepung tulang sebesar 38,7%.

### Penelitian Lanjutan

*Daya Terima Susu Kedelai.* Pengujian organoleptik dilakukan untuk mengetahui daya terima susu kedelai yang telah mendapat penambahan tepung tulang ikan.

**Warna.** Secara visual faktor warna biasanya tampil lebih dahulu dan kadang-kadang sangat menentukan dalam penilaian mutu bahan makanan (Winarno 1997). Hasil uji kesukaan terhadap warna susu kedelai menunjukkan bahwa persentase penerimaan panelis terhadap warna produk susu kedelai pada berbagai taraf penambahan tepung tulang ikan kakap merah adalah berkisar antara 90%-93%. Persentase penerimaan panelis terhadap warna susu kedelai disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Persentase penerimaan panelis terhadap warna susu kedelai yang ditambah tepung tulang ikan kakap merah

Penerimaan panelis terhadap warna produk tersebut memiliki skor modus 4 (suka) pada semua taraf penambahan (Tabel 2). Penerimaan panelis yang cukup besar diduga karena penggunaan essens cokelat pada susu kedelai. Penambahan essens tersebut menghasilkan warna susu kedelai yang relatif menyerupai warna susu sapi rasa cokelat.

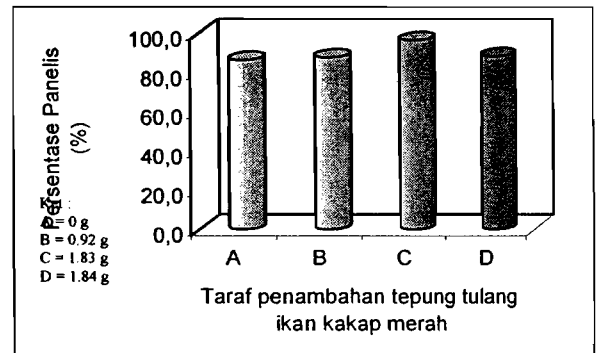
Tabel 2. Modus Penilaian Panelis terhadap Warna Susu Kedelai

Taraf Penambahan Tepung Tulang Ikan Kakap Merah (g/240 ml)	Skor Modus
0 (kontrol)	4
0,92	4
1,38	4
1,84	4

Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan pada beberapa taraf yang berbeda tidak berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap daya terima warna susu kedelai. Hal ini menunjukkan bahwa tepung tulang ikan hingga 1,84 g/240 ml susu kedelai tidak mempengaruhi

daya terima panelis terhadap warna yang dihasilkan.

**Aroma.** Hasil uji kesukaan terhadap aroma susu kedelai yang dihasilkan menunjukkan bahwa aroma susu kedelai dapat diterima oleh 86,67%-96,67% panelis. Gambar 4. menunjukkan persentase penerimaan panelis pada berbagai taraf penambahan tepung tulang ikan kakap merah. Besarnya persentase penerimaan panelis terhadap aroma susu kedelai dipengaruhi oleh essens cokelat yang ditambahkan. Menurut Liu (1997), penambahan essens pada susu kedelai dapat menutupi aroma langu kedelai. Pada Tabel 3 terlihat bahwa skor modus untuk keempat taraf penambahan tepung tulang ikan berkisar antara 3 (biasa) sampai 4 (suka).



Gambar 4 Persentase penerimaan panelis terhadap aroma susu kedelai yang ditambah tepung tulang ikan kakap merah

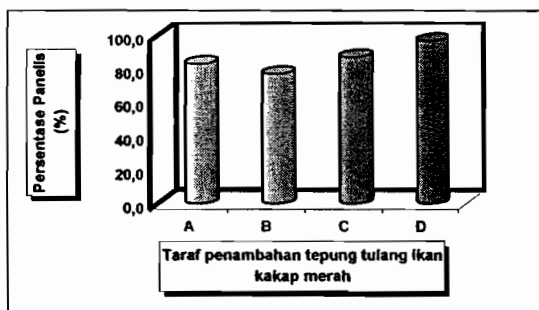
Tabel 3. Modus Penilaian Panelis Terhadap Aroma Susu Kedelai

Taraf Penambahan Tepung Tulang Ikan Kakap Merah (g/240 ml)	Skor Modus
0 (kontrol)	3 dan 4
0,92	3
1,38	3
1,84	4

Berdasarkan hasil uji Friedman ditunjukkan bahwa keempat taraf penambahan tepung tulang ikan tidak berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap daya terima aroma susu kedelai. Susu kedelai dengan penambahan tepung tulang menghasilkan daya terima aroma yang tidak berbeda dengan susu kedelai kontrol. Hal ini duga

karena jumlah tepung tulang yang ditambahkan relatif sedikit dan tertutupi oleh esens coklat.

