

TIEN GARTINI WIRIAATMADJA (F5.006). Mempelajari Stabilitas Emulsi Susu Kedelai (Glycine max. MERR). (Di bawah bimbingan Drh. Soewarno Tjokrosoekarto M.Sc. dan Suhadi Hardjo M.Sc.).

#### RINGKASAN

Di dalam penelitian ini susu kedelai dibuat dengan cara penggilingan kering dan penggilingan basah. Penggilingan kering kedelai menggunakan alat "Wiley Mill". Cara basah dilakukan dengan merendam kedelai selama 12 jam kemudian digiling dengan "Waring Blendor".

Kedelai yang digunakan adalah varietas No.945, varietas No. 1248 dan varietas No. 1343.

Dipelajari pengaruh pemanasan pada suhu 65°C, 100°C dan tanpa pemanasan.

Hasil analisa yang diperoleh menunjukkan bahwa varietas kedelai No. 1343 menghasilkan emulsi susu yang lebih stabil dibanding dengan varietas kedelai No. 1248 dan varietas No. 945.

Pengolahan secara basah menghasilkan susu yang lebih stabil daripada pengolahan cara kering. Suhu pemanasan 100°C menyebabkan susu kedelai lebih stabil. Susu kedelai yang disimpan dalam lemari es ternyata lebih stabil dan tetap baik setelah disimpan selama 10 hari. Susu kedelai yang disimpan dalam suhu kamar akan rusak setelah 24 jam disebabkan adanya kontaminasi oleh bakteri laktis.

Susu kedelai yang mempunyai pH antara 4,0 sampai 4,5 menghasilkan endapan tertinggi, sedangkan lebih kecil dari empat atau lebih besar dari enam akan menghasilkan endapan 0,055 sampai 0,12 persen.

**MEMPELAJARI STABILITAS EMULSI SUSU KEDELAI**  
**(Glycine max. MERR)**

. Oleh

**TIEN GARTINI WIRIAATMADJA**  
**F5.006**

1974

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**  
**FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**  
**BOGOR**

MEMPELAJARI STABILITAS EMULSI SUSU KEDELAI  
(Glycine max, MERR)

Oleh  
TIEN GARTINI WIRIAATMADJA  
F5.006

TESIS

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
dari Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

1974  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
BOGOR

MEMPELAJARI STABILITAS EMULSI SUSU KEDELAI  
(Glycine max. MERR)

TESIS

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
dari Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

TIEN GARTINI WIRIAATMAJJA (F5.006)

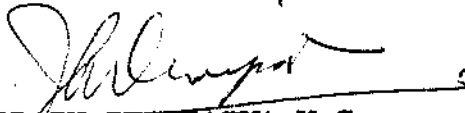
Dilahirkan pada tanggal 11 Nopember 1949  
di Cikareng, Jawa Barat

Disahkan,

Bogor, ...4...7... 1974

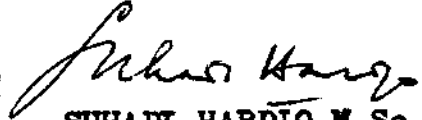
Disetujui,

Bogor, ...9...7... 1974

  
Ir. KRISTIATI DEWIPADMA M.Sc.  
PANITIA PENDIDIKAN SARJANA  
SEKSI TESIS

Drh. SOEWARNO T. SOEKARTO M.Sc.  
DOSEN PEMBIMBING I MINAT UTAMA



  
SUHADI HARDJO M.Sc.  
DOSEN PEMBIMBING II MINAT UTAMA

## KATA PENGANTAR

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penelitian ini dilakukan selama enam bulan di Laboratorium Teknologi Pangan, Baranangsiang dan Laboratorium Veterinary Public Health Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Drh. Soewarno Tjokrosoekarto M.Sc., sebagai Dosen Pembimbing mata-ajaran minat utama.
2. Bapak Suhadi Hardjo M.Sc., sebagai pemeriksa konsep tesis mata-ajaran minat utama.
3. Bapak Direktur Penelitian dan Pengembangan Institut Pertanian Bogor, untuk alokasi dana penelitian PELITA yang telah memberikan biaya untuk pelaksanaan penelitian ini.
4. Bapak Kepala Biro Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Cimanggu, yang telah memberikan fasilitas berupa bahan mentah kedelai, yang telah membimbing dan membantu penulis sehingga tesis yang berjudul Mempelajari Stabilitas Emulsi Susu Kedelai (Glycine max MERR) dapat diselesaikan pada waktunya.

Bogor, Desember 1973

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR LAMPIRAN .....	vi
I. PENDAHULUAN .....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
A. KOMPOSISI KACANG KEDELAI .....	4
B. TEPUNG DAN SUSU KEDELAI .....	7
C. PROTEIN CONCENTRATE DAN ISOLATE KACANG KEDELAI .....	10
D. EMULSI PROTEIN KEDELAI .....	13
III. METODA PENELITIAN .....	16
A. BAHAN .....	16
B. PEMBUATAN SUSU KEDELAI .....	16
C. VARIABEL PERLAKUAN .....	17
D. PENGAMATAN .....	18
E. PENGUKURAN .....	19
IV . HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
A. PENGARUH pH TERHADAP STABILITAS ....	25
B. PENGARUH PENYIMPANAN TERHADAP STABILITAS .....	28
C. SIFAT-SIFAT EMULSI .....	33
D. PENGUKURAN STABILITAS .....	53
V . KESIMPULAN .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	63
LAMPIRAN .....	66

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik hubungan antara persen penguapan dengan pH susu kedelai .....	27
Gambar 2. Grafik hubungan antara pH susu kedelai dengan waktu penyimpanan susu kedelai pada suhu 4°C dan 27°C .....	31
Gambar 3. Grafik hubungan antara jumlah endapan dan waktu penyimpanan susu kedelai pada suhu 27°C .....	34
Gambar 4. Grafik hubungan antara ukuran partikel dengan suhu pemanasan susu kedelai .....	36
Gambar 5. Grafik hubungan antara jumlah partikel dengan suhu pemanasan susu kedelai .....	40
Gambar 6. Grafik hubungan antara kekentalan dan suhu pemanasan susu kedelai pada pengolahan kering dan basah .....	42
Gambar 7. Grafik hubungan antara kadar protein dengan suhu pemanasan, pada penggilingan cara basah .....	46
Gambar 8. Grafik hubungan antara protein yang melapisi partikel dengan suhu pemanasan .....	49
Gambar 9. Grafik hubungan antara jumlah endapan dengan suhu pemanasan pada pengolahan basah dan pada pengolahan kering dari tiga varietas kacang kedelai .....	58



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Hasil rata-rata pengukuran kadar lemak, kadar protein pH, kadar air, berat jenis, kekentalan, jumlah partikel pengendapan, "suspended solid" dan ukuran partikel dari susu kedelai ..... 66

Lampiran 2a. Hasil pengendapan rata-rata susu kedelai dalam bermacam-macam pH ..... 67

Lampiran 2b. Sidik ragam untuk jumlah endapan dalam bermacam-macam pH susu kedelai ..... 68

Lampiran 2c. Uji HSD untuk jumlah endapan dalam bermacam-macam pH susu kedelai ..... 69

Lampiran 3. Hasil rata-rata pengukuran pH dan jumlah endapan susu kedelai yang disimpan pada suhu kamar (27°C) dan suhu lemari es (4°C). 70

Lampiran 3a. Sidik ragam untuk pH pada penyimpanan 4°C dan 27°C. .... 71

Lampiran 3b. Uji HSD untuk pH pada penyimpanan 4°C dan 27°C ..... 71

Lampiran 4a. Sidik ragam untuk jumlah endapan pada penyimpanan 4°C dan 27°C. 72

Lampiran 4b. Uji HSD untuk jumlah endapan pada penyimpanan 4°C dan 27°C ... 72

	halaman
Lampiran 5a. Sidik ragam untuk ukuran partikel .....	73
Lampiran 5b. Uji HSD untuk ukuran partikel.	73
Lampiran 6a. Sidik ragam untuk jumlah partikel .....	75
Lampiran 6b. Uji HSD untuk jumlah partikel.	75
Lampiran 7a. Sidik ragam untuk kekentalan susu kedelai .....	77
Lampiran 7b. Uji HSD untuk kekentalan susu kedelai .....	77
Lampiran 8a. Sidik ragam untuk pH susu kedelai .....	78
Lampiran 8b. Uji HSD untuk pH susu kedelai.	78
Lampiran 9a. Sidik ragam kadar protein susu kedelai .....	79
Lampiran 9b. Uji HSD kadar protein susu kedelai .....	79
Lampiran 10a. Sidik ragam lapisan protein yang melapisi partikel .....	81
Lampiran 10b. Uji HSD lapisan protein yang melapisi partikel .....	81
Lampiran 11 . Sidik ragam untuk berat jenis.	82
Lampiran 12a. Sidik ragam untuk "suspended solid" .....	83
Lampiran 12b. Uji HSD untuk "suspended solid"	83
Lampiran 13 . Sidik ragam kadar air susu kedelai .....	85

	halaman
Lampiran 14a. Sidik ragam kadar lemak susu kedelai .....	86
Lampiran 14b. Uji HSD kadar lemak susu kedelai .....	87
Lampiran 15 . Rata-rata mulai pengendapan dan jumlah pengendapan .....	88
Lampiran 15a. Sidik ragam waktu mulai pengendapan .....	89
Lampiran 15b. Uji HSD waktu mulai pengendapan .....	89
Lampiran 16 . Sidik ragam terhadap jumlah endapan .....	90

## I. PENDAHULUAN

Bagi negara yang sedang berkembang, termasuk Indonesia masalah kekurangan protein merupakan persoalan yang belum teratasi. Kebutuhan yang terus meningkat dan jumlah sumber yang terbatas merupakan salah satu timbulnya penyebab ini.

Salah satu sumber protein yang penting adalah kacang kedelai yang mempunyai kadar protein tinggi yaitu 30 sampai 35 persen dengan nilai hayati tinggi setelah diolah. Penambahan jumlah makanan dari kedelai mempunyai pengaruh yang baik untuk mengatasi kekurangan protein pada bayi, anak-anak atau ibu yang sedang menyusui di daerah pedesaan.

Kacang kedelai (Glycine max MERR) telah lama dikenal sebagai bahan baku makanan atau minuman. Tanaman ini berasal dari Cina bagian Utara, Mancuria dan Korea, yang kemudian menyebar ke negara-negara seperti Jepang, Taiwan, Cina bagian Selatan, Muangthai, India bagian Selatan, Indonesia, Amerika Serikat, Rusia dan sebagainya.

Tanaman ini mendapat perhatian besar diseluruh dunia karena sifat-sifatnya yang menguntungkan seperti halnya nilai gizi yang tinggi untuk dipakai sebagai bahan makanan dan kegunaannya dalam industri. Tanaman ini mempunyai daya penyesuaian yang tinggi, dapat tumbuh di daerah tropis dan sub-tropis, dapat tumbuh di daerah, tanah dan iklim dimana tanaman lain dapat tumbuh.

Indonesia dalam tahun 1964 pernah menduduki tempat ketiga dalam produksi kedelai setelah Cina dan Amerika Serikat. Sekarang negara ini hanya menduduki tempat kelima setelah Amerika, Cina, Brazilia dan Rusia.

Kacang kedelai merupakan sumber bermacam-macam asam amino dan zat lemak sehingga dapat menutupi kekurangan-kekurangan yang terdapat pada makanan pokok bangsa Indonesia.

Di Indonesia telah dikenal bermacam-macam makanan yang terbuat dari kacang kedelai seperti tempe, tahu, tauco, kecap, susu kedelai pernah diproduksi dalam bentuk bubuk yang dikenal sebagai "SARIDELE".

Susu kedelai mempunyai komposisi, sifat-sifat dan nilai gizi yang mendekati susu sapi. Karena itu susu kedelai mempunyai potensi untuk menggantikan peranan susu sapi, untuk daerah-daerah yang sukar mendapatkan susu sapi atau dalam keadaan kesulitan impor susu sapi.

Protein susu kedelai mengandung asam amino seperti susu sapi, kecuali asam amino yang mengandung belerang; oleh karena itu susu kedelai dapat digunakan untuk anak-anak yang tidak tahan terhadap protein hewani atau ibu-ibu yang sedang menyusui. Selain itu susu kedelai mempunyai peranan untuk menggantikan susu sapi dalam berbagai makanan yang terbuat dari susu sapi.

Stabilitas emulsi susu kedelai mempunyai peranan penting dalam penyimpanan, cara penggunaan dan mutu hasil.

Sampai sekarang penelitian tentang makanan yang terbuat dari kedelai seperti "fermented food" telah dilakukan terhadap tempe, tauco, kecap telah banyak diteliti. Demikian pula mengenai susu kedelai, tetapi penelitian yang dilakukan umumnya terhadap mutu dan penyimpanan. Sedangkan mengenai stabilitas emulsi susu kedelai itu sendiri belum diadakan penelitian.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari stabilitas emulsi susu kedelai dari berbagai macam varietas kacang kedelai terhadap pengaruh pemanasan dan cara pengolahan. Dengan demikian diharapkan bahwa dari hasilnya dapat diberikan keterangan teknis dan pedoman penggunaan kedelai sebagai bahan minuman campuran basah.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. KOMPOSISI KACANG KEDELAI

Menurut klasifikasi botani kacang kedelai termasuk famili Leguminoseae, sub famili Papiloneidae Genus Glycine dan species max.

Kacang kedelai banyak digunakan sebagai bahan makanan karena mempunyai nilai gizi dalam jumlah dan mutu tinggi. Kacang kedelai mempunyai protein dan lemak yang bermutu tinggi di samping terdapatnya vitamin-vitamin dan mineral-mineral yang cukup banyak. Sebagai sumber karbohidrat kedelai kurang penting artinya karena sebagian besar karbohidrat terdapat dalam bentuk polysaccharida tinggi, sehingga tidak mudah dicerna oleh tubuh manusia (SMITH dan CIRCLE, 1972).

#### 1. Protein Kedelai

Kandungan kedelai yang terpenting adalah protein. Jumlah protein di dalam kacang kedelai bervariasi menurut varietas kedelai, kesuburan tanah, cuaca dan umur sewaktu dipanen (KIRK dan OTHMER, 1954; LUBIS, 1965).

Protein kedelai mengandung 85 - 95 persen globulin sedangkan sisanya adalah albumin, proteose, prolamin dan glutelin. Globulin mengandung 78,5 glycinin, 21,5 persen phaseolin. Albumin mengandung 78,5 legumelin. Glycinin dan legumelin

penting peranannya di dalam protein kedelai karena sebagian besar terdiri dari asam amino essensial.

Protein kedelai mengandung asam-asam amino lengkap, tetapi dibandingkan dengan protein hewani mempunyai kekurangan karena terlalu rendahnya asam-asam amino yang mengandung belerang yaitu methionin dan cystein (SMITH dan CIRCLE, 1972).

## 2. Lemak Kedelai

Kacang kedelai mempunyai lemak dengan nilai gizi tinggi karena mengandung asam-asam lemak tak jenuh yaitu asam linoleat dan linolenat. Asam-asam lemak ini dapat mencegah timbulnya "Atherosclerosis" yaitu penyumbatan pada pembuluh nadi (PRAWIRANEGARA, 1964).

Kacang kedelai mengandung phospholipid yaitu lemak yang mengandung gugusan phosphor dan nitrogen seperti lecithin dan cephalin. Lecithin terdapat di dalam kacang kedelai sebanyak dua persen. Lecithin adalah phospholipid, yang merupakan zat pengemulsi alami (SMITH dan CIRCLE, 1972).

## 3. Karbohidrat Kacang Kedelai

Sebagai sumber karbohidrat kacang kedelai kurang penting artinya, karena sebagian besar terdiri dari polysaccharida tinggi yang sukar dicerna oleh tubuh manusia. Sedangkan pati dan gula heksosa sangat sedikit, oleh karena itu di dalam pengolahan kacang kedelai



biasanya ampas kedelai dipisahkan terlebih dahulu dengan cara penyaringan karena ampas ini sebagian besar adalah sellulosa.

### 3. Vitamin dan Mineral

Kacang kedelai penting artinya sebagai sumber vitamin A, B, C, D dan K. Kacang kedelai yang sedang berkecambah mengandung banyak vitamin C.

Salah satu mineral yang penting adalah besi (Fe) yang terdapat dalam bentuk yang langsung dapat digunakan pembentukan hemoglobin darah (SMITH DAN CIRCLE, 1972).

### 4. Bahan-Bahan Kompleks Lainnya

Kecang kedelai mengandung enzim-enzim yang mana dalam pengolahan selanjutnya perlu mendapat perhatian khusus yaitu urease, lipoxidase dan beberapa enzim lainnya seperti anti enzim yaitu anti tripsin.

Lipoxidase dapat menimbulkan bau tertentu dalam pengolahan kedelai, sedangkan anti tripsin dapat menghambat bekerjanya enzim pencerna di dalam tubuh, yaitu tripsin (KIRK dan OTHMER, 1954; SMITH dan CIRCLE, 1972).

## B. TEPUNG DAN SUSU KEDELAI

### 1. Tepung Kedelai

Tepung kedelai adalah hasil akhir dari "full fat cotyledon" atau "defatted flakes", 97 persen hasilnya dapat melalui standar saringan 40 mesh. Sifat fisik dan kimia tepung kedelai mirip dengan susu skim.

