

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kedelai merupakan sumber protein dan lemak nabati yang sangat penting peranannya dalam kehidupan. Kedelai mengandung 35% protein sedangkan kadar protein pada varietas unggul dapat mencapai 40 - 43 %. Kebutuhan protein sebesar 55 gram per hari dapat dipenuhi dengan makanan yang berasal dari kedelai sebanyak 157,14 gram. (Radiyah, 1992)

Salah satu produk olahan kedelai adalah susu kedelai. Susu kedelai dapat digunakan sebagai alternatif pengganti susu sapi karena mengandung gizi yang hampir sama dengan harga yang lebih murah. Protein susu kedelai memiliki susunan asam amino yang hampir sama dengan susu sapi. Kandungan protein susu kedelai mencapai 1,5 kali protein susu sapi. Selain itu, susu kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B1 vitamin B2, dan isoflavon. Kandungan asam lemak tak jenuh pada susu kedelai lebih besar serta tidak mengandung kolesterol.

Hasil penelitian di berbagai bidang kesehatan telah membuktikan bahwa konsumsi produk-produk kedelai berperan penting dalam menurunkan resiko terkena penyakit degeneratif. Hal tersebut disebabkan adanya zat isoflavon dalam kedelai. Isoflavon kedelai dapat menurunkan resiko penyakit jantung dengan membantu menurunkan kadar kolesterol darah. Studi epidemiologi juga telah membuktikan bahwa masyarakat yang secara teratur mengonsumsi makanan dari kedelai, memiliki kasus kanker payudara, kolon dan prostat yang lebih rendah (Koswara, 2006). Kedelai mengandung senyawa alami menyerupai estrogen yang disebut fitoestrogen. Wanita yang mengonsumsi kedelai lebih banyak akan memiliki usia menopause lebih tinggi dan jarang mengalami keluhan pasca menopause.

Susu kedelai memiliki dua macam bentuk yaitu cair dan bubuk. Kelemahan susu kedelai cair adalah tidak tahan lama sehingga gizi dan cita rasa berubah. Susu kedelai cair menjadi media pertumbuhan bakteri yang sempurna karena mengandung banyak gizi sehingga menjadi cepat basi.

Susu kedelai lebih banyak diproduksi dalam bentuk bubuk. Namun, susu kedelai bubuk kurang diminati oleh masyarakat karena susu cepat mengendap. Susu kedelai merupakan salah satu bentuk emulsi. Sifat emulsi pada susu kedelai cenderung kurang stabil yaitu cepat mengalami pengendapan. Endapan yang ada dalam susu kedelai merupakan zat yang terdiri

dari karbohidrat, protein dan lemak. Ketiga zat tersebut merupakan nutrisi yang diperlukan oleh tubuh. Susu kedelai yang mengandung endapan tidak disukai konsumen. Oleh karena itu diperlukan usaha untuk memperbaiki kualitas susu kedelai bubuk agar memiliki emulsi yang stabil.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Ketidakstabilan emulsi susu kedelai mengakibatkan susu mudah mengendap. Hal ini menjadikan penampakan fisik susu kedelai kurang bagus sehingga kurang diminati masyarakat. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk menjaga kestabilan emulsi susu kedelai. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan menambahkan emulsifier, yaitu suatu zat yang ditambahkan untuk memperoleh emulsi yang stabil. Emulsifier yang digunakan dalam penelitian ini adalah alginat.

Pengaruh emulsifier terhadap susu kedelai dapat diketahui dengan membandingkan data karakteristik laju pengendapan susu kedelai, yaitu laju pengendapan susu kedelai murni dengan laju pengendapan susu kedelai yang ditambah alginat.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui pengaruh penambahan alginat dengan variasi kecepatan, waktu dan suhu pengadukan terhadap laju pengendapan susu kedelai.
2. Mengetahui kondisi optimum agar diperoleh laju pengendapan susu kedelai terendah.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

1. Dapat mengetahui kondisi optimum dalam menurunkan laju pengendapan susu kedelai.
2. Mendapatkan nilai konstanta laju pengendapan susu kedelai

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 SUSU KEDELAI

Susu kedelai adalah hasil ekstraksi dari kedelai. Protein susu kedelai memiliki susunan asam amino yang hampir sama dengan susu sapi sehingga susu kedelai dapat digunakan sebagai pengganti susu sapi bagi orang yang alergi terhadap protein hewani.

Susu kedelai merupakan minuman yang bergizi karena kandungan proteinnya tinggi. Selain itu susu kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, kalsium, phosphor, zat besi, provitamin A, Vitamin B kompleks (kecuali B12), dan air. (Radiyah, 1992)

2.1.1 Kandungan Susu Kedelai

Kelebihan susu kedelai adalah tidak mengandung laktosa sehingga susu ini cocok dikonsumsi penderita intoleransi laktosa, yaitu seseorang yang tidak mempunyai enzim lactase dalam tubuhnya (Cahyadi, 2007). Untuk meningkatkan kandungan gizinya, susu kedelai dapat diperkaya dengan vitamin dan mineral yang dibutuhkan tubuh. Perbandingan antara susu kedelai, susu sapi, dan air susu ibu dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Susu Kedelai, Susu Sapi, dan Air Susu Ibu per 100 gram