**Rasa.** Persentase penerimaan panelis terhadap rasa susu kedelai dengan berbagai taraf penambahan tepung tulang ikan berkisar antara 76,97%-96,67% (Gambar 5). Penambahan tepung tulang ikan pada taraf 1,84 g memiliki persentase penerimaan rasa sebesar 96,67%.



Gambar 5. Persentase penerimaan panelis terhadap rasa susu kedelai yang ditambah tepung tulang ikan kakap merah

Penerimaan panelis terhadap rasa susu kedelai yang dihasilkan memiliki skor modus 4 (suka) untuk semua taraf penambahan (Tabel 4).

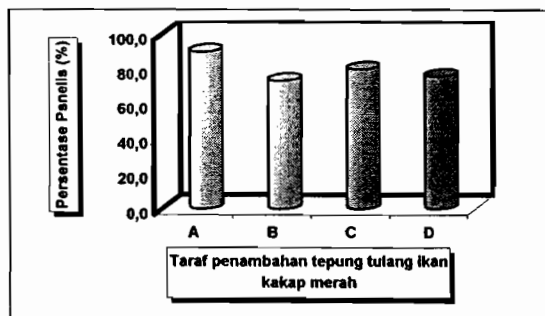
Tabel 4. Modus Penilaian Panelis Terhadap Rasa Susu Kedelai

Taraf Penambahan Tepung Tulang Ikan Kakap Merah (g/240 ml)	Skor Modus
0 (kontrol)	4
0,92	4
1,38	4
1,84	4

Berdasarkan hasil uji Friedman diketahui bahwa pengaruh taraf penambahan tepung tulang ikan tidak berbeda nyata terhadap daya terima rasa susu kedelai ( $\alpha = 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan tidak mempengaruhi daya terima rasa susu kedelai karena tepung tulang tidak memiliki rasa yang dominan disamping jumlah yang ditambahkan relatif sedikit.

**Kekentalan.** Kekentalan susu kedelai dipengaruhi oleh rasio kedelai dan air yang digunakan dalam pembuatan susu kedelai. Berdasarkan uji organoleptik diketahui persentase

penerimaan panelis terhadap kekentalan susu kedelai adalah berkisar antara 73,33%-90% (Gambar 6.) Pada Tabel 5. diketahui bahwa penerimaan panelis terhadap kekentalan susu kedelai memiliki sebaran modus 3 (biasa) hingga 4 (suka).



Gambar 4. Persentase penerimaan panelis terhadap kekentalan susu kedelai yang ditambah tepung tulang ikan kakap merah

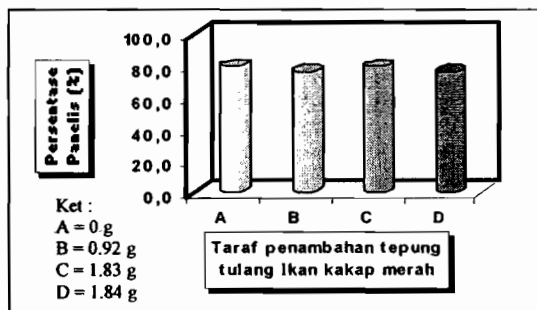
Tabel 5. Modus Penilaian Panelis Terhadap Kekentalan Susu Kedelai

Taraf Penambahan Tepung Tulang Ikan Kakap Merah (g/240 ml)	Skor Modus
0 (kontrol)	4
0,92	3 dan 4
1,38	4
1,84	4