Tepung kedelai mempunyai sifat-sifat seperti pengemulsi, menstabilkan emulsi mengikat lemak, mengikat air, membantu membentuk gel, pembentuk adonan, mempunyai sifat kohesi, adhesi dan elastisitas yang baik sehingga dengan demikian tepung kedelai dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan dalam berbagai jenis makanan seperti dalam pembuatan roti, "doughnut", daging buatan, tahu kering, "whipped toppings" dan "frozen dessert" (WOLF dan COWAN, 1971).

Tepung kedelai terdiri dari "defatted soy flour", "full fat soy flour", "low fat soy flour" dan "lecithinated soy flour".

"Defatted flour" diperoleh dengan ekstraksi hexan; "flake" dan ekstraktor mengandung hexan sebanyak 30,0 persen. Hexan dipindahkan dengan menggunakan "snecken system" atau "flash desolventizer" atau dengan "vapor desolventizer".

"Flake" setelah dihilangkan hexannya kemudian

Tabel 1. Komposisi beberapa macam tepung kedelai.+)

	Kadar				
	Protein (%)	air (%)	Lemak (%)	Serat (%)	Abu (%)
Soybean	42,6	11,0	20,0	5,3	5,0
Full fat soy flour	46,6	5,0	22,1	2,1	5,2
Defatted soy flour	59,0	7,0	0,9	2,6	5,4
Lecithinated flour	48,6	5,5	2,2	2,2	5,3

+ ) SMITH dan CIRCLE (1972).

di masak dengan suhu 200 - 212<sup>0</sup>F untuk menurunkan kadar air sampai 18 persen. Setelah kadar air 18 persen "flake" kemudian dimasak sambil diaduk dengan suhu 250 - 290<sup>0</sup>F, selanjutnya didinginkan dan kemudian disaring dengan ukuran yang telah ditentukan.

Untuk mendapatkan tepung dengan kandungan lemak rendah, dilakukan pencampuran "full fat flour" dengan "defatted flour" atau dengan menambahkan lemak ke dalam "defatted flour".

"Full fat flour" didapat dengan cara menguapkan kedelai untuk menginaktifkan lipoxidase yang menyebabkan bau kedelai, kemudian dikeringkan hingga kadar air 5 persen. Selanjutnya digiling dan disaring (SMITH dan CIRCLE, 1972).

## 2. Susu Kedelai

Protein susu kedelai mempunyai susunan asam amino yang mendekati susu sapi, sehingga dengan demikian

susu kedelai dapat digunakan sebagai pengganti susu sapi atau susu ibu atau bagi mereka yang bersifat alergis terhadap protein hewani (SMITH dan CIRCLE, 1972).

Selama ini dikenal dua bentuk susu kedelai yaitu bentuk cairan dan bentuk bubuk. Pada dasarnya pembuatannya adalah sama, untuk susu bubuk dilingkarkan dengan menggunakan alat "spray drier". Tahap tahap pembuatannya terdiri dari perendaman, penggilingan, penyaringan dan pemasakan.

Perendaman kacang kedelai mempengaruhi mutu susu yang dihasilkan misalnya seperti mengurangi bau dan mempertinggi kadar protein. Perendaman yang terlalu lama akan mengurangi nilai gizi hal ini karena bahan padat yang terlarut di dalam air perendaman akan bertambah banyak.

Pemanasan akan mengurangi pengaruh negatif dari zat anti tripsin, tetapi pemanasan pada suhu yang terlalu tinggi akan mengurangi nilai gizi. Hal ini disebabkan karena pada suhu tinggi asam-asam amino seperti lysine dan cysteine dapat membentuk ikatan-ikatan baru yang lebih sukar dicerna (SUHADI HARDJO, 1964).

Penghancuran kedelai dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara penggilingan basah dan cara penggilingan kering. Penghancuran dengan cara kering di



dalam alat penggiling yang bekerja terus-menerus memungkinkan terjadinya denaturasi protein disebabkan oleh panas yang timbul dari gesekan alat. (CIRCLE, 1950).

Pada penghancuran kacang kedelai secara basah, biasanya kedelai direndam dahulu dan proses ini lebih efektif di dalam menaikkan jumlah kelarutan protein kedelai di dalam air.

Penggilingan kacang kedelai biasanya dilakukan dengan cara menambahkan air. Air yang ditambahkan kira-kira sebanyak sepuluh bagian dari berat kedelai kering (AMAN, 1972).

"Slurry" yang dihasilkan kemudian disaring dan selanjutnya dimasak sebelum dipanum. pH susu kedelai yang dikehendaki mendekati pH susu sapi yaitu kurang lebih 6,8.

Kekentalan susu kedelai tergantung kepada jumlah protein. Jika protein susu kedelai lebih besar dari 7 persen, maka susu akan menjadi kental dan kemudian membentuk gel. Pembentukan gel terjadi apabila susu dipanaskan sampai suhu 70 - 100°C selama 10 - 30 menit (WOLF, 1970).

## C. "PROTEIN CONCENTRATE" DAN "ISOLATE" KACANG KEDELAJ

### 1. Protein Concentrate Kacang Kedelai

Protein concentrate kacang kedelai adalah hasil pengolahan kedelai yang mempunyai kadar protein kira-

kira sebanyak 70 persen, setelah lemak dan komponen yang bukan protein dipisahkan.

"Protein concentrate" kedelai digunakan dalam pembuatan makanan sama seperti tepung kedelai, tetapi lebih menguntungkan karena mempunyai "flavor" yang lebih halus, warna yang lebih terang dan kandungan protein lebih tinggi (SMITH dan GIRCLE, 1972).

Dalam pembuatan "protein concentrate" ada tiga proses yang digunakan untuk memisahkan zat-zat yang tidak larut dari yang larut.

Pertama ekstraksi dilakukan terhadap zat-zat yang bukan protein dengan menggunakan larutan alkohol. Protein dan polisaccharida tidak larut dan dipisahkan dari zat pelarutnya, kemudian dikeringkan untuk mendapatkan "concentrate".

Cara yang kedua adalah menggunakan asam pada pH 4,9. Protein akan mengendap, endapan yang terbentuk dinetralkan pH-nya, kemudian dikeringkan untuk mendapatkan "concentrate".

Cara yang ketiga menggunakan panas untuk mengendapkan protein.

Hasil yang mempunyai nilai "Nitrogen Soluble Index" (NSI) tinggi lebih baik jika NSI rendah, dalam penggunaan untuk emulsifier dan pengikat air.

## 2. "Protein Isolate"

"Protein isolate" adalah hasil pengolahan kedelai dengan kandungan protein 90,0 persen "Protein isolate" dapat dibuat dari "full fat soybean". Hasilnya akan mengandung lemak dengan jumlah berbeda-beda (SMITH dan CIRCLE, 1972).

Proses ini lebih menguntungkan karena tidak ada ekstraksi dengan hexan, tetapi penggunaannya untuk bahan makanan terbatas karena adanya lemak yang tersisa (SMITH dan CIRCLE, 1972).

"Protein isolate" digunakan sebagai emulsifier, zat pengikat dan stabilizer, dalam pembentukan "pudding" digunakan untuk mengentalkan dan sebagai "suspending agent" (SMITH dan CIRCLE, 1972).

"Defatted flake" atau tepung kedelai dengan kelarutan protein tinggi, diekstraksi dengan larutan alkali pada pH 7,0 - 9,0 dan pada suhu 50 - 55°C.

Pemisahan zat-zat yang larut dengan zat yang tidak larut dilakukan dengan penyaringan atau sentrifuse. Zat-zat yang larut kemudian diendapkan oleh asam pada pH 4,5 pada suhu lebih rendah dari 60°C. Endapan yang terbentuk kemudian disaring dan dicuci selanjutnya dinetralkan dengan larutan alkali sehingga terbentuk garam proteinat. Endapan yang terbentuk tanpa dinetralkan, dikeringkan dalam oven. Garam-



garam proteinat dikeringkan dengan menggunakan alat "spray drier" (SMITH dan CIRCLE, 1972, COGAN et al., 1967).

#### D. EMULSI PROTEIN KEDELAI

Emulsi adalah suatu dispersi koloid dari suatu cairan yang tidak dapat bersatu dengan cairan lainnya. Suatu emulsi dikatakan stabil apabila partikel-partikel yang terdispersi tidak atau sedikit mempunyai kecenderungan untuk bersatu sehingga membentuk suatu lapisan yang terpisah. Kestabilan emulsi tergantung kepada macam emulsi, lama penyimpanan dan pemanasan. Kestabilan emulsi dapat dirusak oleh adanya pemanasan, pendinginan dan sentrifuse (MARON dan PRUTON, 1959).

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kestabilan emulsi adalah adanya zat pengemulsi, banyaknya zat pengemulsi, besar partikel emulsi, suhu pemanasan, alkohol, sentrifuse.

Protein kedelai penting artinya dalam pembentukan emulsi, protein kedelai akan membantu pembentukan emulsi minyak-air, karena protein kedelai akan berkumpul di antara minyak dan air dan akan menurunkan tegangan permukaan sehingga emulsi dapat terbentuk dengan mudah (SMITH dan CIRCLE, 1972).





Protein kedelai mempunyai sifat-sifat seperti pembentuk emulsi, menstabilkan emulsi, pengikat lemak, pengikat air, membantu pembentukan gel dan sebagainya (WOLF dan COWAN, 1971).

Lemak susu sapi terdiri dari gliserol-gliserida dan beberapa asam lemak. Selain itu juga terdapat phospholipid seperti lecithin dan cephalin yang berfungsi sebagai zat pengemulsi. Emulsi susu sapi merupakan emulsi alami yang distabilkan oleh protein (COMB dan MACY, 1951).

GORTNER dan GORTNER (1950) telah diperkuat oleh CONTAROW dan SCHEPART (1967), membagi tiga tahap proses pengumpulan protein sebagai berikut, tahap denaturasi yaitu perubahan susunan molekuler, tahap flokulasi dan tahap koagulasi. Protein yang terdenaturasi akan mengalami perubahan kimia, fisik dan biologis.

Perubahan kimia menyebabkan berkurangnya kelarutan protein, sedangkan perubahan fisik menyebabkan pecahnya ikatan struktur asal pada denaturasi protein disertai dengan adanya perubahan kekentalan dari larutan (FIESER dan FIESER, 1957).

ANDERSON (1958), menguraikan bahwa larutan koloid protein dalam suasana basa akan bermuatan negatif, sedangkan dalam suasana asam akan bermuatan positif. Apabila muatan negatif dan positif sama banyak, maka



protein ini netral. Apabila mantel airnya dihilangkan maka protein tersebut akan menggumpal. Dalam suasana asam atau basa, penghilangan mantel air akan membentuk suatu suspensi yang bermuatan positif atau negatif. Selanjutnya adanya sentrifuse akan menyebabkan terjadinya pengendapan. Protein mempunyai sifat menstabilkan emulsi oleh karena itu denaturasi protein mempengaruhi kestabilan emulsi.

Muatan elektrolit akan mempengaruhi kestabilan emulsi. Pemanasan akan menyebabkan berkurangnya kelarutan protein baik dalam air maupun dalam larutan garam. Apabila jumlah protein yang terdispersi lebih dari 7 persen, pemanasan pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 10 sampai 30 menit akan menyebabkan terbentuknya gel. Gel akan pecah apabila dipanaskan pada suhu  $125^{\circ}\text{C}$ .



### III. METODA PENELITIAN

#### A. BAHAN

Bahan yang digunakan untuk penelitian kacang kedelai diperoleh dari Lembaga Pusat Penelitian Pertanian di Cimanggu. Tiga varietas kacang kedelai yaitu varietas no. 945, varietas no. 1343 dan varietas no. 1248.

#### B. PEMBUATAN SUSU KEDELAI

##### 1. Cara Basah

Kacang kedelai direndam selama 12 jam, kemudian digiling secara basah dengan perbandingan air sebagai 1 : 10 terhadap berat kering kedelai. Hasil penggilingan yang merupakan campuran kedelai dan air dinamakan "slurry". "Slurry" kemudian disaring.

##### 2. Cara Kering

Kacang kedelai dikeringkan dalam oven dengan suhu 40°C selama satu jam untuk memudahkan penggilingan, Selanjutnya kacang kedelai digiling dengan "Wiley mill". Penggilingan dilakukan dalam dua tahap. Pertama penggilingan dilakukan untuk memecahkan kedelai guna pembuangan kulit biji, selanjutnya penggilingan dilakukan untuk memperoleh tepung kedelai. Tepung kedelai yang terbentuk dihomogeni-



sasikan dengan menggunakan "Waring Blendor", dengan penambahan air 1 : 10 terhadap berat air.

"Slurry" terbentuk dan kemudian disaring.

### C. VARIABEL PERLAKUAN

#### 1. Bahan

Untuk mempelajari pengaruh varietas digunakan tiga varietas kacang kedelai, yaitu no. 945 dengan kandungan protein 36,12 persen, warna biji kuning, bentuk bulat, mempunyai berat 120 gram per 1000 butir. Varietas no. 1248, dengan kandungan protein 37,90 persen, warna biji kuning, bentuk gepeng, mempunyai berat 120 - 160 gram per 1000 butir. Varietas no. 1343 dengan kandungan protein 35,92 persen, warna biji kuning, bentuk bulat, mempunyai berat 140 gram per 1000 butir.

#### 2. Macam Cara Pembuatan

Susu kedelai dibuat dengan cara penggilingan basah dan penggilingan kering.

#### 3. Suhu Pemanasan

Untuk mempelajari pengaruh suhu pemanasan digunakan suhu 30, 65 dan 100°C.

#### 4. PH

Untuk mempelajari pengaruh pH digunakan 10 macam pH dari 3,5 sampai 8,0 yaitu dengan cara penam-

## 4. pH

Untuk mempelajari pengaruh pH digunakan 10 macam pH dari 3,5 sampai 8,0 yaitu dengan cara penambahan asam chlorida atau NaOH 0,1 N.

## 5. Waktu Penyimpanan

Untuk melihat ketahanan emulsi dilakukan penyimpanan dan setelah 0,2; 4,0; 6,0; 8,0 dan 10 hari diamati terhadap pH dan jumlah endapan yang terbentuk.

## D. PENGAMATAN

## 1. Penghitungan Jumlah Emulsi Susu Kedelai

Jumlah emulsi susu kedelai dihitung dengan menggunakan ruang hitung "Petrof Hauser". Susu kedelai diencerkan sampai  $10^{-6}$ , kemudian satu tetes susu yang telah diencerkan diletakkan di atas ruang hitung dan ditutup dengan "cover glass", selanjutnya dilihat dengan mikroskop dengan pembesaran 45 kali. Volume satu kotak ruang hitung adalah :

$$0,05 \times 0,05 \times 0,2 \text{ mm}^3 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^3 = 5 \cdot 10^{-7} \text{ ml}$$

$$\text{Dalam 1 ml terdapat } \frac{1}{5 \cdot 10^{-7}} \times Y$$

$\bar{Y}$  = Jumlah rata-rata partikel tiap kotak.

### 3. Menghitung Tebal Lapisan Protein

Jumlah protein yang mengelilingi partikel sama dengan jumlah protein dikurangi jumlah protein yang larut, dibagi jumlah partikel.

$$\text{Tebal lapisan protein} = \frac{\text{banyaknya protein}}{\text{luas partikel}}$$

### 4. Kriteria Stabilitas

Dilakukan pengukuran terhadap pengendapan dengan metoda sentrifuse. Sentrifuse dilakukan dengan alat "Dynac Centrifuge".

## E. PENGUKURAN

### 1. Mengukur Besar Partikel

Besar partikel diukur dengan menggunakan mikroskop dengan bantuan mikrometer okuler dan mikrometer objektip. Mikrometer objektip mempunyai skala dengan ukuran mikron. Mikrometer okuler mempunyai skala tetapi belum diketahui ukurannya.

Dengan bantuan mikrometer objektip dilakukan peneraan terhadap mikrometer okuler, yaitu dengan cara menghimpitkan skala mikrometer objektip dengan mikrometer okuler. Satu mikron dalam mikrometer objektip sama dengan 30 skala dalam mikrometer okuler. Satu skala okuler sama dengan satu per tigapuluh mikron.

Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap besar partikel susu kedelai dengan menggunakan mikroskop dengan pembesaran sama dengan pembesaran waktu peneraan okuler.

## 2. Penetapan Kadar Protein

Kadar protein ditetapkan dengan 0,05 - 0,1 gr susu kedelai dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 ml dan ditambahkan kurang lebih 1 gr  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan terusi sebagai katalis. Kemudian ditambahkan 2,5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Labu Kjeldahl dipanaskan kurang lebih 30 menit sampai semua karbon hilang dan diperoleh campuran berwarna kuning sampai hijau. Kemudian labu didinginkan, lalu ditambahkan 35 ml air destilasi dan 5,0 gr NaOH pekat, selanjutnya dihubungkan dengan kondensor udara (pendingin). Ujung pipa pendingin direndam dalam asam yang diketahui volume titernya yaitu HCl 0,02 N sebanyak 25 ml selama 20 menit.

Larutan asam dilepaskan dari pendingin dan pendingin dibilas dengan air destilata. Larutan dititer dengan NaOH 0,02 N dengan indikator biru methyl.