Komposisi	Susu Kedelai	Susu Sapi	ASI
Air (%)	88,60	88,60	88,60
Kalori (kkal)	52,99	58,00	62,00
Protein (%)	4,40	2,90	1,40
Karbohidrat (%)	3,80	4,50	7,20
Lemak (%)	2,50	0,30	3,10
Vit. B1 (%)	0,04	0,04	0,02
Vit. B2 (%)	0,02	0,15	0,03
Vit. A (%)	0,02	0,20	0,20
Kalsium (mg)	15	100	35
Fosfor (mg)	49	90	25
Natrium (mg)	2	16	15
Besi (mg)	1,2	0,1	0,2
Asam lemak jenuh (%)	40 – 48	60 – 70	55,3
Asam lemak tidak jenuh (%)	52 – 60	30 – 40	44,7
Kolesterol (mg)	0	9,24 – 9,9	9,3 – 18,6
Abu (gram)	0,5	0,7	0,2

*)Koswara, 2006

Mutu protein dalam susu kedelai hampir sama dengan mutu protein susu sapi. Protein efisiensi rasio (PER) susu kedelai adalah 2,3 sedangkan PER susu sapi 2,5. PER 2,3 artinya, setiap gram protein yang dimakan akan menghasilkan pertambahan berat badan pada hewan percobaan (tikus putih) sebanyak 2,3 g pada kondisi percobaan baku (Cahyadi, 2007). Susu kedelai tidak mengandung vitamin B12 dan kandungan mineralnya terutama kalsium lebih sedikit daripada susu sapi. Oleh karena itu dianjurkan penambahan atau fortifikasi mineral dan vitamin pada susu kedelai yang diproduksi oleh industri besar (Anonim, 2008).

2.1.2 Manfaat Susu Kedelai

Ikatan sejumlah asam amino dengan vitamin dan beberapa zat gizi lainnya dalam biji kedelai dapat membentuk flavonoid. Flavonoid adalah sejenis pigmen seperti zat hijau daun yang terdapat pada tanaman yang berwarna hijau.

Bau langu yang terdapat pada biji kedelai adalah salah satu tanda bahwa biji kedelai mengandung flavonoid. Secara ilmiah, flavonoid sudah dibuktikan mampu mencegah dan mengobati berbagai penyakit. Salah satu jenis flavonoid yang sangat banyak terdapat pada biji kedelai dan sangat bermanfaat bagi kesehatan adalah isoflavon. Protein kedelai dan isoflavon dapat melindungi tubuh dari kerusakan radikal, meningkatkan sistem kekebalan, menurunkan resiko pengerasan arteri, penyakit jantung dan tekanan darah tinggi. Kedelai mengandung antioksidan yang dapat memperbaiki tekanan darah dan meningkatkan kesehatan pembuluh darah (Ferlina, 2009).

2.2 EMULSI

2.2.1 Pengertian Emulsi

Emulsi adalah campuran antara partikel-partikel suatu zat cair (fase terdispersi) dengan zat cair lainnya (fase pendispersi). Emulsi tersusun atas tiga komponen utama, yaitu: Fase terdispersi, fase pendispersi, dan emulsifier (Anonim, 2009).

Emulsi merupakan suatu sistem yang kurang stabil. Oleh karena itu, diperlukan suatu zat penstabil yang disebut zat pengemulsi atau emulsifier. Emulsifier dapat menstabilkan suatu emulsi karena menurunkan tegangan permukaan secara bertahap. Penurunan tegangan permukaan akan menurunkan energi bebas yang diperlukan untuk pembentukan emulsi menjadi semakin minimal. Artinya emulsi akan menjadi stabil bila ditambah emulsifier yang berfungsi menurunkan energi bebas pembentukan emulsi. Semakin rendah energi bebas pembentukan emulsi maka emulsi akan semakin stabil. Tegangan permukaan menurun karena

terjadi adsorpsi oleh emulsifier pada permukaan cairan dengan bagian ujung yang polar berada di air dan ujung hidrokarbon pada minyak.

Daya kerja emulsifier disebabkan oleh bentuk molekulnya yang dapat terikat baik dalam minyak maupun dalam air. Bila emulsifier lebih terikat pada air atau larut dalam zat yang polar maka akan lebih mudah terjadi emulsi minyak dalam air (M/A) dan sebaliknya bila emulsifier lebih larut dalam zat yang non polar, seperti minyak, maka akan terjadi emulsi air dalam minyak (A/M). Emulsifier membungkus butir-butir cairan terdispersi dengan suatu lapisan tipis sehingga tidak dapat bergabung membentuk fase kontinyu. Bagian molekul emulsifier yang non polar larut dalam lapisan luar butir-butir lemak sedangkan bagian yang polar berikatan dengan air. Pada beberapa proses, emulsi harus dipecahkan. Namun ada proses dimana emulsi harus dijaga agar tidak terjadi pemecahan emulsi. Zat pengemulsi atau emulsifier juga dikenal sebagai koloid pelindung yang dapat mencegah terjadinya proses pemecahan emulsi. Contoh aplikasi emulsifier adalah gelatin yang digunakan pada pembuatan es krim, sabun dan deterjen serta protein pada cat dan tinta elektrolit.

Emulsifier membantu terbentuknya emulsi dengan 3 jalan, yaitu :

1. Penurunan tegangan antar muka (stabilisasi termodinamika).
2. Terbentuknya film antar muka yang kaku (pelindung mekanik terhadap koalesen).
3. Terbentuknya lapisan ganda listrik, merupakan pelindung listrik dari pertikel.

Manfaat emulsifier pangan dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan utama, yaitu:

1. Untuk mengurangi tegangan permukaan antara minyak dan air, yang mendorong pembentukan emulsi dan pembentukan keseimbangan fase antara minyak, air, dan pengemulsi pada permukaan yang memantapkan antara emulsi.
2. Untuk sedikit mengubah sifat-sifat tekstur teknologi produk pangan dengan pembentukan senyawa kompleks dengan komponen-komponen pati dan protein.
3. Untuk memperbaiki tekstur produk pangan yang bahan utamanya lemak dengan mengendalikan polimorf lemak (Cahyadi, 2008).