Berdasarkan hasil uji Friedman diketahui bahwa keempat taraf penambahan tepung tulang ikan menghasilkan daya terima yang tidak berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap kekentalan susu kedelai yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kalsium tulang ikan pada susu kedelai menghasilkan daya terima kekentalan yang tidak berbeda dengan susu kedelai tanpa penambahan. Penambahan tepung tulang ikan hingga taraf 1,84 g diduga tidak mempengaruhi kekentalan susu kedelai karena jumlah tepung tulang yang ditambahkan relatif sedikit. Kekentalan susu kedelai lebih dipengaruhi oleh rasio kedelai dan air yang digunakan dalam pembuatan susu kedelai. Menurut Shurtleff dan Aoyogi (1984), kualitas dan harga susu kedelai sangat ditentukan oleh kekentalannya. Susu kedelai yang lebih kental umumnya memiliki flavor yang lebih baik. Susu kedelai yang dibuat dari rasio kacang kedelai dan

air sebesar 1:3 termasuk kategori *rich soymilk*. Selain itu penggunaan kedelai dengan kulit dalam pembuatan susu kedelai juga dapat meningkatkan kekentalannya.

**Penampakan.** Penampakan merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui daya terima panelis terhadap wujud fisik produk susu kedelai secara keseluruhan. Berdasarkan uji hedonik yang dilakukan, persentase penerimaan panelis terhadap penampakan susu kedelai yaitu 76,67%-80% (Gambar 7). Persentase penerimaan ini relatif lebih kecil dibandingkan parameter lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh penampakan susu kedelai yang sedikit berbuih pada permukaannya. Buih ini diduga timbul akibat proses homogenisasi yang dilakukan pada akhir proses pembuatan susu kedelai.



Gambar 7. Persentase penerimaan panelis terhadap penampakan susu kedelai yang ditambah tepung tulang ikan kakap merah

Skor modus penerimaan panelis terhadap penampakan susu kedelai yaitu 3 (biasa) hingga 4 (suka) (Tabel 6.). Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa keempat taraf penambahan

kalsium tulang ikan tidak berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap penampakan susu kedelai.

Tabel 6. Modus Penilaian Panelis Terhadap Penampakan Susu Kedelai

Taraf Penambahan Tepung Tulang Ikan Kakap Merah (g/240 ml)	Skor Modus
0 (kontrol)	4
0,92	3
1,38	3
1,84	3

**Kandungan Gizi Susu Kedelai**

Analisis kandungan gizi yang dilakukan meliputi kadar air, protein, lemak, abu dan kalsium. Kandungan gizi susu kedelai secara lengkap disajikan pada Tabel 7. Tabel 7 menunjukkan bahwa kandungan gizi susu kedelai cenderung meningkat dengan semakin meningkatnya penambahan tepung tulang ikan. Susu kedelai dengan penambahan tepung tulang ikan 1,84 g/24 ml memiliki kandungan gizi yang paling besar bila dibandingkan dengan ketiga susu kedelai lainnya.

**Kadar Air.** Kadar air susu kedelai yang dihasilkan berkisar antara 77,10%-77,69%. Berdasarkan data hasil analisis tidak terlihat kecenderungan peningkatan atau penurunan kadar air sebagai pengaruh penambahan tepung tulang ikan. Hasil uji sidik ragam juga menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan kakap merah tidak berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap kadar air susu kedelai. Perbedaan kadar air susu kedelai lebih dipengaruhi oleh jumlah air yang digunakan serta proses penyaringannya.

Tabel 7. Hasil Analisis Kandungan Gizi Per 240 ml Susu Kedelai

Kandungan Gizi	Perlakuan								SNI*
	0 g/240 ml		0,92 g/240 ml		1,38 g/240 ml		1,84 g/240 ml		
	Bb	Bk	Bb	Bk	Bb	Bk	Bb	Bk	
Air (%)	77,28	-	77,69	-	77,10	-	77,40	-	-
Protein (%)	4,35	19,13	4,40	19,72	4,4	19,51	4,56	20,18	Min 2,0
Lemak (%)	1,89	8,31	2,72	12,17	2,73	11,90	2,72	12,05	Min 1,0
Abu (%)	0,59	2,60	0,84	3,77	0,89	3,88	0,93	4,13	-
Kalsium (%)	0,0055	0,024	0,013	0,059	0,0298	0,13	0,0454	0,201	-