Dibuat blanko, 25 ml HCl 0,02 N ditambah biru methyl dan dititer dengan NaOH 0,02 N.

$$a = \frac{(b-c) \times d \times 0,014}{e} \times 100\% \cdot$$

dimana : a = jumlah Nitrogen

b = ml blanko

c = titer NaOH

e = gram contoh

Kadar protein = 6,25 x a.

## 2. Pengukuran Kekentalan

Alat yang digunakan ialah viskosimeter

"Stromer" model No.61186 dan viskosimeter "Hoppler precision" model HV 303. Pengukuran dengan alat viskosimeter "Stromer" pada prinsipnya menentukan kekentalan berdasarkan perbandingan yang dibutuhkan untuk berputar 100 kali putaran alat tersebut di dalam susu kedelai. Sebagai pembanding digunakan air destilasi pada suhu yang sama yaitu 20°C.

Menentukan kekentalan dengan alat viskosimeter "Hoppler precision" ialah menentukan kekentalan secara absolut (dalam sentipoise) akan tetapi apabila susu kedelai ditentukan dalam alat ini maka akan timbul kesukaran dalam pengerjaannya sebab susu kedelai keruh dan kental sehingga sukar untuk diamati bola yang ada di dalamnya. Untuk menentukan kekentalan absolut susu kedelai dihomogenkan dan ditentukan kekentalannya dengan alat pertama.



Kemudian air destilata dengan suhu  $20^{\circ}\text{C}$  diukur kekentalannya. Kekentalan absolut dapat dihitung dengan cara membandingkan waktu yang dicatat pada susu kedelai dengan air destilasi memakai alat pertama, dikalikan dengan kekentalan absolut pada alat kedua.

### 3. Penentuan Berat Jenis

Susu kedelai dimasukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml setinggi tiga perempatnya, kemudian dimasukkan laktodensimeter, ditekan sampai ke dasar, baru dilepas. Berat jenis dapat langsung dibaca dalam skala.

### 4. Penentuan "Suspended Solid"

Padatan yang tersuspensi di dalam susu kedelai diukur dengan menggunakan "pocket refractometer". Angka "suspended solid" dapat langsung dibaca dalam skala persen.

### 5. Pengukuran Kadar Air

Kadar air ditetapkan dengan cara destilasi xylol. Ke dalam labu 300 ml yang kering dimasukkan 5 sampai 10 gram contoh dari 200 ml xylol, ditambahkan batu didih. Di atas labu dipasang "aufhauser" dengan pendingin tegak.

Labu dipanaskan dengan penangas listrik suhu tinggi kurang lebih satu jam sampai semua air dilepaskan dari contoh yang terkumpul dalam "aufhauser". Kemudian dibiarkan dingin dan dibersihkan dengan bulu ayam.

$$a = \frac{b}{c} \times 100\%$$

dimana : a = kadar air

b = ml pembacaan

c = gram contoh

## 7. Kadar Lemak

Penetapan kadar lemak dilakukan dengan metoda Gerber dengan menggunakan alat "butyrometer". 10 ml  $H_2SO_4$  pekat dimasukkan ke dalam "butyrometer" kemudian dimasukkan susu kedelai sebanyak 11 ml dengan menggunakan pipet khusus dialirkan melalui dinding. Kemudian ditambahkan 1 ml amyl alkohol.

Selanjutnya disumbat dengan sumbat karet dan dibungkus dengan lap, dikocok menurut angka delapan selama 5 menit, kemudian dimasukkan ke dalam penangas air selama 5 menit pada suhu  $60 - 70^{\circ}C$ . Setelah itu kemudian disentrifuse selama 3 menit dengan kecepatan 1.200 rpm. Selanjutnya dimasukkan lagi ke dalam penangas

selama 5 menit, dibiarkan selama 5 menit. Kadar lemak dapat langsung dibaca dalam skala.

### 8. Penentuan pH

Penentuan pH dilakukan dengan pH meter "Beckman" SS-3. Angka pH dapat dibaca langsung pada skala.

Rancangan percobaan yang dilakukan untuk menganalisa hasil-hasil pengukuran ialah Rancangan Acak Lengkap dengan percobaan faktorial.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. PENGARUH pH TERHADAP STABILITAS

Pada Lampiran 2a terlihat bahwa pH susu kedelai lebih kecil dari 6,5 akan menghasilkan jumlah endapan yang lebih besar, tetapi pada pH 3,5 jumlah endapan bertambah kecil. Ternyata jumlah endapan susu kedelai tertinggi pada pH 4,5. Hal ini disebabkan pada pH 4,2 - 4,6 merupakan daerah isoelektris protein kedelai.

Dari hasil analisa sidik ragam ternyata interaksi antara pH dan suhu pemanasan ke susu kedelai terhadap jumlah endapan adalah berbeda nyata (Lampiran 2a).

Suhu pemanasan berpengaruh nyata terhadap jumlah endapan yang dihasilkan, dari Gambar 1 terlihat bahwa pada pH yang sama suhu pemanasan mempengaruhi jumlah endapan yang terbentuk. Hal ini disebabkan bertambahnya suhu pemanasan mengakibatkan dispersi partikel-partikel susu kedelai menjadi lebih baik (LOWE, 1955).

pH susu kedelai berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah endapan yang terbentuk. Penambahan asam menyebabkan berkurangnya tingkat dispersi. Pengaruh asam terhadap protein tergantung kepada pH yang berhubungan dengan titik isoelektris protein.

Protein kedelai sebagian besar adalah globulin. Globulin tidak larut dalam air pada daerah isoelektris,

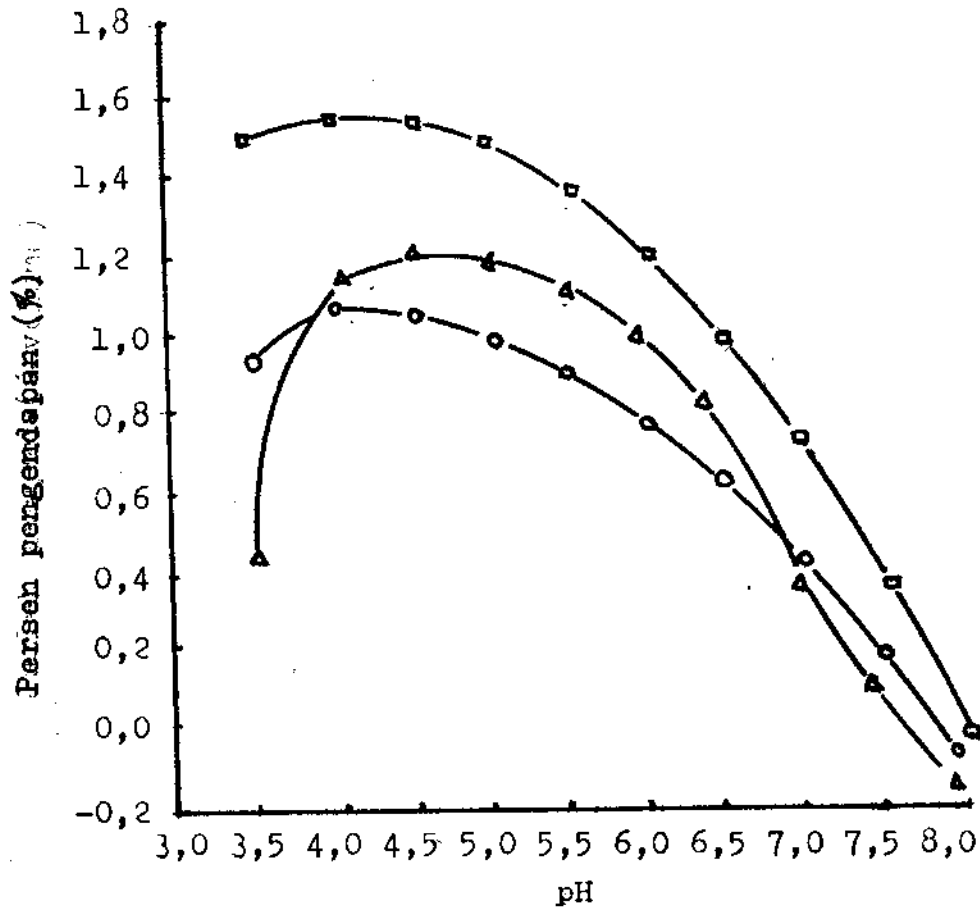
tetapi di atas atau di bawah isoelektris globulin juga dapat larut dalam air tanpa penambahan garam. Di daerah isoelektris protein kedelai tidak bermuatan, sehingga partikel-partikel susu kedelai akan bersatu menjadi lebih besar dan akhirnya mengendap.

Dalam Gambar 1 terlihat bahwa bertambah besar pH akan menghasilkan jumlah endapan kecil, hal ini disebabkan karena penambahan alkali akan menambah zat yang terekstrak 5 - 10 persen. Tetapi penambahan asam menyebabkan kelarutan protein berkurang. Selanjutnya penambahan asam menyebabkan larut kembali protein di bawah titik isoelektris.

NAKIJAMA (1937), menemukan titik isoelektrik glicinin adalah pada pH 5,32 sedangkan HORVARTH (1936) mengatakan bahwa titik isoelektrik glicinin adalah pada pH 5,6. Titik isoelektrik untuk seluruh protein kedelai pada pH 4,1 (CIRCLE, 1950). Titik isoelektrik glicinin adalah lebih tinggi daripada legumelin. (SMITH dan CIRCLE, 1972).

Pada pH lebih kecil dari 4,0 dan lebih besar dari 6,0 jumlah endapan yang didapat karena sentrifuse dan penambahan alkohol 1 : 0,5 dari jumlah volume adalah kecil yaitu 0,055 dan 0,120 persen. Hal ini disebabkan karena pada pH lebih kecil dari titik isoelektrik protein bermuatan positif, pada pH lebih besar dari titik isoelektrik protein kedelai bermuatan





- suhu 30°C:  $Y = 1,5019 + 0,0891 x - 0,0269 x^2$  ( $R = 0,5291$ )
- suhu 65°C:  $Y = 0,9969 + 0,0635 x - 0,0182 x^2$  ( $R = 0,5338$ )
- ▲- suhu 100°C:  $Y = 0,5448 + 0,3245 x - 0,0446 x^2$  ( $R = 0,3461$ )

Gambar 1. Grafik hubungan antara persen pengendapan dengan pH susu kedelai.

negatif dan masing-masing partikel dilapisi oleh mantel air. Adanya sentrifuse hanya akan menghilangkan mantel airnya, partikel-partikel tersebut masih bermuatan. Partikel-partikel yang bermuatan sama ini akan saling tolak-menolak sehingga kemungkinan bersatunya partikel-partikel itu sangat kecil (ANDERSON, 1958; CATAROW dan SCHEPARTZ, 1967).

pH di dalam stabilitas emulsi susu kedelai akan berpengaruh sekali terhadap protein yang melapisi butir-butir lemak. Oleh karena itu pembuatan contoh yang akan diuji harus pada pH yang seragam yaitu pada pH 6,4 - 6,5.

## B. PENGARUH PENYIMPANAN TERHADAP STABILITAS

### 1. pH

Dari hasil analisa sidik ragam (Lampiran 3a) ternyata interaksi antara suhu penyimpanan dan waktu penyimpanan berbeda nyata terhadap pH. Oleh karena itu harus ditinjau dari kedua faktor tersebut.

Suhu penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap susu kedelai. Dari Lampiran 3 terlihat bahwa susu kedelai yang disimpan dalam lemari es dengan suhu 4°C mengalami penurunan pH lebih kecil daripada susu kedelai yang disimpan dalam suhu kamar (27°C).

Dari hasil pengujian HSD ternyata pH susu kedelai yang disimpan pada suhu kamar ( $27^{\circ}\text{C}$ ) adalah sangat nyata. Hal ini disebabkan karena susu kedelai merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba, karena kadar airnya tinggi, mempunyai pH netral dan sebagian besar susu kedelai terdiri dari protein, lemak dan karbohidrat, sehingga apabila disimpan dalam suhu kamar dalam waktu yang singkat akan timbul kerusakan (TAN, 1950).

Pada umumnya macam mikroba yang berkembang dalam susu kedelai adalah jasad renik pembentuk asam, gas dan "putrefiers". Penurunan pH disebabkan adanya jasad renik pembentuk asam dalam hal ini mungkin disebabkan terjadinya fermentasi bakteri laktis seperti Streptococcus laktis. Dalam susu kedelai mikroba akan bereaksi dengan gula dan akan menghasilkan alkohol dan asam organik. Protein akan menggumpal disertai bau busuk karena terbentuknya senyawa-senyawa hasil dekomposisi protein (TAN, 1950).

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa susu kedelai yang disimpan pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  waktu penyimpanan sampai hari keempat memperlihatkan penurunan pH yang tidak berarti. Penurunan pH pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  disebabkan oleh karena terbentuknya asam oleh bakteri proteolitik yang membentuk asam (FRAZIER, 1958).

Dari hasil pengujian statistik ternyata waktu penyimpanan berbeda sangat nyata terhadap pH susu



kedelai. Dari hasil pengujian HSD ternyata susu kedelai yang disimpan pada suhu kamar ( $27^{\circ}\text{C}$ ) pada hari ke 0, 2, 6, 8 dan 10 adalah sangat berbeda nyata.

Dari Lampiran 3 terlihat bahwa susu kedelai yang disimpan pada suhu kamar ( $27^{\circ}\text{C}$ ) mengalami penurunan pH setelah 24 jam. Hal ini disebabkan karena terbentuknya asam oleh bakteri pembentuk asam. Pada hari ke dua penurunan pH lebih besar daripada hari-hari berikutnya. Hal ini mungkin disebabkan oleh karena bakteri pembentuk asam yang terdapat dalam susu kedelai tidak tahan terhadap jumlah asam yang terlalu tinggi.

Dari Lampiran 3, terlihat pula bahwa pada hari ke 8, pH mempunyai kecenderungan naik dari 5,78 menjadi 5,82; demikian pula dengan hari ke 10. Hal ini disebabkan asam yang terbentuk akibat fermentasi susu kedelai oleh bakteri-bakteri tidak dapat mencegah terjadinya fermentasi yang disebabkan oleh bakteri proteolitik, sehingga keasaman berkurang karena dinetralkan oleh adanya senyawa-senyawa hasil dekomposisi protein (TAN, 1950; FRAZIER, 1958).

## 2. Jumlah Endapan

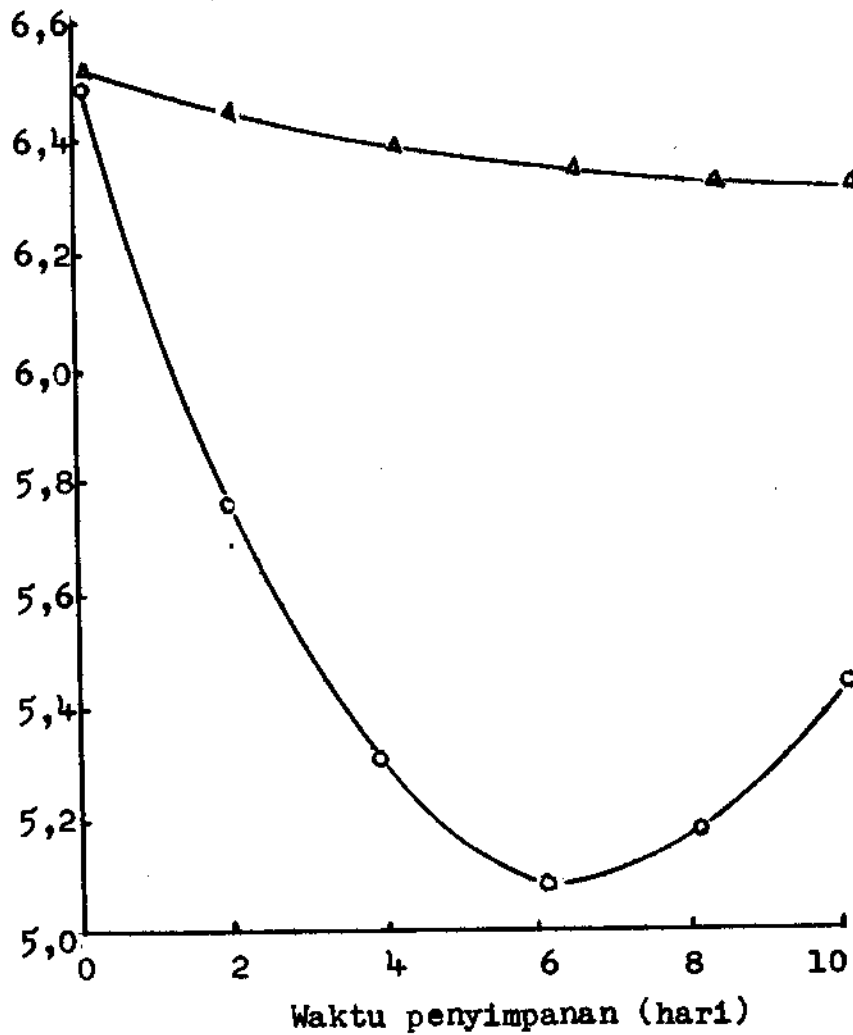
Hasil analisa statistik memperlihatkan bahwa interaksi antara suhu dan waktu penyimpanan adalah berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah endapan yang terbentuk (Lampiran 4a).

$$\text{suhu } 4^{\circ}\text{C} : Y = 6,452 - 0,0017 x - 0,0024 x^2$$

$$R = 0,830$$

$$\text{suhu } 27^{\circ}\text{C} : Y = 6,452 - 0,7426 x - 0,106 x^2$$

$$R = 0,9776$$



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu penyimpanan pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  dan  $27^{\circ}\text{C}$  dengan pH susu kedelai.