2.2.2 Teori Pembentukan Emulsi

Beberapa teori tentang pembentukan emulsi yaitu :

- Teori Tegangan Permukaan (*Surface Tension*)

Teori ini menjelaskan bahwa emulsi terjadi bila ditambahkan suatu substansi yang menurunkan tegangan antar muka diantara 2 cairan yang tidak bercampur.

- Teori Orientasi Bentuk Baji (*Oriented Wedge*)

Teori ini menjelaskan fenomena terbentuknya emulsi karena adanya kelarutan selektif dari bagian molekul emulsifier, ada bagian yang bersifat mudah larut dalam air (hidrofil) dan ada bagian mudah larut dalam minyak (lifofil) .

- Teori Film Plastik

Teori ini menjelaskan bahwa emulsifier mengendap pada permukaan masing-masing butir tetesan fase dispersi dalam bentuk film yang plastis. (Anief,1993)

2.2.3 Kestabilan Emulsi

Bila dua larutan murni yang tidak saling campur/ larut seperti minyak dan air dicampurkan lalu dikocok kuat-kuat, keduanya akan membentuk sistem dispersi yang disebut emulsi. Secara fisik terlihat seolah-olah salah satu fasa berada di sebelah dalam fasa yang lainnya. Bila proses pengocokan dihentikan, akan terjadi pemisahan kembali. Kestabilan emulsi ditentukan oleh dua gaya, yaitu :

1. Gaya tarik-menarik yang dikenal dengan gaya London-Van Der Waals. Gaya ini menyebabkan partikel-partikel koloid berkumpul membentuk agregat dan mengendap.
2. Gaya tolak-menolak yang disebabkan oleh pertumpang-tindihan lapisan ganda elektrik yang bermuatan sama (Anonim, 2009). Gaya ini akan menstabilkan dispersi koloid.

Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas emulsi, adalah:

- Tegangan antarmuka rendah
- Kekuatan mekanik dan elastisitas lapisan antarmuka
- Tolakan listrik *double layer*
- Relatifitas fase pendispersi kecil
- Viskositas tinggi.

2.2.4 Jenis Emulsifier

Emulsifier dapat digolongkan menjadi dua yaitu emulsifier alam dan emulsifier buatan.

- Emulsifier Alam

Emulsifier alam diperoleh dari alam tanpa proses yang rumit. Dapat digolongkan menjadi tiga golongan :

1. Emulsifier alam dari tumbuh-tumbuhan

Bahan-bahan karbohidrat , bahan-bahan alami seperti akasia (gom), tragakan, agar, kondrus dan pectin. Bahan-bahan ini membentuk koloid hidrofilik bila ditambahkan ke dalam air dan umumnya menghasilkan emulsi m/a.

a. Gom arab

Sangat baik untuk emulsifier tipe O/W dan untuk obat minum. Kestabilan emulsi yang dibuat dengan gom arab berdasarkan 2 faktor yaitu :

- Kerja gom sebagai koloid pelindung
- Terbentuknya cairan yang cukup kental sehingga laju pengendapan cukup kecil sedangkan masa mudah dituang (tikotropi).

b. Tragacanth

c. Agar-agar

d. Chondrus

2. Emulsifier alam dari hewan

Zat-zat protein seperti : gelatin, kuning telur, kasein, dan adeps lanae. Bahan-bahan ini menghasilkan emulsi tipe m/a. Kerugian gelatin sebagai suatu zat pengemulsi adalah sediaan menjadi terlalu cair dan menjadi lebih cair pada pendinginan.

3. Emulsifier alam dari tanah mineral

Zat padat yang tergolong halus, seperti tanah liat koloid termasuk bentonit, magnesium hidroksida dan aluminium hidroksida. Umumnya membentuk emulsi tipe m/a bila bahan padat ditambahkan ke fase air jika jumlah volume air lebih besar dari minyak. Jika serbuk bahan padat ditambahkan dalam minyak dan volume fase minyak lebih banyak dari air, suatu zat seperti bentonit sanggup membentuk suatu emulsi a/m. Selain itu juga terdapat Veegum / Magnesium Aluminium Silikat

- Emulsifier Buatan

Contoh emulsifier buatan adalah sabun, Tween 20, 40, 60, 80 dan Span 20, 40, 80.

(Andre, 2009)

2.3 ALGINAT

Asam alginat adalah suatu polisakarida yang terdiri dari D-mannuronic acid dan L-guluronic acid yang merupakan asam-asam karbosiklik (R-COOH) dengan perbandingan mannuronic acid/guluronic acid antara 0,3–2,35.