Ket : bb = berat basah; bk = berat kering; \*SNI no 01-3830 (1995) untuk Susu Kedelai

**Kadar Protein.** Susu kedelai yang dihasilkan memiliki kadar protein berkisar antara 19,13%-20,18%. Kandungan protein susu kedelai cenderung meningkat dengan semakin

meningkatnya jumlah tepung tulang ikan yang ditambahkan walaupun peningkatannya relatif kecil. Namun, berdasarkan uji sidik ragam yang dilakukan diketahui bahwa penambahan kalsium

tulang ikan kakap merah tidak berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap kadar protein susu kedelai. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah tepung tulang yang ditambahkan relatif kecil yaitu 0,92g-1,84g per 240 ml susu kedelai. Sehingga walaupun kadar protein tepung tulang relatif kecil. Susu kedelai dari semua perlakuan dapat memenuhi kadar protein minimal yang ditetapkan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu sebesar 2,0%. Faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan protein susu kedelai antara lain rasio kacang kedelai dan air, waktu dan suhu pemasakan serta suhu saat ekstraksi (Shurtleff dan Aoyogi, 1984)

**Kadar Lemak.** Berdasarkan analisis lemak yang dilakukan, diketahui bahwa kadar lemak susu kedelai yang berkisar antara 8,31%-12,17%. Pada Tabel 7. terlihat bahwa penambahan tepung tulang ikan cenderung meningkatkan kadar lemak susu kedelai. Namun, susu kedelai dengan penambahan 200 mg kalsium/240 ml memiliki kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan kedua taraf lainnya. Hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan kalsium tepung tulang ikan berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap kadar lemak susu kedelai yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena tepung tulang ikan masih mengandung lemak sebesar 1,10%.

Hasil uji lanjut Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) menunjukkan bahwa kadar lemak susu kedelai dengan penambahan tepung tulang ikan 0,92 g/240 ml, 1,38 g/240 ml dan 1,84 g/240 ml tidak berbeda nyata di antara ketiganya, namun ketiga susu kedelai dengan penambahan tepung tulang ikan tersebut berbeda nyata dengan susu kedelai tanpa penambahan.

**Kadar Abu.** Kadar abu susu kedelai yang dihasilkan berkisar antara 2,60%-4,13%. Berdasarkan data hasil analisis kadar abu terlihat kecenderungan peningkatan kadar abu susu kedelai dengan semakin besar penambahan tepung tulang ikan kakap merah. Hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan tidak berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap kadar abu susu kedelai yang dihasilkan.

Berdasarkan uji lanjut Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) diketahui bahwa kadar abu susu kedelai dengan penambahan, sementara kadar abu susu kedelai

dengan penambahan 0,92 g/240 ml, 1,38 g/240 ml dan 1,84 g/240 ml tidak berbeda nyata dengan penambahan ketiganya.

**Kadar Kalsium.** Berdasarkan hasil analisis, kadar kalsium susu kedelai yang dihasilkan berkisar antara 0,024%-0,201%. Semakin besar penambahan kalsium, kadar abu susu kedelai cenderung semakin besar. Hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,01$ ) terhadap kadar kalsium susu kedelai. Berdasarkan uji lanjut Duncan ( $\alpha = 0,01$ ) ditunjukkan bahwa kadar kalsium susu kedelai dengan penambahan tepung tulang ikan sebesar 0,92 g/240 ml tidak berbeda nyata dengan susu kedelai tanpa penambahan, namun kadar kedua susu kedelai tersebut berbeda nyata dengan susu kedelai yang ditambahkan tepung tulang ikan sebesar 1,38 g/240 ml dan 1,84 g/240 ml dan 1,84 g/240 ml.

Kadar kalsium hasil analisis berbeda dengan kadar kalsium yang ditambahkan. Hal ini disebabkan oleh kelarutan tepung tulang yang sangat rendah, jumlah yang ditambahkan relatif sedikit sehingga mempengaruhi homogenitas saat pengambilan sampel. Kadar kalsium produk akhir tidak akan berbeda jauh dengan jumlah kalsium dari tepung tulang ikan yang ditambahkan karena penambahan dilakukan pada tahap akhir pembuatan susu kedelai.