Suhu penyimpanan yaitu suhu kamar ( $27^{\circ}\text{C}$ ) dan suhu lemari es ( $4^{\circ}\text{C}$ ) sangat nyata bedanya dalam jumlah pembentukan endapan. Hal ini disebabkan karena penurunan pH akibat terbentuknya asam yang disebabkan oleh mikroba pembentuk asam. Jadi pH sangat berpengaruh terhadap jumlah endapan yang terbentuk.

Dari hasil uji HSD ternyata kedua suhu penyimpanan berpengaruh sangat nyata (Lampiran 4b). Bertambahnya asam atau bertambah kecilnya pH akan menyebabkan kelarutan protein berkurang sehingga adanya sentrifuse akan mempermudah terjadinya pengendapan.

Waktu penyimpanan juga sangat nyata pengaruhnya terhadap jumlah endapan yang terbentuk. Hal ini disebabkan karena bertambahnya asam di dalam susu kedelai yang mempengaruhi susu tersebut akibat terjadinya fermentasi di dalam susu tersebut.

Menurut TAN (1950), penurunan terjadi karena bertambahnya bakteri cepat dalam susu kedelai yang disimpan pada suhu kamar ( $27^{\circ}\text{C}$ ), disebabkan adanya kontaminasi dari bakteri laktis.

Dari hasil pengujian HSD ternyata waktu penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah endapan. Pada suhu  $27^{\circ}\text{C}$  hari ke 0 sangat berbeda nyata dengan hari ke 2, 4, 6, 8 dan 10.

Lampiran 2 memperlihatkan bahwa setekah hari ke 8, jumlah endapan mempunyai kecenderungan untuk naik sesuai dengan pH susu kedelai.

Lampiran 2 memperlihatkan bahwa setelah hari ke 8, jumlah endapan mempunyai kecenderungan untuk naik sesuai dengan pH susu kedelai.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa jumlah endapan mulai menurun lagi pada hari ke 8.

Kenaikan jumlah endapan disebabkan beberapa protein mempunyai titik isoelektrik pada pH 5,6 - 5,0 yaitu glicinin. Pada pH 5,6 - 5,0 glicinin tidak bermuatan sehingga mantel air yang mengelilingi protein tersebut mudah dihilangkan karena adanya sentrifuse, selanjutnya partikel-partikel tersebut bersatu menjadi lebih besar dan mengendap (MARKLEY, 1950; SMITH dan CIRCLE, 1972).

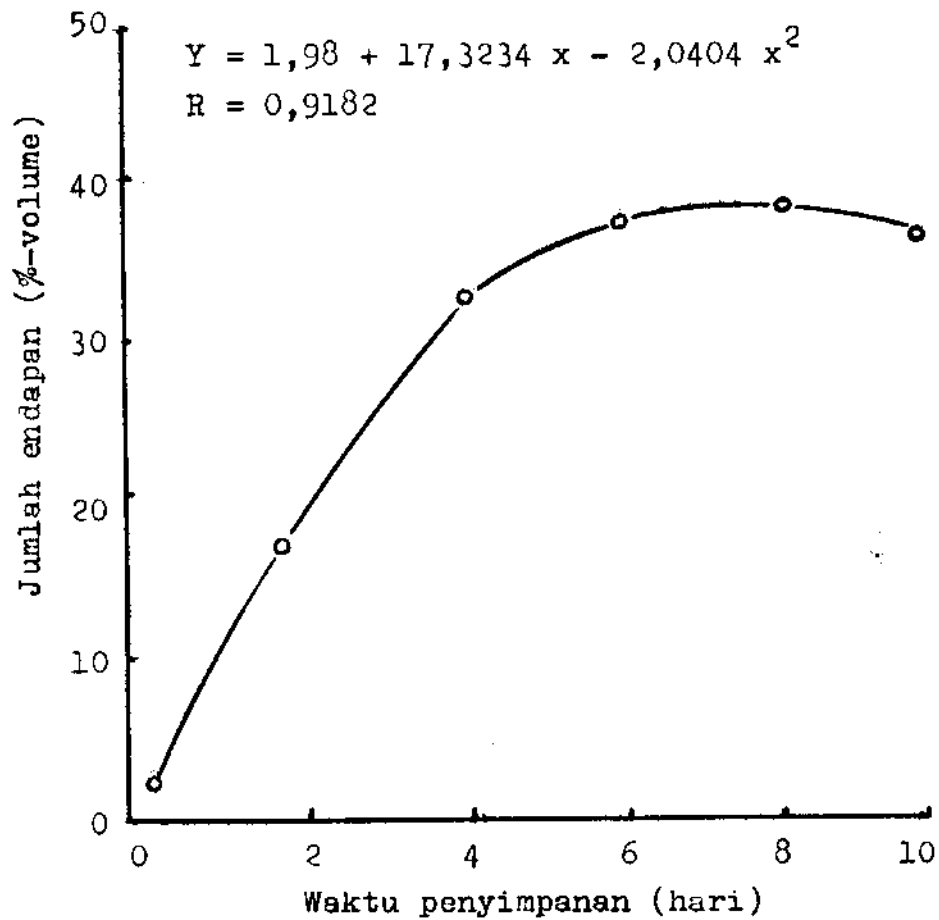
Suhu penyimpanan sangat mempengaruhi stabilitas susu kedelai dibandingkan dengan suhu penyimpanan 4°C. Oleh karena itu untuk analisa kimiawi atau fisik yang banyak, contoh uji harus disimpan dalam lemari es (4°C) agar faktor luar tidak mengganggu jalannya percobaan.

## C. SIFAT-SIFAT EMULSI

### 1. Ukuran dan Jumlah Partikel

Hasil analisa statistik dari ukuran partikel dapat dilihat pada Lampiran 5a. Dalam Lampiran 5a tersebut terlihat bahwa macam varietas, cara pengolahan dan suhu masing-masing sangat berpengaruh nyata terhadap ukuran partikel.





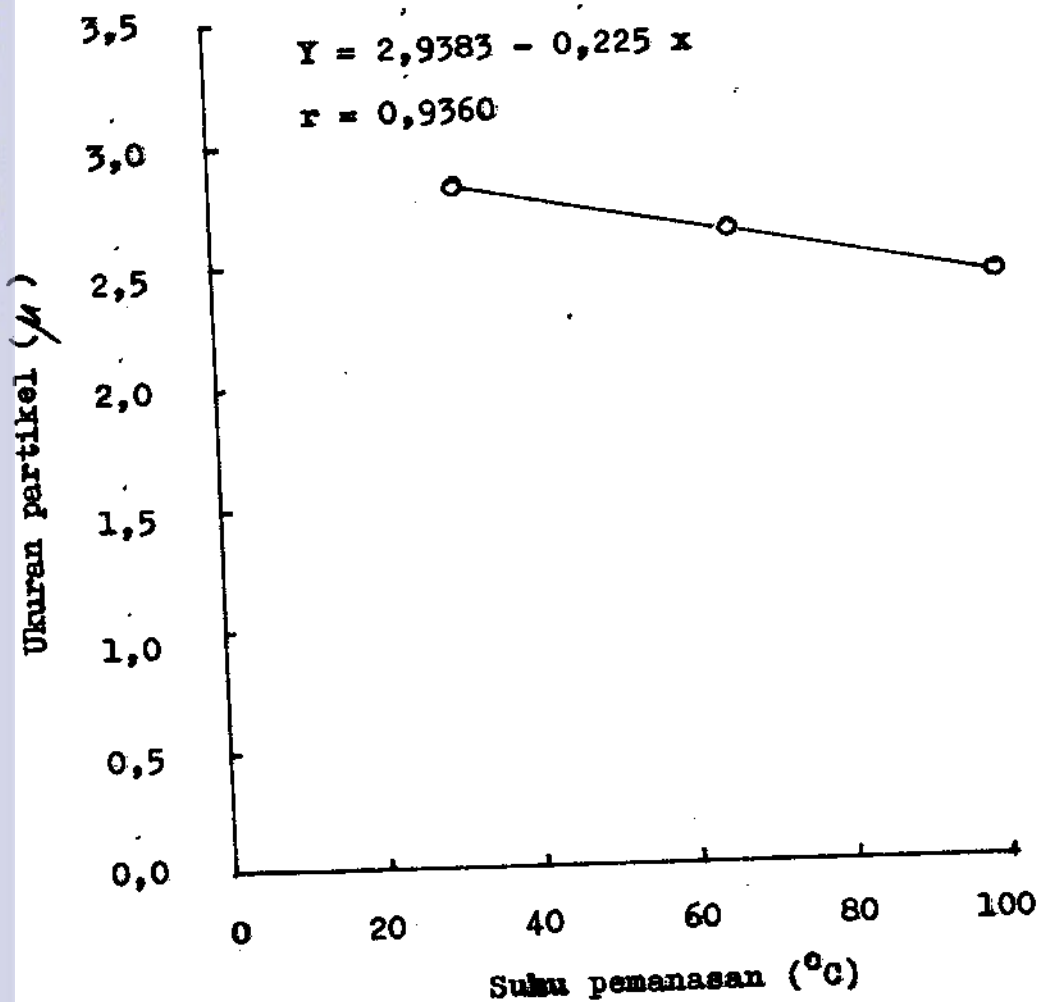
Gambar 3. Hubungan antara jumlah endapan dan waktu penyimpanan susu kedelai pada suhu 27°C.

Dari analisa statistik ternyata macam varietas kedelai yaitu varietas No. 945, No. 1248 dan No. 1343 pengaruhnya sangat nyata terhadap ukuran partikel.

Uji HSD (Lampiran 5b) ternyata memperlihatkan bahwa varietas No. 945 berpengaruh sangat nyata dengan varietas No. 1343 sedangkan varietas No. 1248 tidak berpengaruh nyata dengan varietas No. 945 dan varietas No. 1343 tidak berpengaruh nyata. Hal ini mungkin oleh karena perbedaan komposisi kedelai akibat dari perbedaan tanah dan iklim dimana kedelai tersebut ditanam.

Cara pengolahan yaitu cara basah ( $b_1$ ) dan cara kering ( $b_0$ ) berpengaruh sangat nyata terhadap ukuran partikel. Hal ini disebabkan karena adanya perendaman pada proses cara basah ( $b_1$ ) dan partikel-partikel susu kedelai terdispersi lebih baik daripada cara kering ( $b_0$ ). Dalam pembuatan susu kedelai dengan cara kering ( $b_0$ ), contoh dibuat tepung kedelai dahulu, baru kemudian di homogenasikan dengan menggunakan alat yang sama dengan cara basah sehingga ukuran partikel yang terbentuk akan lebih kecil daripada partikel-partikel susu yang terbuat dengan penggilingan basah.





Gambar 4. Grafik hubungan antara ukuran partikel dengan suhu pemanasan susu kedelai.

pergerakan Brownian di antara partikel-partikel susu kedelai. Pemanasan menyebabkan bertambah cepatnya pergerakan antar partikel tersebut, sehingga partikel-partikel tersebut saling bertumbukan dengan partikel lainnya dan partikel-partikel akan pecah menjadi partikel-partikel yang lebih kecil.

Ukuran partikel dan penyebarannya penting dalam stabilitas emulsi; ukuran partikel juga akan mempengaruhi warna dari emulsi. Ukuran partikel lebih besar dari satu mikron akan menyebabkan warna emulsi tersebut putih seperti emulsi susu. Emulsi yang mempunyai ukuran partikel besar mempunyai kecenderungan membentuk suatu satuan yang lebih besar dan akhirnya akan mengendap (KIRK dan OTHMER, 1954).

Dari Lampiran 6a terlihat bahwa macam pengolahan, suhu pemanasan, interaksi antara macam varietas dengan suhu pemanasan dan interaksi antara macam pengolahan dengan suhu pemanasan adalah berpengaruh sangat nyata.

Macam pengolahan terhadap jumlah partikel adalah berpengaruh sangat nyata. Hal ini disebabkan karena adanya perendaman dalam cara basah ( $b_1$ ), selain mempermudah penggilingan juga akan menghasilkan dispersi yang lebih baik dari partikel-partikel susu yang dibuat tanpa perendaman. Dari





adanya perendaman dalam cara basah ( $b_1$ ), selain mempermudah penggilingan juga akan menghasilkan dispersi yang lebih baik dari partikel-partikel susu yang dibuat tanpa perendaman. Dari Lampiran 1 terlihat bahwa jumlah partikel susu kedelai yang dibuat dengan cara kering rata-rata lebih besar daripada yang dibuat dengan cara basah. Ini mungkin disebabkan karena susu kedelai yang dibuat dengan cara kering berasal dari tepung kedelai, sehingga ukurannya lebih kecil dan jumlah partikel tiap mililiter akan lebih banyak.

Suhu pemanasan terhadap jumlah partikel susu kedelai adalah berpengaruh sangat nyata. Hal ini disebabkan karena adanya pergerakan partikel-partikel dalam susu kedelai bertambah cepat dengan naiknya suhu pemanasan, sehingga partikel-partikel tersebut saling bertumbukan satu sama lain dan ukuran partikel menjadi lebih kecil, dengan demikian jumlah partikel setiap mililiter bertambah.

Dari hasil pengujian HSD (Lampiran 6b) ternyata varietas no. 1248 berbeda nyata dengan varietas no. 945 dan varietas No. 1343 dalam pengolahan cara kering. Pengolahan cara kering ternyata sangat berpengaruh sekali terhadap jumlah partikel susu kedelai. Interaksi antara cara pengolahan dengan macam varietas pada pengolahan cara kering adalah



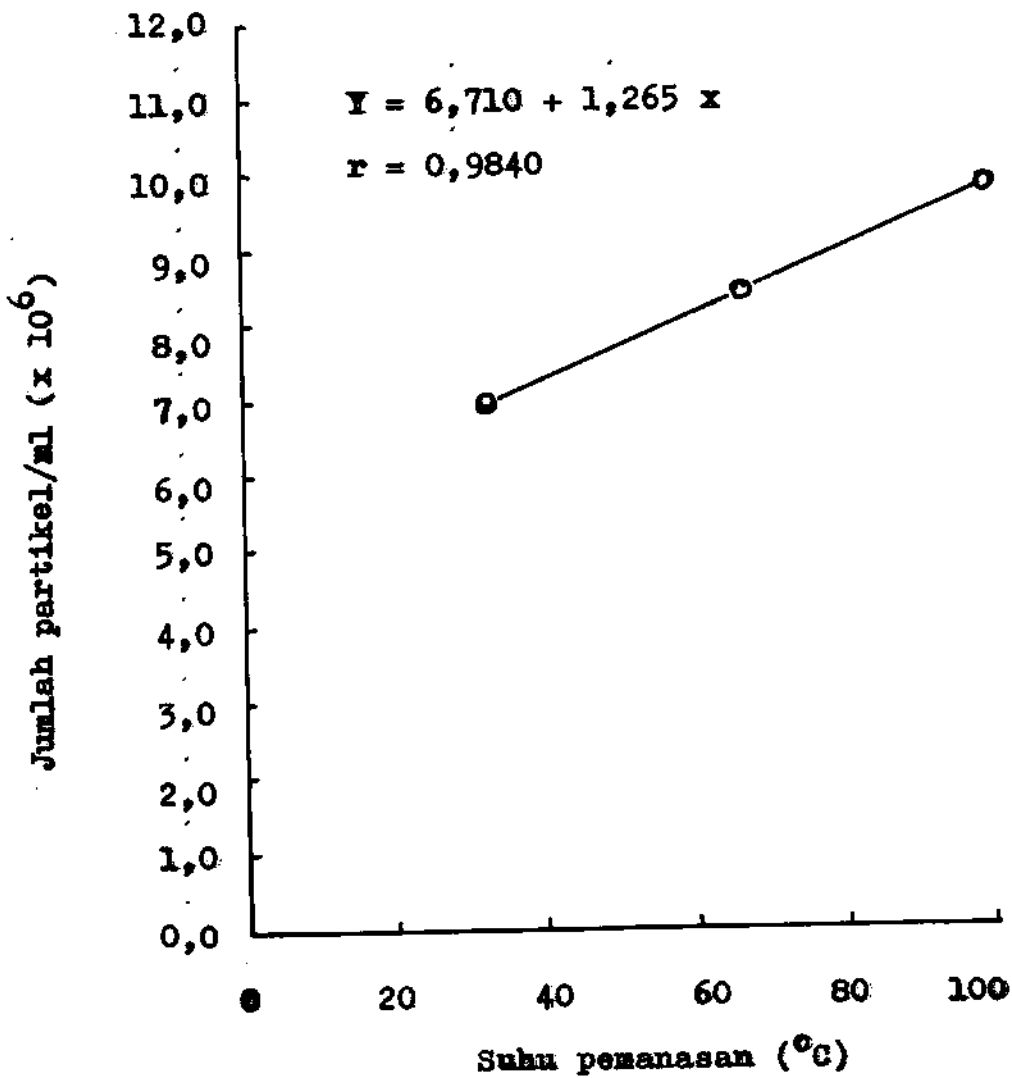
faktor tersebut. Demikian pula interaksi antara suhu pemanasan dengan cara pengolahan sangat berbeda nyata terhadap jumlah partikel.