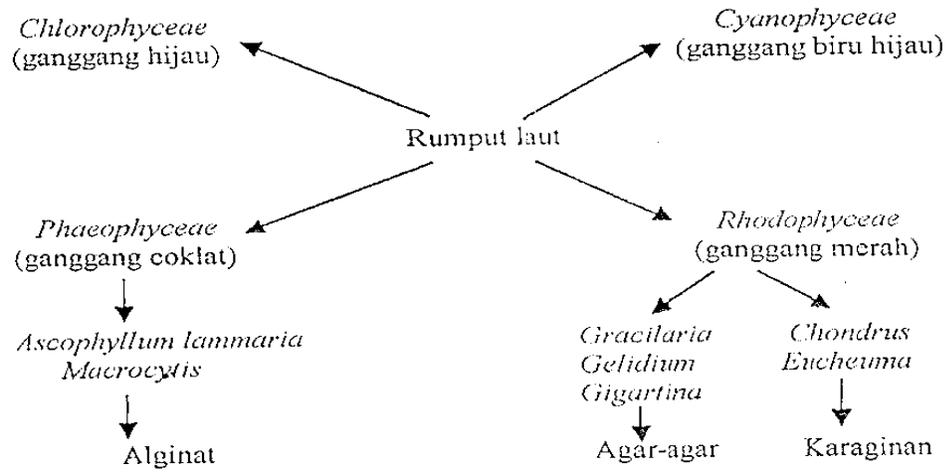
Alginat dapat diperoleh dari hasil pengendapan rumput laut dengan alkohol, pengeringan dengan alat (*drum drying*), dan pembekuan. Jenis alkohol yang dapat digunakan untuk pemurnian hanya terbatas pada metanol, etanol, dan isopropanol (Winarno, 1990).

Alginat digunakan dalam bentuk garam misalnya garam sodium, kalsium, potasium dan amonium dan juga dalam bentuk ester seperti propylene glycol alginat. Sodium alginat

komersil mempunyai berat molekul antara 32.000-200.000 dengan derajat polimer 180 – 930. Asam alginat dan garam kalsiumnya sangat sedikit larut dalam air, sedangkan garam sodium, potasium dan amonium serta propylene esternya larut dalam air panas dan air dingin.

2.3.1 Sumber Alginat

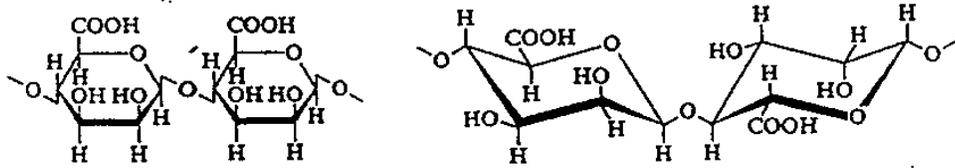
Alginat diekstrak dari rumput laut coklat (*Phaeophyceae*), misalnya *Ascophyllum* sp., *Macrocystis* sp., *Laminaria* sp., dan *Sargassum* sp (Rachmat, 1999).



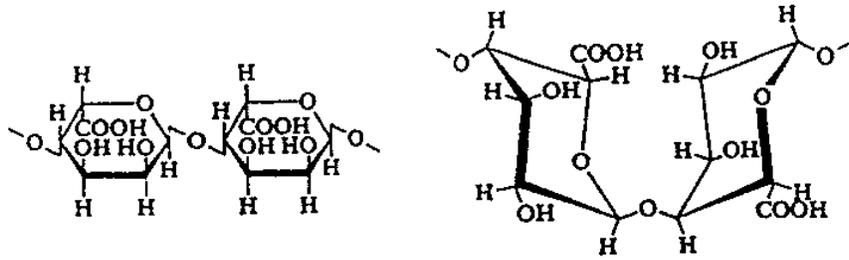
Gambar 2.1 Bagan pembagian alga berdasarkan pigmen yang dikandung (Winarno, 1990)

2.3.2 Jenis dan Sifat Fisika-Kimia Alginat

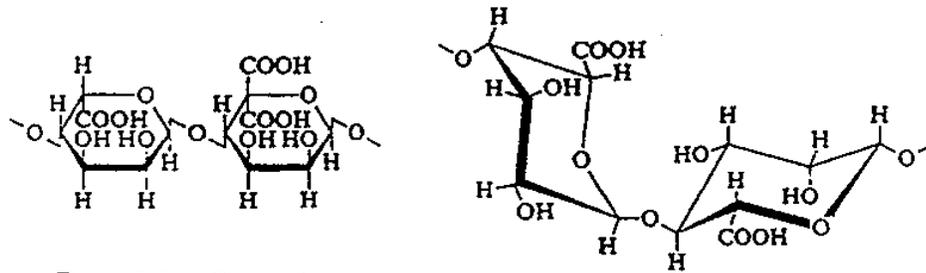
Alginat merupakan suatu kopolimer linear yang terdiri dari dua monomeril, yaitu asam D-mannuronat dan asam L-guluronat. Alginat terdapat dalam semua jenis alga coklat (*Phaeophyta*) yang merupakan salah satu komponen utama penyusun dinding sel. Alginat yang ditemukan dalam dinding sel alga coklat tersebut terdiri atas garam-garam kalsium, magnesium, natrium dan kadium alginat (Kirk & Othmer, 1993). Rumus molekul alginat adalah $(C_6H_{10}O_7)_n$ dimana n adalah bilangan yang berkisar antara 80 dan 83 (Chapman, 1980).



Bentuk konfigurasi asam D-mannuronat-asam D-mannuronat



Bentuk konfigurasi asam L-guluronat-asam D-guluronat



Bentuk konfigurasi asam D-guluronat-asam L-mannuronat

Gambar 2.2 Struktur Alginat (Rasyid, 2005)

Bobot molekul alginat bervariasi, tergantung pada jenis alginat, sumber bahan baku yang digunakan dan cara penyiapan bahan baku. Bobot molekul alginat berkisar antara 350.000 -1.500.000.

Komposisi monomer-monomer penyusun alginat dari beberapa jenis alga dapat dilihat pada Tabel 2.2. Berdasarkan tabel 2.2, terlihat bahwa perbedaan komposisi monomer-monomer penyusun alginat ditentukan oleh perbedaan jenis bahan bakunya.