#### Kontribusi Susu Kedelai terhadap Kecukupan Kalsium

Susu kedelai dengan taraf penambahan tepung tulang ikan 1,84 g/240 ml terpilih sebagai susu kedelai terbaik berdasarkan hasil uji kesukaan dan analisis zat gizi. Hasil uji kesukaan menunjukkan bahwa perbedaan taraf penambahan tepung tulang tidak berbeda nyata terhadap daya terima warna, aroma, rasa kekentalan dan penambahan 1,84 g kalsium/240 ml susu kedelai dapat diterima oleh panelis dari segi warna, aroma, rasa, kekentalan, dan tekstur. Selain itu berdasarkan analisis kimia, kandungan gizi susu kedelai tersebut relatif lebih tinggi dibandingkan susu kedelai lainnya.

Kecukupan kalsium yang dianjurkan untuk orang dewasa adalah 800 mg per hari (LIPI 2004). Susu kedelai dengan penambahan tepung tulang ikan sebesar 1,38 g (400 mg kalsium)/240 ml diharapkan dapat memenuhi sekitar 50%-80%



angka kecukupan kalsium untuk berbagai golongan usia.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Pembuatan tepung tulang ikan kakap merah terdiri atas tahap dua tahap utama yaitu ekstraksi protein dan ekstraksi lemak. Kedua tahap tersebut bertujuan untuk meminimalkan kandungan protein dan lemak pada tepung tulang ikan kakap merah.

Penambahan kalsium tulang ikan pada susu kedelai memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap daya terima warna, aroma, rasa, kekentalan, dan penampakan susu kedelai yang dihasilkan.

Kandungan gizi susu kedelai memiliki kecenderungan meningkat dengan semakin besarnya penambahan tepung tulang ikan kakap merah, kecuali kadar air. Penambahan tepung tulang ikan berpengaruh nyata terhadap kadar lemak, abu, kalsium dan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air dan protein.

Susu kedelai dengan taraf penambahan tepung tulang ikan 1,84 g/240 ml terpilih sebagai susu kedelai terbaik, yaitu memiliki daya terima warna, aroma, rasa, kekentalan dan penampakan yang lebih baik dibandingkan dengan susu kedelai lainnya. Selain itu, juga memiliki kandungan gizi yang relatif lebih tinggi. Susu kedelai dengan ketersediaan kalsium sebesar 400 mg/240 ml dapat memenuhi sekitar 50%-80% anjuran kecukupan kalsium untuk berbagai golongan usia.

### Saran

Penambahan kalsium tulang ikan pada produk makanan selama ini masih terbatas dalam bentuk tepung. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kelarutannya sehingga dapat digunakan secara lebih luas pada semua produk makanan terutama untuk minuman.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf dan laboran jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga lainnya yang telah membantu penulis selama penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, F., A.Sulaeman, LKustiyah. 1999. Penuntun Praktikum Pengolahan Pangan Nabati dan Hewani. Diktat Jur. Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, IPB. Bogor : Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Pusapitasari NL, Sedarnawati, Budiyanto S. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB.
- BPS. 1998. Produksi Perikanan Laut yang Dijual di Tempat Pelelangan Ikan. Jakarta : Biro Pusat Statistik.
- Govindan TK. 1985. Fish Processing Technology. New Delhi : Oxford & IBH Publishing.
- [LIPI] Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Prosiding Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII Jakarta 17- 19 Mei 2004. Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi daerah dan Globalisasi. LIPI. Jakarta
- Liu K. 1997. Soybeans Chemistry, Technology and Utilization. New York : Chapman & Hall.
- Murtiningrum. 1997. Ekstraksi kalsium dari tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis L*). Skripsi. Fakultas Teknoloi Pertanian. Bogor : Fakultas Teknoloi Pertanian IPB.
- Shurtleff W, Aoyogi A. 1984. Tofu and Soymilk Production, 2. Lafayette : Soyfood Center.