Dari Gambar 5, terlihat bahwa jumlah partikel bertambah dengan naiknya suhu pemanasan. Macam varietas kedelai tidak menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap jumlah partikel susu kedelai.

## 2. Kekentalan

Hasil analisa statistik untuk kekentalan susu kedelai dapat dilihat pada Lampiran 7a. Pada Lampiran tersebut ternyata cara pengolahan berpengaruh sangat nyata. Hal ini mungkin disebabkan karena di dalam pengolahan cara basah dilakukan perendaman selama 12 jam, sehingga sifat dispersinya menjadi lebih baik. Dari Lampiran 1 ternyata bahwa pengolahan kering menghasilkan kekentalan lebih besar daripada pengolahan cara basah (YOU LAI LO et al., 1968b).

Kadar protein dalam susu kedelai akan mempengaruhi kekentalan susu kedelai. Dari hasil pengujian statistik terhadap kadar protein terlihat bahwa cara pengolahan terhadap kadar protein adalah berpengaruh sangat nyata. Terlihat adanya suatu hubungan antara kekentalan dan kadar protein,



Gambar 5. Grafik hubungan antara jumlah partikel dengan suhu pemanasan susu kedelai.

semakin tinggi kadar protein semakin besar kekentalan susu kedelai.

Kekentalan susu kedelai akan mempengaruhi stabilitas susu kedelai. Jika susu kedelai mengandung protein lebih besar dari 7 persen, maka susu kedelai akan menjadi lebih kental dan kemudian membentuk gel. Pembentukan gel terjadi apabila susu kedelai dipanaskan sampai suhu  $70^{\circ}$ - $100^{\circ}$ C selama 10 - 30 menit. Apabila susu kedelai disimpan seperti susu segar, bentuk kental tidak dikehendaki (JOU LAI LO et al., 1968c).

Dari Lampiran 1 ternyata bahwa rata-rata kekentalan susu kedelai yang dibuat dengan cara kering lebih besar daripada kekentalan susu kedelai yang dibuat dengan cara basah. Hal ini disebabkan karena kadar protein rata-rata dan padatan yang tersuspensi lebih besar pada susu kedelai yang dibuat dengan cara kering, sehingga fase dispersinya menjadi lebih besar, susu kedelai menjadi lebih kental.

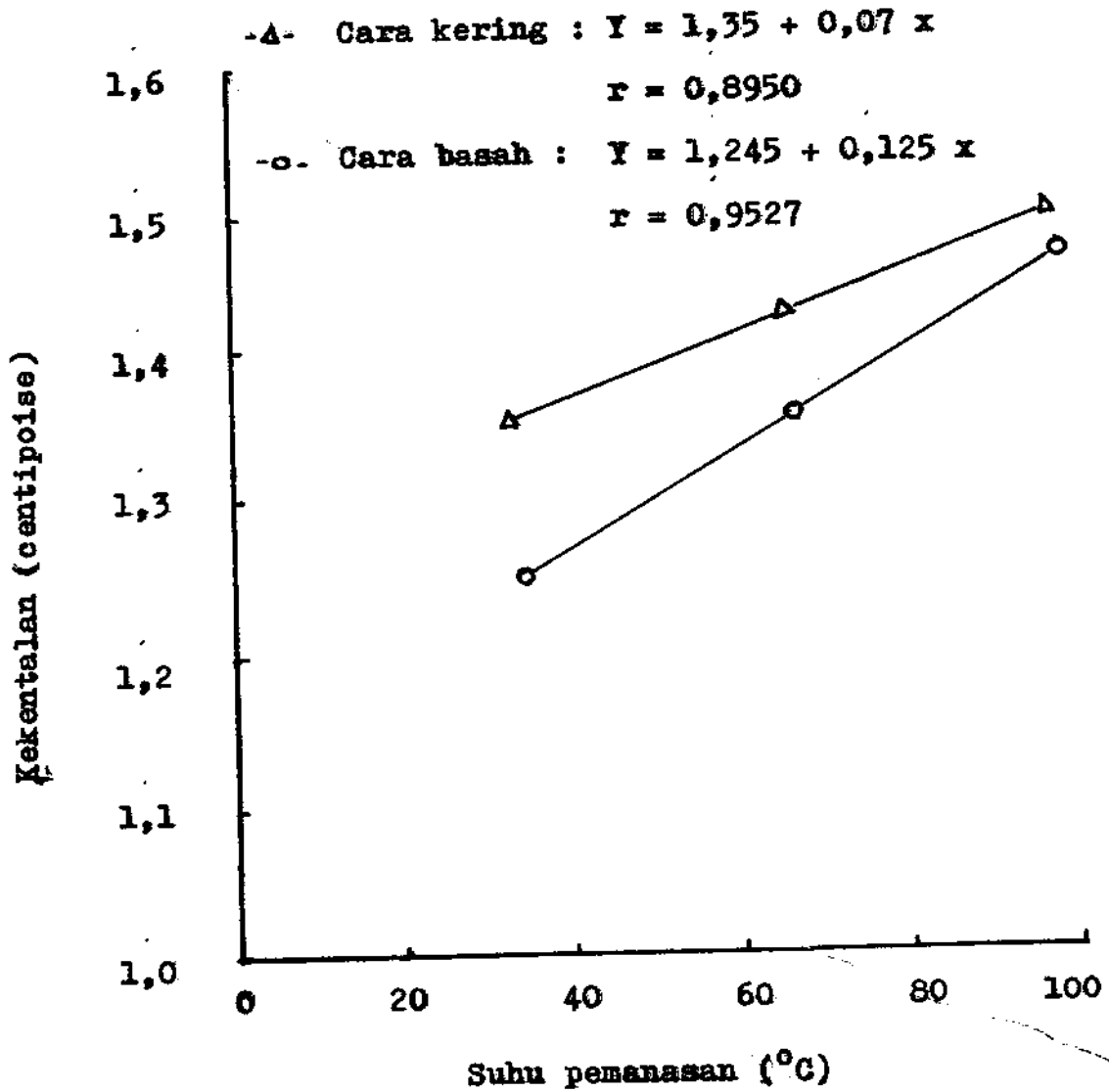
Adanya kenaikan suhu pemanasan ternyata sangat berpengaruh nyata terhadap kekentalan susu kedelai. Hal ini disebabkan karena berkurangnya kadar air akibat penguapan, sehingga media dispersinya menjadi bertambah kecil.

semakin tinggi kadar protein semakin besar kekentalan susu kedelai.

Kekentalan susu kedelai akan mempengaruhi stabilitas susu kedelai. Jika susu kedelai mengandung protein lebih besar dari 7 persen, maka susu kedelai akan menjadi lebih kental dan kemudian membentuk gel. Pembentukan gel terjadi apabila susu kedelai dipanaskan sampai suhu  $70^{\circ}$  -  $100^{\circ}\text{C}$  selama 10 - 30 menit. Apabila susu kedelai disimpan seperti susu segar, bentuk kental tidak dikehendaki (JOU LAI LO *et al.*, 1968c).

Dari Lampiran 1 ternyata bahwa rata-rata kekentalan susu kedelai yang dibuat dengan cara kering lebih besar daripada kekentalan susu kedelai yang dibuat dengan cara basah. Hal ini disebabkan karena kadar protein rata-rata dan padatan yang tersuspensi lebih besar pada susu kedelai yang dibuat dengan cara kering, sehingga fase dispersinya menjadi lebih besar, susu kedelai menjadi lebih kental.

Adanya kenaikan suhu pemanasan ternyata sangat berpengaruh nyata terhadap kekentalan susu kedelai. Hal ini disebabkan karena berkurangnya kadar air akibat penguapan, sehingga media dispersinya menjadi bertambah kecil.



Gambar 6. Grafik hubungan antara kekentalan dan suhu pemanasan susu kedelai pada pengolahan kering dan basah.

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa kekentalan bertambah besar dengan naiknya suhu pemanasan.

Menurut KIRK dan OTHMER (1954), kekentalan bertambah karena berkurangnya ukuran partikel emulsi atau karena berkurangnya jumlah partikel yang bergerombol.

### 3. pH

Perubahan pH karena perbedaan cara pengolahan, macam varietas dan interaksi antara keduanya dapat dilihat pada Lampiran 8a. Interaksi antara cara pengolahan dengan macam varietas terhadap susu kedelai adalah berbeda nyata. Oleh karena itu harus ditinjau dari kedua faktor tersebut.

Dari hasil analisa sidik ragam ternyata bahwa varietas kedelai berpengaruh sangat nyata terhadap pH susu kedelai yang dihasilkan. Hal ini mungkin disebabkan karena perbedaan komposisi dari masing-masing kedelai.

Cara pengolahan yaitu dengan cara kering dan cara basah ternyata berpengaruh sangat nyata terhadap pH susu kedelai. Dari pengujian HSD pada Lampiran 8b terhadap susu kedelai ternyata bahwa pada pengolahan cara kering varietas No.1248 berbeda sangat nyata dengan varietas No.1343 dan varietas No.945 terhadap susu kedelai. Hal ini disebabkan perbedaan komposisi dari masing-masing kedelai.



Selain itu juga mungkin disebabkan oleh karena timbulnya panas akibat gesekan alat yang bekerja terus-menerus, sehingga terjadi perubahan struktur kimia dari susu kedelai yang terbentuk (MARKLEY, 1950).

Bertambahnya suhu pemanasan mengakibatkan pH susu kedelai bertambah besar, tetapi kenaikan suhu pemanasan tidak menyebabkan perubahan yang berarti terhadap pH susu kedelai.

#### 4. Kadar Protein, Lapisan Protein Yang Melapisi Partikel, Berat Jenis dan "Suspended Solid"

##### a. Kadar Protein

Hasil pengujian statistik terhadap kadar protein dapat dilihat pada Lampiran 9a. Dalam Lampiran tersebut terlihat bahwa macam varietas, cara pengolahan dan suhu pemanasan terhadap kadar protein adalah berbeda sangat nyata.

Interaksi antara macam varietas, suhu pemanasan dan suhu pemanasan terhadap kadar protein adalah berbeda sangat nyata, sehingga hasilnya harus ditinjau dari ketiga faktor tersebut.

Varietas kedelai terhadap kadar protein adalah sangat berbeda nyata, hal ini disebabkan karena perbedaan komposisi kedelai dari masing-masing dipengaruhi oleh keadaan tanah, iklim



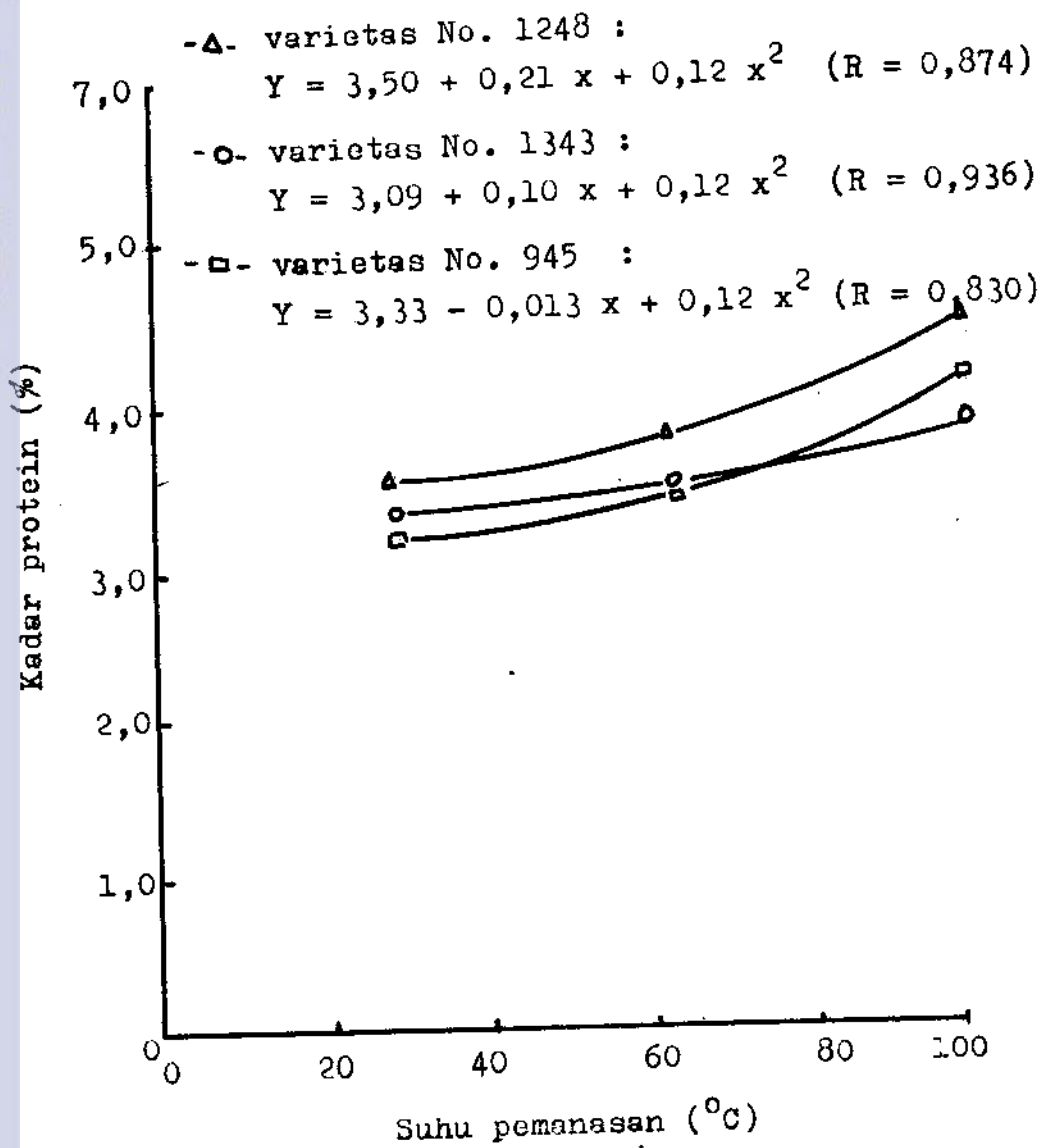
dimana kedelai tersebut ditanam (MARKLEY, 1950).

Kacang kedelai varietas No. 945 mengandung protein sebanyak 32,22 persen, sedangkan varietas No. 1248 dan No. 1343 masing-masing adalah 37,90 dan 35,92 persen.

Pengaruh cara pengolahan yaitu cara kering dan cara basah adalah sangat nyata. Hal ini disebabkan dengan adanya penggilingan basah adanya perendaman menyebabkan protein terdispersi lebih baik dari pada cara penggilingan kering. Perendaman menyebabkan sebagian protein larut dalam air perendam. Dalam Lampiran 1 ternyata bahwa kadar protein dalam susu kedelai yang diperoleh dengan cara penggilingan kering adalah lebih besar daripada dengan cara penggilingan basah. Banyaknya ampas yang terbentuk mempengaruhi kadar protein, karena di dalam ampas tersebut masih ada sebagian protein yang terbawa. Ampas yang dihasilkan dengan cara penggilingan basah adalah lebih besar daripada penggilingan kering, sehingga jumlah protein yang terbuang dalam penggilingan basah adalah lebih banyak.

Dari hasil pengujian HSD terhadap kadar protein susu kedelai ternyata bahwa suhu pemanasan  $65^{\circ}\text{C}$  ( $c_1$ ) dan suhu pemanasan  $100^{\circ}\text{C}$  ( $c_2$ ) berpengaruh sangat nyata terhadap suhu  $30^{\circ}\text{C}$  ( $c_0$ ).





Gambar 7. Grafik hubungan antara protein yang melapisi partikel dengan suhu pemanasan.

Dari Lampiran 4a terlihat bahwa kadar protein susu kedelai bertambah besar dengan bertambahnya suhu pemanasan. Hal ini disebabkan karena bertambahnya kekentalan susu akibat penurunan kadar air, sehingga jumlah protein per 100 gram bahan bertambah.

Pada Gambar 7, terlihat bahwa kadar protein bertambah besar dengan naiknya suhu pemanasan.

#### b. Lapisan protein yang melapisi partikel

Dari Lampiran 10a, terlihat bahwa macam varietas, cara pengolahan dan suhu pemanasan terhadap lapisan protein yang melapisi partikel adalah berpengaruh sangat nyata. Interaksi antara cara pengolahan dan suhu pemanasan berbeda nyata terhadap lapisan protein yang melapisi partikel.

Dari analisa sidik ragam (Lampiran 10a) ternyata varietas kedelai terhadap lapisan protein yang melapisi partikel adalah berpengaruh sangat nyata.

Pengujian HSD pada Lampiran 10a terhadap lapisan protein yang melapisi partikel ternyata varietas No.1343 sangat berbeda nyata dengan

varietas No. 945 dan varietas No.1248. Hal ini sesuai dengan anggapan bahwa protein dalam susu kedelai sangat dipengaruhi oleh komposisi kedelainya sendiri.

Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa cara pengolahan yaitu cara kering ( $b_0$ ) dan cara basah ( $b_1$ ) adalah berpengaruh sangat nyata. Hal ini disebabkan oleh karena adanya perendaman dalam pengolahan cara basah menyebabkan dispersi protein lebih baik.

Suhu pemanasan terhadap lapisan protein yang melapisi partikel adalah berpengaruh sangat nyata. Hal ini disebabkan karena bertambah kecilnya ukuran partikel akibat adanya tumbukan antara setiap partikel susu kedelai.

KAREL (1973) mengatakan bahwa globul lemak susu kedelai dikelilingi oleh trigliserida dihubungkan dengan lapisan protein oleh phospholipid. Pemanasan  $100^{\circ}\text{C}$  akan menyebabkan terjadinya denaturasi protein sehingga akan menyebabkan berkurangnya lapisan protein yang melapisi globul lemak.

Pemanasan berpengaruh sekali terhadap kestabilan emulsi, karena pergerakan partikel bertambah cepat, terjadi tumbukan satu dengan lainnya, apabila ini terjadi terus-menerus maka emulsi

tersebut akan pecah dan lemak akan terpisah (WU dan BATES, 1973).

### c. Berat Jenis

Hasil analisa statistik (Lampiran 11a) menunjukkan bahwa suhu pemanasan terhadap berat jenis adalah berpengaruh sangat nyata. Hal ini disebabkan karena pemanasan menyebabkan penguapan air, sehingga volume susu kedelai akan bertambah kecil dengan berat padatan yang tetap.

Varietas kedelai tidak memperlihatkan pengaruh yang berarti terhadap berat jenis susu kedelai.

### d. "Suspended solid"

Dari hasil analisa statistik (Lampiran 12a) terhadap "suspended solid" ternyata macam varietas berpengaruh nyata. Dari hasil uji HSD, ternyata bahwa varietas No.1248 ( $a_1$ ) berbeda sangat nyata dengan varietas No.1343 tetapi varietas No. 945 ( $a_0$ ) dengan varietas No.1343 tidak berbeda nyata. Hal ini mungkin disebabkan perbedaan komposisi dari masing-masing varietas kedelai.

Cara pengolahan terhadap "suspended solid" adalah berpengaruh nyata. Dari hasil uji HSD ternyata varietas No.1248 ( $a_1$ ) adalah berbeda sangat nyata dengan varietas No.945 ( $a_0$ ) dan varietas No. 1343 ( $a_2$ ) terhadap "suspended solid" dalam

penggilingan kering tetapi dalam penggilingan basah tidak memperlihatkan pengaruh yang berarti. Hal ini disebabkan mungkin karena bahan yang tersuspensi dalam susu kedelai yang dibuat dengan cara penggilingan basah lebih baik karena adanya perendaman selama 12 jam.

## 5. Kadar Air

Hasil analisa statistik (Lampiran 13) mengenai kadar air memperlihatkan bahwa macam pengolahan berbeda nyata terhadap kadar air susu kedelai. Hal ini disebabkan karena dalam pengolahan cara basah, kedelai direndam selama 12 jam, dan selama perendaman kedelai telah menyerap air. Air yang diserap selama perendaman adalah 60,98 persen (AMAN, 1972; YOU LAI LO *et al.*, 1968a).

Lampiran 1 memperlihatkan bahwa kadar air susu kedelai diperoleh dengan pengolahan kering adalah lebih rendah daripada kadar air susu kedelai yang diperoleh dengan cara pengolahan basah.

Macam varietas kacang kedelai tidak memperlihatkan pengaruh yang berarti terhadap **kadar air susu kedelai**.

Dalam Lampiran 1, terlihat juga bahwa kenaikan suhu pemanasan menyebabkan penurunan kadar air. Hal ini disebabkan karena terjadinya penguapan air selama

pemanasan. Akan tetapi penurunan kadar air tersebut tidak memperlihatkan pengaruh nyata.

## 6. Kadar Lemak

Hasil pengujian statistik pada Lampiran 14a, susu kedelai untuk kadar lemak dapat dilihat bahwa macam varietas kedelai ternyata berbeda sangat nyata terhadap kadar lemak susu kedelai. Hal ini disebabkan karena perbedaan komposisi masing-masing kedelai. Kacang kedelai varietas No. 945 mengandung lemak sebanyak 20,29 persen, varietas No.1248 mengandung lemak sebanyak 21,21 persen dan varietas No. 1343 adalah 21,78 persen.

Macam pengolahan yaitu pengolahan kering dan pengolahan cara basah tidak memperlihatkan pengaruh yang berarti terhadap kadar lemak susu kedelai.

Suhu pemanasan terhadap lemak susu kedelai adalah berbeda sangat nyata.

Dari Lampiran 1, terlihat bahwa kadar lemak bertambah besar dengan naiknya suhu pemanasan. Kenaikan kadar lemak susu kedelai disebabkan oleh penurunan kadar air susu kedelai akibat adanya pemanasan, sehingga kekentalan susu kedelai bertambah.

Uji HSD kadar lemak (Lampiran 14b), memperlihatkan beda antara susu kedelai yang tidak dipanaskan ( $a_0$ ) dengan susu kedelai yang dipanaskan dengan

suhu  $100^{\circ}\text{C}$  ( $c_2$ ) adalah berbeda sangat nyata pada varietas No. 1248.

#### D. PENGUKURAN STABILITAS

##### 1. Pengaruh Perbandingan Alkohol Terhadap Waktu Pengendapan

Dari hasil pengujian statistik (Lampiran 15) ternyata interaksi antara perbandingan alkohol dan cara pengolahan terhadap waktu mulainya pengendapan adalah berbeda nyata sehingga hasilnya harus ditinjau dari kedua faktor tersebut.

Dari Lampiran 15a terlihat bahwa perbandingan alkohol terhadap waktu mulainya pengendapan adalah berbeda sangat nyata.

Dari Lampiran 15b, terlihat bahwa perbandingan antara susu kedelai dengan alkohol 1,0 : 1,0 adalah sangat nyata dengan perbandingan susu dan alkohol 1,0 : 0,5 dan 1,0 : 2,0. Waktu yang dibutuhkan adalah tertinggi untuk membentuk endapan jika memakai perbandingan alkohol dengan air 0,5 : 1,0 pada pengolahan kering.

Dalam pengolahan cara kering ternyata perbedaan penambahan alkohol adalah sangat nyata hal ini menunjukkan bahwa kestabilan susu tersebut sangat dipengaruhi oleh adanya alkohol. Alkohol akan menarik mantel air yang menyelubungi lapisan protein,



sehingga stabilitas emulsi akan terganggu.

Dalam pengolahan secara basah penambahan alkohol dalam berbagai perbandingan tidak menghasilkan pengaruh yang berarti terhadap waktu mulainya pengendapan. Waktu yang dibutuhkan untuk membentuk endapan pada susu kedelai dengan pengolahan basah adalah lebih lama daripada dalam pengolahan kering. Ini berarti pengolahan basah menghasilkan susu lebih stabil daripada pengolahan kering.

Cara pengolahan ternyata berbeda nyata terhadap waktu mulainya pengendapan. Perendaman yang dilakukan dalam pengolahan secara basah menyebabkan dispersi dan suspensi yang terbentuk lebih baik. Kemungkinan lain terjadinya denaturasi protein akibat panas yang ditimbulkan oleh gesekan alat yang terus-menerus pada waktu penggilingan kering. Denaturasi protein akan mengurangi stabilitas, karena berkurangnya kelarutan protein.

Dari hasil rata-rata waktu mulainya pengendapan ternyata pada suhu pemanasan  $100^{\circ}\text{C}$  ( $c_2$ ), waktu mulai pengendapan lebih lama dibandingkan dengan suhu pemanasan  $65^{\circ}\text{C}$  ( $c_2$ ) dan tanpa pemanasan dengan suhu  $30^{\circ}\text{C}$ . Hal ini disebabkan karena adanya pemanasan menyebabkan terbentuknya gel dan pati. Gel merupakan "hydrophilic colloid" yang dapat menstabilkan emulsi karena merupakan "protective colloid".



(MEYER, 1960).

Sentrifuse dilakukan terhadap susu kedelai untuk mengukur kestabilan emulsi. Semakin cepat mengendap, semakin tidak stabil emulsi tersebut.

Pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  ternyata kurang stabil apabila dibandingkan dengan susu kedelai yang dipanaskan dengan suhu  $65^{\circ}\text{C}$ . Hal ini mungkin disebabkan karena susu kedelai tidak dipanaskan, kenaikan suhu sampai  $30^{\circ}\text{C}$  disebabkan karena gesekan yang terus-menerus antara alat dengan kedelai waktu dilakukan homogenisasi dengan menggunakan alat "Waring Blendor". Ukuran partikel susu kedelai belum homogen, sehingga masih ada partikel-partikel yang besar, partikel-partikel ini mempunyai kecenderungan lebih banyak untuk bergabung dan akhirnya akan mengendap.

Untuk mengetahui stabilitas emulsi susu kedelai dari tiga varietas kacang kedelai menggunakan penambahan alkohol 1,0 : 0,5 dan waktu sentrifuse 15 menit.

## 2. Jumlah Endapan

Hasil pengolahan statistik (Lampiran 16) antara cara pengolahan, macam varietas dan suhu pemanasan terhadap jumlah endapan yang terbentuk karena adanya sentrifuse dapat dilihat pada Lampiran 16a.

Interaksi antara macam varietas, cara pengolahan dan suhu pemanasan terhadap jumlah endapan adalah berpengaruh sangat nyata sehingga hasilnya harus ditinjau dari kedua faktor tersebut.

Varietas kacang kedelai terhadap jumlah endapan sangat berpengaruh nyata, hal ini disebabkan karena perbedaan komposisi dari ketiga varietas kacang kedelai tersebut. Perbedaan komposisi dipengaruhi oleh iklim dan tanah dimana kedelai tersebut ditanam.

Cara pengolahan ternyata berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah endapan. Hal ini disebabkan karena pengolahan cara kering kurang stabil dibandingkan dengan pengolahan cara basah. Dalam Lampiran 1 terlihat bahwa jumlah endapan yang terbentuk dalam susu kedelai diperoleh dengan cara pengolahan basah lebih sedikit daripada pengolahan kering.

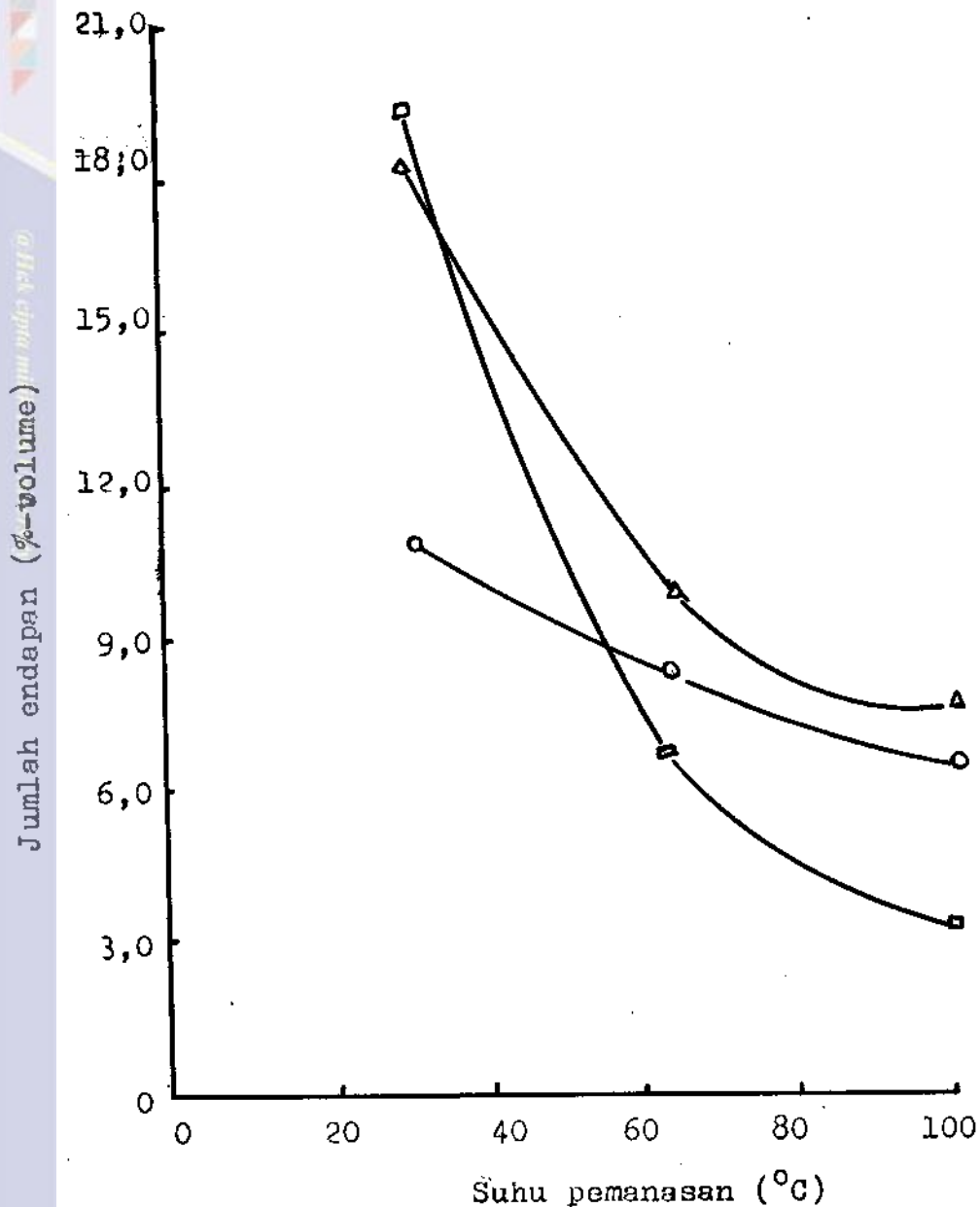
Dari Gambar 9 terlihat bahwa bertambah tinggi suhu pemanasan jumlah endapan yang terbentuk semakin sedikit. Pada susu kedelai yang tidak dipanaskan varietas No. 1343 lebih stabil daripada varietas No. 945 dan varietas No. 1248. Tetapi pada susu kedelai yang dipanaskan dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  varietas No. 945 lebih stabil daripada varietas No. 1343 dan varietas No. 1248.

Dari hasil analisa statistik (Lampiran 16) ternyata bahwa suhu pemanasan berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah pengendapan. Pemanasan akan menyebabkan pergerakan partikel lebih cepat, partikel-partikel tersebut akan saling bertumbukan membentuk partikel-partikel yang lebih kecil ukurannya, sehingga kecenderungan bergabungnya partikel-partikel untuk membentuk endapan berkurang. Partikel-partikel dengan ukuran yang lebih kecil mempunyai permukaan yang lebih luas untuk bergabung dengan zat pengemulsi. Pemanasan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pecahnya emulsi.

Dari Lampiran 1 terlihat bahwa jumlah endapan yang terbentuk akibat adanya sentrifuse bertambah kecil dengan kenaikan suhu pemanasan. Hal ini disebabkan karena pemanasan akan menyebabkan terjadinya penguapan sehingga kekentalan susu kedelai bertambah karena kadar air susu kedelai tersebut berkurang. Media dispersi dari partikel-partikel susu kedelai berkurang.

Di dalam partikel-partikel koloid, kestabilan dipengaruhi oleh pergerakan Brownian. Apabila gaya tolak menolaknya tidak ada maka partikel-partikel tersebut akan bersatu membentuk yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena adanya gaya van der Waals, partikel-partikel yang bergabung tersebut akhirnya akan mengendap. Bertambahnya kekentalan susu





-Δ- varietas No. 1248 :

$$Y = 18,329 - 11,0802 x + 2,9153 x^2 \quad (R = 0,956)$$

-○- varietas No. 1343 :

$$Y = 10,5408 - 2,0450 x + 0,0525 x^2 \quad (R = 0,932)$$

-◻- varietas No. 945 :

$$Y = 18,8209 - 16,1400 x + 4,2575 x^2 \quad (R = 0,968)$$

Gambar 9. Grafik hubungan antara jumlah endapan dengan suhu pemanasan pada pengolahan basah dan pengolahan kering dari tiga varietas kacang kedelai.

kedelai menyebabkan bertambah kecilnya pergerakan Brownian.

Kacang kedelai mengandung sejumlah karbohidrat. Dalam beberapa proses pemasakan perubahan fisik dari karbohidrat adalah penting. Pati merupakan persediaan karbohidrat dari tenunan. Kebanyakan granula pati terdiri dari amilosa dan amilopectin. Umumnya dalam beberapa "legume" amilosa lebih besar daripada amilopectin (MEYER, 1960).

Terbentuknya gel ini disebabkan karena adanya pemanasan molekul amilosa dan amilopectin kehilangan ikatan bersama oleh adanya ikatan hidrogen dan hidrok-sil. Sebuah atom hidrogen dari hidroksil dari suatu molekul ditarik oleh muatan oksigen dari hidroksil molekul lain, tarikan ini akan memperlemah ikatan dari molekul, dan terbentuknya "micelles".