Tabel 2.2 Komposisi monomer-monomer penyusun alginat

Jenis Makroalga	M:G	% M	% G	% MM	% GG	% MG
<i>Laminaria hyperborean</i>						
- Batang	0,45	30	70	18	58	24
- Daun	1,20	55	45	36	26	38
<i>L. digitata</i>	1,20	55	45	39	29	29
<i>L. japonica</i>	1,86	-	-	-	-	-
<i>L. ochotensis</i>	3,15	-	-	-	-	-
<i>L. religiosa</i>	2,42	-	-	-	-	-
<i>Kjellmaniella crassifolia</i>	1,75	-	-	-	-	-
<i>Eisenia bicyclis</i>	1,74	-	-	-	-	-
<i>Ecklonia cava</i>	1,85	-	-	-	-	-
<i>E. maxima</i>	1,20	65	45	38	28	28
<i>E. radiata</i>	1,60	-	-	-	-	-
<i>Macrocystis pyrifera</i>	1,50	60	40	40	20	40
<i>Lessonia sp.</i>	1,95	-	-	-	-	-
<i>L. nigrescens</i>	1,50	60	40	43	23	34
<i>Acophyllum nodosum</i>	3,35	77	23	69	15	16
<i>Durvillaea potasorum</i>	3,35	77	23	69	15	16
<i>D. Antarctica</i>	3,0	-	-	-	-	-
<i>Hizikia fusiformis</i>	1,90	-	-	-	-	-
<i>Sargassum patens</i>	5,28	-	-	-	-	-
<i>S. horneri</i>	0,93	-	-	-	-	-
<i>S. ringgoldianum</i>	0,63	-	-	-	-	-
<i>S. saganianum</i>	0,76	-	-	-	-	-
<i>S. thunbergii</i>	2,10	-	-	-	-	-
<i>S. kjellmaninum</i>	0,66	-	-	-	-	-
<i>S. henziophyllum</i>	1,17	-	-	-	-	-

(Nishide, 1987)

Keterangan : M= asam D-mannuronat; G= asam L-guluronat

Asam alginat yang dihidrolisis dengan asam akan menghasilkan tiga macam komponen yaitu polyguluronan, polymannuronan dan segmen campuran antara mannuronan dan guluronan. Rasio dari ketiga komponen tergantung dari jenis alginofitnya. Jumlah polyguluronat dalam *Laminaria hyperborean*, sp adalah 69%, poymannuront 31% sedangkan polymannuronat dalam *Macrocystis pyrifera* sebanyak 61% dan polyguluronat 39%.

Sifat fisika dan kimia alginat antara lain :

1. Alginat bersifat koloid, membentuk gel dan hidrofilik.
2. Alginat dalam bentuk asam alginat tidak larut dalam air dingin maupun air panas tetapi dapat segera mengembang dalam air karena kemampuannya mengisap gugus hidroksi yang dimiliki.
3. Alginat memiliki kemampuan berikatan dengan kation-kation dan membentuk senyawa polivalen. Polivalen yang terbentuk merupakan suatu senyawa dengan molekul lebih

besar, viskositas yang lebih baik, serta kekuatan gel yang lebih tinggi. Kemampuan berikatan dengan kation-kation merupakan salah satu dasar pengembangan produk-produk alginat dalam berbagai macam pemanfaatan (Chapman, 1980).

4. Alginat yang memiliki rasio komponen antara mannuronat dan guluronat kurang dari satu akan memiliki sifat bioaktif yang tinggi. Sifat struktur gel alginat akan lebih kenyal apabila rasio komponen antara mannuronat dan guluronat lebih dari satu.

(Rachmat, 1999)

Secara visual asam alginat berwarna putih sedangkan natrium alginat berwarna gading. Adanya natrium yang ada dalam alginat menyebabkan kadar abu lebih tinggi dibanding asam alginat. Selain itu sifat natrium alginat hidroskopis yang menyebabkan kadar air natrium alginat lebih tinggi daripada asam alginat. Asam alginat tidak larut dalam air dingin, alkohol, eter dan gliserol namun sedikit larut dalam air mendidih. Dalam suasana lembab membutuhkan banyak waktu menyerap air, tidak mereduksi larutan fehling, tetapi bila dipanaskan dalam keadaan kering atau dididihkan dengan asam encer membentuk bahan pereduksi. Larutan Na-alginat, dan Mg-alginat dalam air tidak mempunyai rasa, tidak berbau dan hampir tidak berwarna.

2.3.3 Manfaat Alginat

Pemanfaatan alginat pada industri biasanya digunakan sebagai stabilisator, pengental (pengikat air), pembentuk gel, pengemulsi, dan pencegah kristalisasi, seperti terlihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Beberapa Contoh Pemanfaatan Alginat

Pemanfaatan Alginat	Contoh
Pembentuk gel	Makanan ternak, pengolahan buah-buahan, sayuran, ikan dan daging (agar tetap dalam keadaan segar), pudding, makanan pencuci mulut, krim roti, jeli, gel penyejuk udara dan pupuk cair
Pengental	Makanan beku, pengisi kue kering, sirup, lapisan gula pada roti, lapisan kertas, bahan perekat dan pencelup tekstil
Pengemulsi	Kuah selada, cat emulsi kasein, disinfektan, produk-produk lemak
Penstabil	Bir (digunakan propilen glikol alginat), jus buah, sirup, lapisan kue, saus dan kuah daging, es krim, lateks
Pengikat	Keramik
Pembentuk filmstrip	Lapisan daging dan ikan, lapisan kue, pembuatan kertas

*) Nishide, 1987

2.3.4 Standar Mutu Alginat

Persyaratan alginat komersial umumnya mengacu pada standar mutu internasional seperti yang dibuat oleh Food Chemical Codex (FCC), Cottrell dan Kovacs, dan Extra Farmakope Indonesia (EFI) seperti tercantum dalam tabel 2.4.

Tabel 2.4 Standar Mutu sodium Alginat

Karakteristik	FCC	C&K	EFI
Kadar abu	18-27%	23%	18-24% *) 18-27% **)
Kadar air	< 15%	13%	< 15% *) **)
Suhu pengabuan	-	480°C	-
Warna	-	Gading	Kuning gading
Kemurnian	90,8-106,5%	-	-

Keterangan : *) Mengikuti Ekstra Farmakope Indonesia (1974) dan The United States Pharmacopeia the National Formulary (1985); **) Sodium Alginat Komersial; C&K: spesifikasi untuk grade makanan.

2.3.5 Ekstraksi Alginat

Sampel Sargassum sebanyak 50 gr dicuci dengan larutan HCl kemudian dicuci dengan aquades untuk menghilangkan sisa asam. Larutan Na₂CO₃ dimasukkan ke dalam sampel yang sudah dicuci sambil diaduk sampai menjadi pasta. Pasta yang sudah terbentuk diencerkan dengan aquades sambil diaduk, kemudian disaring. Larutan NaOCl ditambahkan ke dalam filtrat sebagai pemucat kemudian ditambahkan larutan HCl sehingga terbentuk asam alginat. Asam alginat yang terbentuk ditambahkan larutan Na₂CO₃. Isopropanol 96% ditambahkan ke dalam campuran untuk memudahkan penyaringan. Endapan beserta kertas saring dikeringkan dengan microwave pada suhu 60°C.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 VARIABEL

3.1.1 Variabel Tetap

Konsentrasi susu kedelai : 20.000 ppm

Pengambilan data absorbansi tiap 10 menit

3.1.2 Variabel berubah

Berat alginat : 3%, 5%, 7, 9%

Kecepatan pengadukan : 240, 420, 600, 780, 960 dan 1140 rpm

Waktu pengadukan : 3, 5, 7, 9, 11 menit

Suhu pelarutan : 30°C, 50°C, 70°C, 90°C

3.1.2 Metode yang Digunakan

Metode yang digunakan adalah dengan membuat tabel dan grafik dari hasil pencampuran susu kedelai dengan alginat yang diperoleh sehingga dapat diketahui kondisi optimum dari variabel berubah.

3.2 RESPON ATAU PENGAMATAN

Respon yang diambil dalam penelitian ini adalah data absorbansi, konsentrasi, dan laju pengendapan

3.3 CARA PENGOLAHAN DATA

Data hasil yang diperoleh pada variabel yang berbeda dibuat tabel dan grafik sehingga kondisi optimum dapat diketahui.

3.4 ANALISA PENELITIAN

Absorbansi

Absorbansi merupakan banyaknya cahaya yang dapat diserap oleh suatu bahan. Pengukuran terhadap absorbansi dapat dilakukan menggunakan alat spektrofotometer. Semakin tinggi nilai absorbansi suatu bahan maka bahan tersebut memiliki kemampuan menyerap cahaya semakin banyak. Pengukuran nilai absorbansi suatu bahan dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer.

Konsentrasi

Konsentrasi adalah pernyataan banyaknya partikel yang terlarut dalam larutan. Konsentrasi dapat dinyatakan dalam ppm (part per million) atau mg/L. Makin tinggi konsentrasi menandakan makin banyaknya partikel yang terlarut dalam suatu larutan. Konsentrasi susu kedelai diukur menggunakan alat spektrofotometer. Larutan yang akan diukur konsentrasi dimasukkan dalam cuvet kemudian dibaca nilai absorbansinya sehingga diperoleh nilai konsentrasi dengan bantuan kurva standar.

Laju Pengendapan

Laju pengendapan merupakan kecepatan suatu larutan untuk mengendap. Laju pengendapan dinyatakan dalam satuan konsentrasi per waktu (ppm/menit). Nilai laju pengendapan dihitung dengan membuat grafik hubungan waktu vs konsentrasi. Nilai laju pengendapan yang tinggi mengindikasikan suatu bahan mudah mengendap.

Perhitungan laju pengendapan (Levenspiel,1972) :

$$\begin{aligned}\frac{dC_A}{dt} &= kC_A \\ \int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A} &= \int_0^k k dt \\ -\ln(C_A/C_{A0}) &= kt \\ C_{A0} - C_A &= k \cdot t\end{aligned}$$

Keterangan:

C_{A0} : konsentrasi pada awal pembuatan $t=0$

C_A : konsentrasi pada saat waktu= t

t : waktu (menit)

k : laju pengendapan (ppm/menit)