Molekul air mulai masuk di antara kedua molekul pati tersebut. Apabila suhu berkurang, molekul air telah terikat di antara molekul pati, sehingga ukurannya menjadi lebih besar (MEYER, 1960) dan "translucency" bertambah.

Gel merupakan "hydrophilic colloid", sukar diendapkan walaupun dengan sentrifuse atau penambahan elektrolit, sehingga merupakan "protective colloid". Adanya pemanasan dalam susu kedelai akan mengakibatkan terbentuknya gel, sehingga susu kedelai yang dipanaskan



100<sup>0</sup>C memperoleh ketahanan yang lebih besar terhadap pengendapan.

Ada hubungan antara kestabilan dan jumlah endapan, semakin banyak endapan yang terbentuk semakin tidak stabil emulsi tersebut.

## V. KESIMPULAN

1. Kestabilan emulsi susu kedelai dipengaruhi oleh pH susu tersebut. Pada pH lebih kecil dari 4,0 dan lebih besar dari 6,0 susu kedelai lebih stabil daripada pada pH 4,0 - 6,0. Jumlah endapan tertinggi karena adanya usaha sentrifuse.
2. Penyimpanan susu kedelai yang terbaik dilakukan di dalam suhu lemari es. Penurunan pH tidak mempengaruhi kestabilan emulsi. Jumlah endapan yang didapat dengan sentrifuse adalah tetap. Susu kedelai tetap baik setelah disimpan dalam 10 hari di dalam lemari es. Tetapi apabila susu kedelai disimpan dalam suhu kamar setelah 24 jam susu tersebut akan rusak, hal ini disebabkan adanya kontaminasi oleh bakteri laktis. Untuk analisa kimia dan phisik yang banyak, contoh uji harus disimpan di dalam lemari es ( $4^{\circ}\text{C}$ ) agar faktor luar tidak mengganggu jalannya percobaan.
3. Varietas kacang kedelai sangat berpengaruh sekali terhadap kestabilan emulsi susu kedelai. Ternyata emulsi dari kacang kedelai varietas No. 1343 lebih stabil dibandingkan dengan varietas No. 1248 dan varietas No. 945. Meskipun begitu ternyata varietas kedelai No. 1343 mengandung protein yang tidak banyak berbeda dengan varietas lainnya.





4. Suhu pemanasan berpengaruh sekali terhadap stabilitas susu kedelai, dapat dilihat dari banyaknya endapan yang terbentuk akibat adanya sentrifuse. Ternyata pemanasan pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  menghasilkan endapan lebih sedikit dibandingkan dengan tanpa pemanasan dan dengan pemanasan pada suhu  $65^{\circ}\text{C}$ . Pemanasan pendahuluan ini berpengaruh sekali terhadap pengolahan selanjutnya, terutama apabila susu kedelai tersebut akan dikentalkan.
5. Pengolahan secara basah menghasilkan susu kedelai yang lebih stabil daripada pengolahan cara kering. Waktu mulai terbentuknya endapan pada susu kedelai yang didapat dengan cara basah adalah lebih besar daripada susu kedelai yang didapat dengan cara kering. Endapan yang terbentuk pada susu kedelai yang didapat dengan cara basah adalah lebih sedikit daripada cara kering.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ANDERSON (1958). Essentials of Physiological Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., New York.
2. CANTAROW, A. and B. SCHEPARTZ (1967). Biochemistry. N.W. Saunders Company, Philadelphia.
3. COGAN, U. ANINA, ZEKI BERK and SYLVIA NIZRAHI (1967). Isolation of soybean Proteins Effect of Processing Condition of Yield and Purity. J.A. C.C., 44 (5) : 321 - 324.
4. COMB, W.B., ECKIES and H. MACY (1951). Milk and Milk Products. Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York.
5. FRAZIER, W.C. (1958). Food Microbiology. Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York.
6. FIESER, L.F. and M.FIESER, 1957. Introduction to Organic Chemistry. Maruzan Company Ltd., Tokyo.
7. GORTNER, R.S. and W.A. GORTNER (1950). Outlines of Biochemistry. John Wiley & Sons, Inc., New York.
8. KAREL, M. (1973). Symposium : Protein Interaction in Biosystem. Protein Lipid Inzeraction. J. Food Science, 38 : 736 - 739.
9. KIRK, R.E. and D.T. OTHMER (1954). Encyclopedia of Chemical Technology : 4 The International Encyclopedia Inc., New York.
10. KIRK, R.E. and D.T. OTHMER (1954). Encyclopedia of Chemical Technology. 8 . The Interscience Encyclopedia Inc., New York.



11. LOWE, B. (1955). Experimental Cookery. John Wiley and Sons, Inc., New York.
12. LUBIS, D.A. (1964). Katjang Kedelai, Katjang Hidjau, Katjang Tanah dan Hasil Ikutannya sebagai Bahan Makanan Ternak di Indonesia. Warta Penelitian Pertanian 2 : 1 - 18.
13. MARON, S.H. and C.F. PRUTON (1959). Principle of Physical Chemistry. The Macmillan Company, New York.
14. MARKLEY, K.S. (1950). Soybean and Soybean Product. Interscience Publishers Inc., New York.
15. MOEHAMMAD AMAN (1972). Perbaikan Mutu Susu Kedelai Di Dalam Botol. Thesis, Dept. Teknologi Hasil Pertanian, Inst. Pert, Bogor.
16. MEYER, L.H. (1960). Food Chemistry. Reinhold Publishing Corp., New York.
17. PRAWIRANEGARA, DRADJAT (1964). Pentingnja Kedelai dalam Menu Indonesia. Rapat Kerdja Kedelai di Bogor.
18. SMITH, A.K. and S.J. CIRCLE (1972). Soybean protein and Technology. Interscience Publisher Inc., New York.
19. SUHADI HARDJO (1964). Pengolahan dan Pengawetan Kedelai Untuk Bahan Makanan Mamusia. Rapat Kerdja Kedelai di Bogor.
20. TAN BOE HAN (1958). Technology of Soy Milk and Some Derivatives. Thesis Agricultural University of Wageningen, Netherlands.
21. JOU LAI LO, W.S. STEINKRAUS dan D.B. HAND (1968a). Soaking Soybean Before Extraction as It Affects Chemical Composition and Yield of Soymilk. Food Technol. 22 (10) : 120 - 122.



22. JOU LAI LO, K.H.STEINKRAUS and D.B. HAND (1968b).  
Concentration of Soy Milk. Food Technol. 22 (8):  
96 - 98.
23. JOU LAI LO, K.H.STEINKRAUS and D.B. HAND (1968c). Heat  
Sterilization of Soymilk. Food Technol. 22 (6) :  
129 - 131.
24. WOLF, W.J. (1970). Soybean as Food Source. The Chemi-  
cal Rubber Co., Ohio, New York.
25. WOLF, W.J. (1973). What is Soy Protein. Food Technol.  
3 : 44 - 54.
26. WU, L.C. and R.P. BATES (1973). Influence of Ingredient  
Upon Edible Protein Lipid Film Characteristics.  
Food Science, 38 : 783 - 787.



## L A M P I R A N

Halaman 1 dari 1 | Institut Pertanian Bogor

1. Diakses pada tanggal 10 Agustus 2023, pukul 10.00 WIB, dari alamat <https://www.ipb.ac.id/>

2. Berbasis pada hasil wawancara dengan dosen di salah satu fakultas di IPB University, pada tanggal 10 Agustus 2023, pukul 10.00 WIB.

3. Berbasis pada hasil wawancara dengan dosen di salah satu fakultas di IPB University, pada tanggal 10 Agustus 2023, pukul 10.00 WIB.

protein, pH, Kadar air, Berat Jenis  
kel dari susu kedelai.

Kekentalan (poise)	Jumlah parti- (cc)	Pengen- dapan (%-volum)
1,250	5,960	18,825
1,310	7,800	6,950
1,425	8,650	3,610
1,225	4,800	18,330
1,400	8,040	10,165
1,520	8,800	7,840
1,240	6,730	10,540
1,355	8,860	8,550
1,565	9,300	6,665
1,325	6,920	1,600
1,420	8,090	1,335
1,465	8,830	1,045
1,318	7,890	1,730
1,455	8,320	1,460
1,455	8,820	0,825
1,370	7,220	1,490
1,430	8,230	0,995
1,525	8,870	0,660

1343

h



Lampiran 1. Hasil rata-rata pengukuran kadar lemak, kadar protein, pH pengendapan, "suspended solid" dan ukuran partikel

Perlakuan	Kadar lemak (%)	Kadar protein (%)	pH	Kadar air (%)	Berat Jenis
$a_0b_0c_0$	2,075	2,875	4,960	91,900	1,0126
$a_0b_0c_1$	2,500	3,650	6,445	90,550	1,0154
$a_0b_0c_2$	2,340	3,995	6,490	91,250	1,0159
$a_1b_0c_0$	1,710	3,385	6,405	92,775	1,0151
$a_1b_0c_1$	1,925	2,095	6,395	92,600	1,0156
$a_1b_0c_2$	2,125	3,720	6,425	92,000	1,0157
$a_2b_0c_0$	2,025	3,435	6,350	92,500	1,0152
$a_2b_0c_1$	2,125	3,855	6,430	92,050	1,0153
$a_2b_0c_2$	2,150	4,770	6,465	91,300	1,0157
$a_0b_1c_0$	1,910	3,070	6,435	92,500	1,0150
$a_0b_1c_1$	2,465	3,435	6,445	90,220	1,0150
$a_0b_1c_2$	1,851	3,920	6,495	91,675	1,0151
$a_1b_1c_0$	1,770	3,495	6,565	94,675	1,0125
$a_1b_1c_1$	1,865	3,640	6,600	92,807	1,0151
$a_1b_1c_2$	2,555	3,991	6,545	92,485	1,0157
$a_2b_1c_0$	1,975	3,355	6,350	94,560	1,0125
$a_2b_1c_1$	2,220	3,385	6,500	93,425	1,0152
$a_2b_1c_2$	2,260	3,795	6,465	93,180	1,0156

**↳ Keterangan :**

$a_0$ ,  $a_1$  dan  $a_2$  = varietas kedelai No. 495, No.1248 dan No. 1000  
 $b_0$  dan  $b_1$  = penggilingan kering dan penggilingan basa  
 $c_0$ ,  $c_1$  dan  $c_2$  = suhu 30°C, 65°C dan 100°C.

Lampiran 2a. Hasil pengendapan rata-rata susu kedelai dalam bermacam-macam pH (%-volume)

pH	Suhu pemanasan		
	30°C	65°C	100°C
3,5	0,720	0,480	0,055
4,0	2,542	2,116	1,195
4,5	3,306	2,140	2,176
5,0	2,324	1,682	1,781
5,5	1,610	0,890	1,602
6,0	0,116	0,222	0,176
6,5	0,122	0,090	0,112
7,0	0,095	0,074	0,066
7,5	0,050	0,065	0,061
8,0	0,050	0,095	0,050



Lampiran 2b. Sidik ragam untuk jumlah endapan dan  
bermacam - macam pH susu kedelai.

Sumber	D	JK	KT	F hitungan	F tabel	
					5%	1%
Suhu (a)	2	2.0058	1.0029	5.2784**	3.32	5.39
pH (b)	9	52.7794	5.8644	302653++	2.66	2.98
a + b	18	4.2961	0.2387	12563**	1.91	2.51
Acak	30	0,0570	0.0019			
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>59,1383</b>				

CV : 4.96 %



pH	1	2	3
3,			
4,			
4,			
5,			
5,			
6,	0.01	0.01	0.01
6,	0.01	0.01	0.01
7,	0.01	0.01	0.01
7,			
8,			

Halaman 1 dari 1 halaman

1. Diambil sebagai contoh adalah sebagai berikut yang bisa saja menggunakan data yang disediakan sumber

2. Berapakah total energi yang dibutuhkan untuk proses ini? (1000 kJ)

3. Berapakah energi yang dibutuhkan untuk proses ini? (1000 kJ)

4. Berapakah energi yang dibutuhkan untuk proses ini? (1000 kJ)

Lampiran 3. Hasil rata-rata pengukuran pH dan jumlah endapan susu kedelai yang disimpan pada suhu kamar ( $27^{\circ}\text{C}$ ) dan suhu lemari es ( $4^{\circ}\text{C}$ )

Waktu penyimpanan hari ke	pH		Jumlah endapan (%)	
	$27^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C}$	$27^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C}$
0	6,45	6,45	1,11	1,11
2	6,39	6,44	2,88	1,11
4	5,30	6,39	24,00	1,11
6	5,18	6,39	41,55	1,11
8	5,25	6,39	37,78	1,11
10	5,31	6,39	35,55	1,11

## Lampiran 3a. Sidik ragam untuk pH pada penyimpanan 4°C dan 27°C

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Suhu pemanas- an (a)	1	5,2173	5,2173	5,2173 <sup>++</sup>	4,75	9,33
Waktu pema- manasan (b)	5	1,2566	1,1695	1,1695 <sup>++</sup>		
a x b	5	1,0586	0,9637	9637 <sup>++</sup>		
Acak	12	0,0013	0,0001			
<u>Total</u>	23	7,5338				

C.v. = 17%

## Lampiran 3b. Uji HSD untuk pH

Waktu pe- nyimpanan hari ke	Suhu penyimpanan						
	(27°C)(1)		(4°C)(2)				
	Rata2	Beda	Rata2	Beda			
0	6,45	-	6,45	-	0		
2	5,38	1,07 <sup>++</sup>	6,44	0,01	-	1,06 <sup>+</sup>	
4	5,30	1,15 <sup>++</sup>	6,42	0,03	0,03	-	1,12 <sup>+</sup>
6	5,18	1,27 <sup>++</sup>	6,39	0,06 <sup>++</sup>	0,05 <sup>++</sup>	0,03	1,21 <sup>+</sup>
8	5,25	1,20 <sup>++</sup>	6,39	0,06 <sup>++</sup>	0,05 <sup>+</sup>	0,03	1,40 <sup>+</sup>
10	5,31	1,16 <sup>++</sup>	6,39	0,06	0,05 <sup>++</sup>	0,03	1,08 <sup>+</sup>

S. E. = 0,007

HSD 5% = 0,04

1% = 0,05

Lampiran 4a. Sidik ragam untuk jumlah endapan pada penyimpanan 4°C dan 27°C

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Suhu penyim- panan (a)	1	3094,2375	3094,2375	77359,38 <sup>++</sup>	4,75	9,33
Waktu penyim- panan (b)	5	1601,3174	1473,1177	368279,42 <sup>++</sup>		
a x b	5	1601,3174	1473,1177	368279,42 <sup>++</sup>		
Acak	12	0,0053	0,004			
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>6296,8776</b>				

C.v. = 1,6%

Lampiran 4b. Uji HSD untuk jumlah endapan

Waktu penyim- panan hari ke	Jumlah endapan yang terbentuk			
	27°C (1)		4°C (2)	
	Rata2	B e d a	Rata2 beda	Beda
0	1,11	-	1,11	0,00
2	2,88	1,77 <sup>++</sup>	1,11	1,77 <sup>++</sup>
4	24,05	22,94 <sup>++</sup>	21,17 <sup>++</sup>	22,94 <sup>++</sup>
6	41,55	40,44 <sup>++</sup>	38,67 <sup>++</sup>	18,50 <sup>++</sup>
8	37,78	36,37 <sup>++</sup>	34,90 <sup>++</sup>	13,73 <sup>++</sup>
10	35,55	34,44 <sup>++</sup>	32,67 <sup>++</sup>	11,50 <sup>++</sup>

SE = 0,014

HSD 5% = 0,08

1% = 0,10

## Lampiran 5a. Sidik ragam untuk ukuran partikel

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	4,5515			2,25	3,19
Varietas (a)	2	0,8700	0,4385	3,50 <sup>++</sup>	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	1,3456	1,3456	15,85 <sup>++</sup>	4,41	8,28
Pemanasan (c)	2	1,3762				
c-linier	1	1,2060	1,2060	14,69 <sup>*+</sup>	4,41	8,28
d-kwadrat	1	0,1762	0,1762	2,00	4,41	8,28
a x b	2	0,2008	0,1004	1,18	3,55	6,01
a x c	4	0,0976	0,0244	0,29	2,93	4,58
b x c	2	0,2361	0,1180	1,39	3,55	6,01
a x b x c	4	0,1242	0,0310	0,36	2,92	4,58
A c a k	18	1,5301	0,0850			
<b>T o t a l</b>	<b>35</b>	<b>6,0815</b>				

C.v. = 10,717%

## Lampiran 5b. Uji HSD untuk ukuran partikel

Perlakuan	Rata-rata	Beda	
Varietas No. 945	2,50	0,44 <sup>++</sup>	0,21
Varietas No. 1248	2,71	0,23	-
Varietas No. 1343	2,94	-	-

S.E. = 0,084

HSD 5% = 0,30

1% = 0,39

Lampiran 5b. Uji HSD untuk ukuran partikel  
(Sambungan)

Perlakuan	Rata-rata	Beda	
Suhu 30°C	2,89	0,45 <sup>++</sup>	0,08
Suhu 65°C	2,81	0,37 <sup>*+</sup>	-
Suhu 100°C	2,44	-	-

$$\text{S.E.} = 0,84$$

$$\text{HSD } 5\% = 0,30$$

$$1\% = 0,39$$

## Lampiran 6a. Sidik ragam untuk jumlah partikel

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	53,9206				
Varietas (a)	2	1,0602	0,5304	1,39	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	3,3124	3,3124	8,68 <sup>++</sup>	4,41	8,28
Pemanasan (c)	2	39,3957				
c-linier	1	38,1528	38,1528	100,03 <sup>++</sup>	4,41	8,28
c-kwadratik	1	1,1429	3,2629	3,26	4,41	8,28
a x b	2	3,6246	1,8157	4,75 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x c	4	0,7429	0,1857	0,49	2,93	4,58
b x c	2	3,9325	1,9662	5,16 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x b x c	4	1,8518	0,2630	1,21	2,93	4,58
A c a k	18	6,8647	0,3814			
<b>T o t a l</b>	<b>35</b>	<b>60,7853</b>				

C.v. = 7,74%

## Lampiran 6b. Uji HSD untuk jumlah partikel

Perlakuan	Pengolahan kering ( $b_0$ )		Pengolahan basah ( $b_1$ )		$b_0 - b_1$		
	Rata2	Beda	Rata2	Beda	Beda		
Varietas No. 945	7,48	0,85	0,27	8,20	0,09	0,33	0,72
Varietas No. 1248	7,21	1.12 <sup>++</sup>	-	8,53	0,42	-	1,32 <sup>+</sup>
Varietas No. 1342	8,33	-	-	8,11	-	-	0,22

S.E. = 0,25

HSD 5% = 1,12

1% = 1,40



Lampiran 6b. Uji HSD untuk jumlah partikel  
(sambungan).