3.5 BAHAN DAN ALAT YANG DIGUNAKAN

3.5.1 Bahan

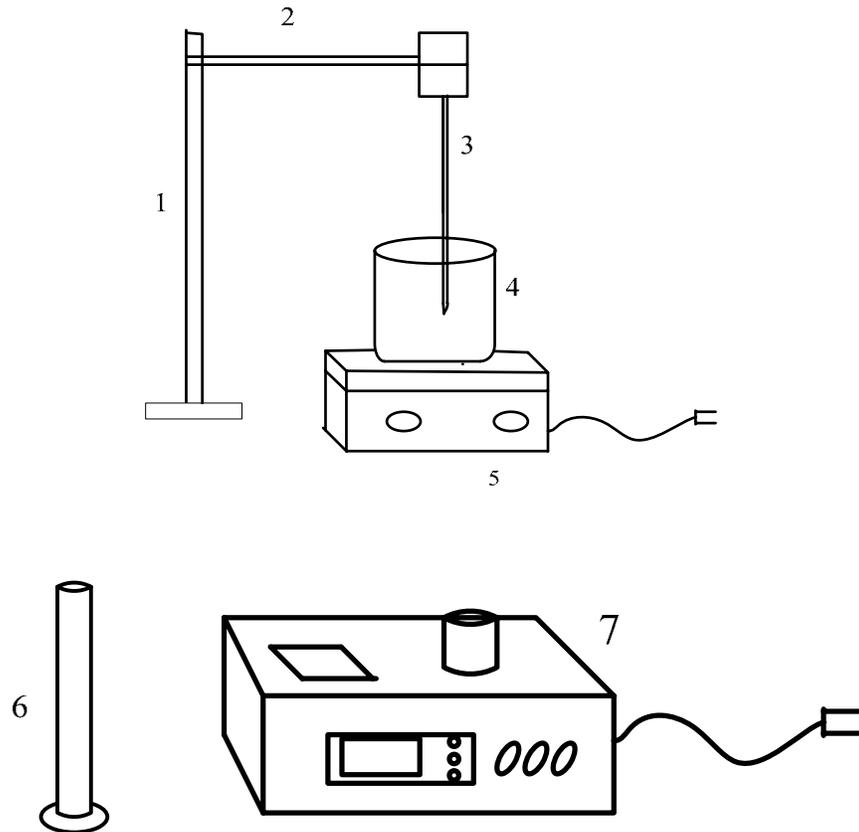
1. Susu kedelai
2. Sodium alginat
3. Aquadest

3.5.2 Alat

1. Beaker glass
2. Gelas ukur
3. Hot plate magnetik stirer
4. Pipet tetes

5. Spektrofotometer
6. Termometer

3.6 GAMBAR RANGKAIAN ALAT



Gambar 3.1 Rangkaian Alat Pencampuran Susu Kedelai dengan Alginat

Keterangan :

1. Statif
2. Klem
3. Termometer
4. Beaker glass
5. Hot plate magnetic stirrer
6. Gelas ukur
7. Spektrofotometer

3.7 PROSEDUR KERJA

3.7.1 Pembuatan kurva standar

1. Mencari panjang gelombang susu kedelai yang sesuai dengan cara mengatur λ hingga diperoleh absorbansi maksimum.
2. Membuat larutan susu kedelai dengan konsentrasi 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 5.000, 6.000, 7.000, 8.000, 9.000 dan 10.000 ppm pada suhu 30°C.
3. Mengaduk larutan susu kedelai dengan menggunakan magnetic stirrer untuk mendapatkan larutan yang homogen.
4. Mengukur nilai absorbansi masing-masing larutan susu kedelai menggunakan spektrofotometer.
5. Membuat kurva standar konsentrasi vs absorbansi dari data nilai absorbansi (A) pada masing-masing larutan

3.7.2 Penentuan Laju Pengendapan Susu Kedelai tanpa Penambahan Alginat

1. Membuat larutan susu kedelai dengan konsentrasi 20.000 ppm pada suhu 30°C.
2. Mengaduk larutan susu kedelai dengan stirrer untuk mendapatkan larutan yang homogen selama 5 menit.
3. Mengamati pengendapan susu kedelai dalam gelas ukur.
4. Mengukur absorbansi larutan susu kedelai setiap sepuluh menit.
5. Membaca konsentrasi larutan susu dengan bantuan kurva standar.
6. Menghitung nilai laju pengendapan susu kedelai dengan membuat grafik waktu pengendapan vs $-\ln(C_0/C_t)$. Harga laju pengendapan susu kedelai adalah slope dari linearisasi grafik tersebut.

3.7.3 Penentuan Laju Pengendapan Susu Kedelai dengan Variabel Berat Penambahan Alginat

1. Membuat larutan susu kedelai dengan konsentrasi 20.000 ppm pada suhu 30°C.
2. Menambahkan alginat ke dalam larutan susu kedelai dengan berat tertentu.
3. Mengaduk larutan susu kedelai dengan stirrer untuk mendapatkan larutan yang homogen selama 5 menit.
4. Mengamati pengendapan susu kedelai dalam gelas ukur.
5. Mengukur absorbansi larutan susu setiap sepuluh menit
6. Membaca konsentrasi larutan susu dengan bantuan kurva standar.

7. Menghitung nilai laju pengendapan susu kedelai dengan membuat grafik waktu pengendapan vs $-\ln(Ca/Ca_0)$. Harga laju pengendapan susu kedelai adalah slope dari linearisasi grafik tersebut.

3.7.4 Penentuan Laju Pengendapan Susu Kedelai Dengan Variabel Skala Pengadukan

1. Membuat larutan susu kedelai dengan konsentrasi 20000 ppm pada suhu 30°C.
2. Menambahkan % berat alginat optimum ke dalam larutan susu kedelai
3. Mengaduk larutan susu kedelai dengan stirrer pada kecepatan tertentu sesuai variabel (Kecepatan pengadukan 240, 420, 600, 780, 960 dan 1140 rpm) untuk mendapatkan larutan yang homogen selama 5 menit.
4. Mengamati pengendapan susu kedelai dalam gelas ukur.
5. Mengukur absorbansi larutan susu setiap sepuluh menit.
6. Membaca konsentrasi larutan susu dengan bantuan kurva standar.
7. Menghitung nilai laju pengendapan susu kedelai dengan membuat grafik waktu pengendapan vs $-\ln(Ca/Ca_0)$. Harga laju pengendapan susu kedelai adalah slope dari linearisasi grafik tersebut.