Perlakuan	Pengolahan kering ( $b_0$ )		Pengolahan basah ( $b_1$ )		$b_0 - b_1$	
	Rata2	Beda	Rata2	Beda	Beda	
Pemanasan 30°C	5,83	-	7,34	-	1,51 <sup>++</sup>	
Pemanasan 65°C	8,27	2,44 <sup>++</sup>	8,21	0,87	0,06	
Pemanasan 100°C	8,92	3,09 <sup>++</sup>	0,65	9,29	1,95 <sup>++</sup>	0,89

S.E.	= 0,25
HSD 5%	= 1,12
1%	= 1,40

Lampiran 7a. Sidik ragam untuk kekentalan

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	0,3297				
Varietas (a)	2	0,0248	0,0074	3,36	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	0,0215	0,0215	9,77 <sup>++</sup>	4,41	8,28
Pemanasan (c)	2	0,2563				
c-linier	1	0,2563	0,2563	116,50 <sup>++</sup>	4,41	8,28
c-kwadratik	1	0,0004	0,0004	0,18	4,41	8,28
a x b	2	0,0053	0,0026	1,18	3,55	6,01
a x c	4	0,0103	0,0026	1,18	2,95	6,58
b x c	2	0,0156	0,0078	3,54	3,55	6,01
a x b x c	4	0,0056	0,0014	0,64	2,93	4,58
A c a k	18	0,0397	0,0022			
<b>T o t a l</b>	<b>35</b>	<b>0,3694</b>				

C.V. = 7,38%

Lampiran 7b. Uji HSD untuk kekentalan susu kedelai

Perlakuan	Rata-rata	B e d a	
Suhu pemanasan 30°C	1,29	0,21 <sup>++</sup>	0,10 <sup>++</sup>
Suhu pemanasan 65°C	1,39	0,11 <sup>++</sup>	-
Suhu pemanasan 100°C	1,50	-	-

S.E. = 0,014

HSD 5% = 0,05

1% = 0,007

## Lampiran 8a. Sidik ragam untuk pH susu kedelai

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	0,1331				
Varietas (a)	2	0,0298	0,0148	8,71 <sup>++</sup>	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	0,0251	0,0251	14,76 <sup>++</sup>	4,41	8,2
Pemanasan (c)	2	0,0101	0,0050	2,95	3,55	6,01
a x b	2	0,0535	0,0268	12,76 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x c	4	0,0089	0,0022	1,29	2,93	4,58
b x c	2	0,0015	0,0008	0,47	3,55	6,01
a x b x c	4	0,0044	0,0021	0,65	2,93	4,58
A c a k	18	0,0311	0,0017			
Total	35	0,1642				

C.v. = 6,3%

## Lampiran 8b, Uji HSD untuk pH susu kedelai

Perlakuan	Pengolahan (kering (b <sub>0</sub> ))		Pengolahan basah (b <sub>1</sub> )		b <sub>0</sub> - b <sub>1</sub>
	Rata2	Beda	Rata2	Beda	Beda
Varietas No. 945	6,47	-	6,36	-	0,01
Varietas No. 1248	6,21	0,06	6,57	0,11 <sup>++</sup>	0,16 <sup>++</sup>
Varietas No. 1343	6,42	0,05	6,41	0,04	0,015 <sup>++</sup>

S.E. = 0,017

HSD 5% = 0,08

1% = 0,10

Lampiran 9a. Sidik ragam kadar protein susu kedelai

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	6,4146				
Varietas (a)	2	0,5573	0,2786	31,30 <sup>++</sup>	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	0,0090	0,0090	10,11 <sup>++</sup>	4,41	8,28
Pemanasan (c)	2	3,3328				
c-linier	1	3,3302	3,3303	374,18 <sup>++</sup>	4,41	8,28
c-kwadrat	1	0,0026	0,0026	0,29	4,41	8,28
a x b	2	1,3743	0,6872	77,21 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x c	4	0,3931	0,0733	8,24 <sup>++</sup>	2,93	4,58
b x c	2	0,4181	0,2090	23,49 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x b x c	4	0,3505	0,0876	9,84 <sup>++</sup>	2,93	4,58
A c a k	18	0,1607	0,0089			
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>6,5768</b>				

C.v. = 2,5%

Lampiran 9b. Uji HSD untuk kadar protein susu kedelai

Perlakuan	Pengolahan kering (b <sub>0</sub> )		Pengolahan basah (b <sub>1</sub> )		b <sub>0</sub> - b <sub>1</sub>		
	Rata2	Beda	Rata2	Beda	Beda		
Pemanasan 30°C	3,22	0,94 <sup>++</sup>	0,64 <sup>++</sup>	3,42	0,55 <sup>++</sup>	0,14	0,20 <sup>+</sup>
Pemanasan 65°C	3,86	0,30 <sup>++</sup>	-	5,56	0,41 <sup>++</sup>	-	0,30 <sup>++</sup>
Pemanasan 100°C	4,16	-	-	3,97	-	-	0,19 <sup>++</sup>

S.E. = 0,038

HSD 5% = 0,17

1% = 0,21

Lampiran 9b. Uji HSD untuk kadar protein susu kedelai (sambungan)

Perlakuan	Pengolahan kering ( $b_0$ )		Pengolahan basah ( $b_1$ )		$b_0 - b_1$ Beda	
	Rata2	Beda	Rata2	Beda		
Varietas No. 945	3,48	0,72 <sup>++</sup>	0,9	3,70	0,15	0,22 <sup>++</sup>
Varietas No. 1248	3,57	0,63 <sup>++</sup>	-	3,70	0,15	0,13 <sup>++</sup>
Varietas No. 1343	4,20	-	-	3,55	-	0,19 <sup>++</sup>

S.E. = 0,38

HSD 5% = 0,17

1% = 0,21

Lampiran 10a. Sidik ragam lapisan protein yang melapisi partikel

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	0,0000062				
Varietas (a)	1	0,0000049	0,0000049	8,00 <sup>++</sup>	3,55	6,01
Pengolahan (b)	2	0,0000075	0,0000075	25,00 <sup>++</sup>	4,41	8,28
Pemanasan (c)	2	0,0000060	0,0000030	10,00 <sup>++</sup>	4,41	8,28
a x b	2	0,0000050	0,0000025	4,33	4,41	8,28
a x c	4	0,0000040	0,0000010	0,33	2,93	4,58
b x c	2	0,0000034	0,0000017	3,67 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x b x c	4	0,0000055	0,0000014	2,67	2,93	4,58
A c a k	18	0,0000055				
Total	35	0,0000317				

Lampiran 10b. Uji HSD untuk lapisan protein yang melapisi partikel susu kedelai

Perlakuan	Pengolahan kering ( $b_0$ )		Pengolahan basah ( $b_1$ )		$b_0 - b_1$ Beda
	Rata2	beda	Rata2	Beda	
Suhu pemanasan 30°C	0,00185	-	0,00145	-	0,00040
Suhu pemanasan 65°C	0,00140	0,00045 <sup>++</sup>	0,00133	0,00012	0,00007
Suhu pemanasan 100°C	0,00153	0,00032 <sup>++</sup>	0,00113	0,00032 <sup>++</sup>	0,00040
S.E.	= 0,000069				
HSD 5%	= 0,00031				
1%	= 0,00039				

## Lampiran 11. Sidik ragam untuk Berat Jenis

Sumber	DB	DK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Ulangan	1	0,000014	0,0000140	6,36 <sup>+</sup>	4,45	8,40
a	2	0,000002	0,0000010	1	3,59	6,11
b	1	0,000005	0,0000050	2,27	4,45	8,40
c	2	0,000034	0,0000170	7,73 <sup>++</sup>	3,59	6,11
ab	2	0,000001	0,0000005	1	3,59	6,11
ac	4	0,000002	0,0000002	1	2,93	4,58
bc	2	0,000002	0,0000025	1,14	3,59	6,11
abc	4	0,000004	0,0000010	1	2,93	4,58
Acak	4	0,000038	0,0000022			
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>0,000105</b>				

C.v. = 1.4859

## Lampiran 12a. Sidik ragam untuk "suspended solid"

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	18,8531				
Varietas (a)	2	1,9185	9,9592	5,57 <sup>++</sup>	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	9,6100	9,6100	55,84 <sup>++</sup>	4,41	8,28
Pemanasan (c)	2	3,9273				
c-linier	1	3,9204	3,9204	22,78 <sup>++</sup>	4,41	8,28
c-kwadrat	1	0,0069	0,0069	0,04	4,41	8,28
a x b	2	2,9479	1,4740	8,56 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x c	4	0,1910	0,4525	2,63	2,93	4,58
b x c	2	0,2116	0,1058	0,61	3,55	6,01
a x b x c	4	0,0568	0,0142	0,08	2,93	4,58
A c a k	18	3,0975	0,1712			
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>21,9516</b>				

## Lampiran 12b. Uji HSD untuk "suspended solid"

Perlakuan	Rata-rata	B e d a
Suhu pemanasan 30°C	6,92	-
Suhu pemanasan 65°C	7,36	0,44 <sup>+</sup>
Suhu pemanasan 100°C	7,73	0,81 <sup>**</sup> 0,37

S.E. = 0,12

HSD 5% = 0,43

1% = 0,56



## Lampiran 12b. Uji HSD untuk "suspended solid"

Perlakuan	Cara kering ( $b_0$ )		Cara basah ( $b_1$ )		$b_0 - b_1$
	Rata2	Beda	Rata2	Beda	Beda
Varietas No. 945	8,15	-	6,87	-	1,28 <sup>++</sup>
Varietas No. 1248	7,13	1,02 <sup>++</sup>	6,89	0,02	0,24
Varietas No. 1343	8,20	0,05	6,71	0,18 <sup>+</sup>	1,49 <sup>++</sup>

S.E. = 0,17

HSD 5% = 0,76

1% = 0,95

## Lampiran 13a. Sidik ragam kadar air susu kedelai

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	31,1095				
Varietas (a)	2	4,7718	2,9859	1,07	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	11,1890	11,1890	5,00 <sup>+</sup>	4,41	8,28
Pemanasan (c)	2	9,7557				
c-linier	1	9,1761	9,1761	4,10	4,41	8,28
c-kwadrat	1	0,5796	0,5796	0,26	4,41	8,28
a x b	2	1,8715	0,9365	0,04	3,55	6,01
a x c	4	0,3609	0,0902	0,04	2,93	4,58
b x c	2	2,3545	1,1772	0,52	3,55	6,01
a x b x c	4	0,8063	0,2016	0,09	2,93	4,58
A c a k	18	40,3115				
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>71,4210</b>				

C.v. = 1,69%



Lampiran 14. Sidik ragam terhadap kadar lemak susu kedelai

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	2,0725				
Varietas (a)	2	0,2336	0,1160	3,67 <sup>++</sup>	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	0,0004	0,0004	0,123	4,41	8,28
Pemanasan (c)	2	0,6390	0,3195	10,11 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x b	2	0,1975	0,0988	3,13	3,55	6,01
a x c	4	0,7776	0,1944	6,15 <sup>++</sup>	2,93	4,58
b x c	2	0,0112	0,0056	0,14	3,55	6,01
a x b x c	4	0,2149	0,0537	1,70	2,93	4,58
A c a k	18	0,5397	0,0316			
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>2,0316</b>				

C.v. = 16.1%

Lampiran  $\frac{1}{16}$  Uji HSD terhadap kadar Lemak

Perla- kuan	$G_0$		$G_1$		$G_2$	
	Rata2	Beda	Rata2	Beda	Rata2	Beda
$a_1$	2,00	-	2,48	-	2,08	-
$a_2$	1,74	0,26	1,90	0,58 <sup>+</sup>	2,34	0,26
$a_3$	2,00	0,00	0,26	2,16	0,32	0,26
				2,20	0,12	0,14
					0,14	0,16

$$SE = \frac{0,0316}{2} = 0,1257$$

$$HSD \ 5\% = 0,4562$$

$$1\% = 0,5958$$



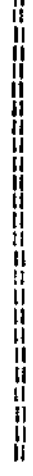
$$C_0 - C_2) (C_1 - C_2) (C_0 - C_1)$$

Beda      Beda      Beda

$$0,08 \quad 0,04 \quad 0,48^+$$

$$0,60^{++} \quad 0,44 \quad 0,16$$

$$0,20 \quad 0,04 \quad 0,16$$



Lampiran 15. Rata-rata waktu mulai pengendapan dan jumlah pengendapan.

Perlakuan	30°C		65°C		100°C	
	Waktu pengen- dapan (menit)	Jumlah pengen- dapan (%)	Waktu pengen- dapan (menit)	Jumlah peng- endapan (%)	Waktu peng- dapan (menit)	Jumlah peng- dapan (menit)
Pembuatan cara kering dengan penambahan al- kohol :	1 : ½	15,5	16,11	14,5	15,64	13
	1 : 1	11,5	13,80	11,1	13,90	10
	1 : 2	12,0	7,55	12,5	7,55	12
Pembuatan cara basah, dengan penambahan al- kohol :	1 : ½	11,5	2,22	12,5	1,66	12,5
	1 : 1	10,0	2,25	13,0	2,00	12,0
	1 : 2	13,5	2,7	14,0	2,11	13,0

Lampiran 15a. Sidik ragam waktu mulainya Pengendapan

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	53,0000				
Perbanding- an alkohol (a)	2	16,1667	8,0834	10,39 <sup>++</sup>	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	5,4444	5,4444	7,00 <sup>+</sup>	4,41	8,28
Pemanasan(c)	2	2,9000				
c-linier	1	1,5000	1,5000	1,93	4,41	8,28
c-kwadrat	1	8,0000	8,5000	10,29 <sup>++</sup>	4,41	8,29
a x b	2	7,3889	3,6944	4,75 <sup>+</sup>	3,55	6,01
a x c	4	6,3333	1,5833	2,04	2,93	3,58
b x c	2	0,0555	0,0278	0,04	3,55	6,01
a x b x c	4	8,1111	2,0278	2,61	2,93	4,58
A c a k	18	14,0000	0,7778			
Total	35	67,0000				

C.v. = 7,75%

Lampiran 15b. Uji HSD terhadap waktu mulainya pe-  
ngendapan

Perbandingan alkohol	Pengolahan kering ( $b_0$ )		Pengolahan basah ( $b_1$ )		$b_0 - b_1$ Beda
	Rata2	Beda	Rata2	Beda	
1,0 : 0,5	12,67	2,17 <sup>++</sup>	13,17	1,33	0,50
1,0 : 1,0	10,51	-	12,00	1,50	1,50
1,0 : 2,0	12,17	1,67 <sup>++</sup>	13,00	-	1,33

S.E. = 0,36

HSD 5% = 1,62

1% = 2,02

## Lampiran 16. Sidik ragam terhadap jumlah endapan

Sumber ke- ragaman	Dera- jat Bebas	Jumlah Kwadrat	Kwadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	1148,9790				
Varietas (a)	2	22,1323	11,0662	130,34 <sup>++</sup>	3,55	6,01
Pengolahan (b)	1	715,9192	715,9192	8432,53 <sup>++</sup>	4,41	8,28
Pemanasan (c)	2	180,5478				
c-linier	1	169,4452	169,4422	1984,01 <sup>++</sup>	4,41	8,28
c-kwadratik	1	11,1156	11,1156	130,93 <sup>++</sup>	4,41	8,28
a x b	2	16,6710	8,3355	98,18 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x c	4	36,3302	9,1911	108,26 <sup>++</sup>	2,93	4,58
b x c	2	136,3302	68,1651	802,89 <sup>++</sup>	3,55	6,01
a x b x c	4	40,6040	10,1510	119,56 <sup>++</sup>	2,93	4,58
A c a k	18	1,5274				
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>1150,5064</b>				

C.v. = 5.11%