3.7.5 Penentuan Laju Pengendapan Susu Kedelai Dengan Variabel Waktu Pengadukan

1. Membuat larutan susu kedelai dengan konsentrasi 20000 ppm pada suhu 30°C.
2. Menambahkan % berat alginat optimum ke dalam larutan susu kedelai.
3. Mengaduk larutan susu kedelai dengan stirrer pada kecepatan pengadukan optimum untuk mendapatkan larutan yang homogen selama 3, 5, 7, 9 dan 11 menit.
4. Mengamati pengendapan susu kedelai dalam gelas ukur.
5. Mengukur absorbansi larutan susu setiap sepuluh menit.
6. Membaca konsentrasi larutan susu dengan bantuan kurva standar.
7. Menghitung nilai laju pengendapan susu kedelai dengan membuat grafik waktu pengendapan vs $-\ln(Ca/Ca_0)$. Harga laju pengendapan susu kedelai adalah slope dari linearisasi grafik tersebut.

3.7.6 Penentuan Laju Pengendapan Susu Kedelai Dengan Variabel Suhu Pelarutan

1. Membuat larutan susu kedelai dengan konsentrasi 20.000 ppm.
2. Menambahkan % berat alginat optimum ke dalam larutan susu kedelai ke dalam larutan susu kedelai pada saat suhu sesuai variabel (30°C, 50°C, 70°C, 80°C).

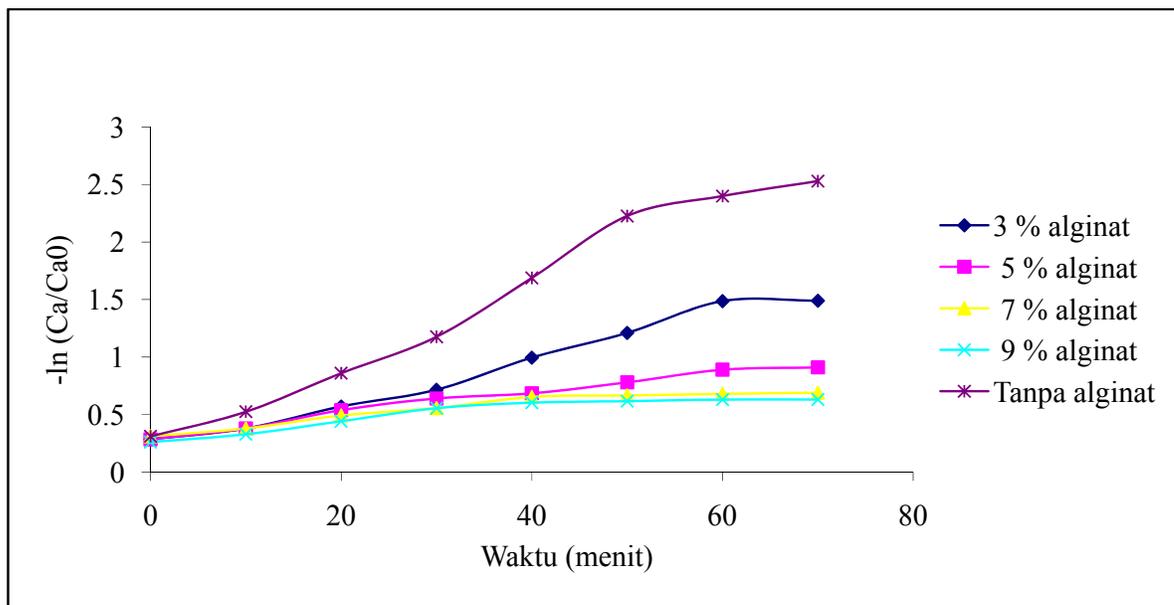
3. Mengaduk larutan susu kedelai dengan stirrer pada kecepatan dan waktu pengadukan optimum.
4. Mengamati pengendapan susu kedelai dalam gelas ukur.
5. Mengukur absorbansi larutan susu setiap sepuluh menit.
6. Membaca konsentrasi larutan susu dengan bantuan kurva standar.
7. Menghitung nilai laju pengendapan susu kedelai dengan membuat grafik waktu pengendapan vs $-\ln(Ca/Ca_0)$. Harga laju pengendapan susu kedelai adalah slope dari linearisasi grafik tersebut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PENGARUH PENAMBAHAN ALGINAT TERHADAP LAJU PENGENDAPAN SUSU KEDELAI

Pengaruh penambahan alginat terhadap laju pengendapan susu kedelai dapat dilihat pada tabel 4.1



Gambar 4.1 Grafik Waktu vs $-\ln (Ca/Ca_0)$ Pada Berbagai Penambahan Alginat

Dari gambar 4.1 Dapat dilihat bahwa untuk penambahan alginat yang sama, perubahan konsentrasi susu kedelai berbanding lurus dengan waktu. Namun, suatu ketika perubahan konsentrasi cenderung konstan sehingga dapat dikatakan pengendapan susu kedelai hampir berhenti. Semakin besar penambahan alginat maka delta perubahan konsentrasinya akan semakin kecil. Perhitungan nilai laju pengendapan dapat diperoleh dari slope linearisasi grafik tersebut, seperti yang disajikan pada tabel 4.1

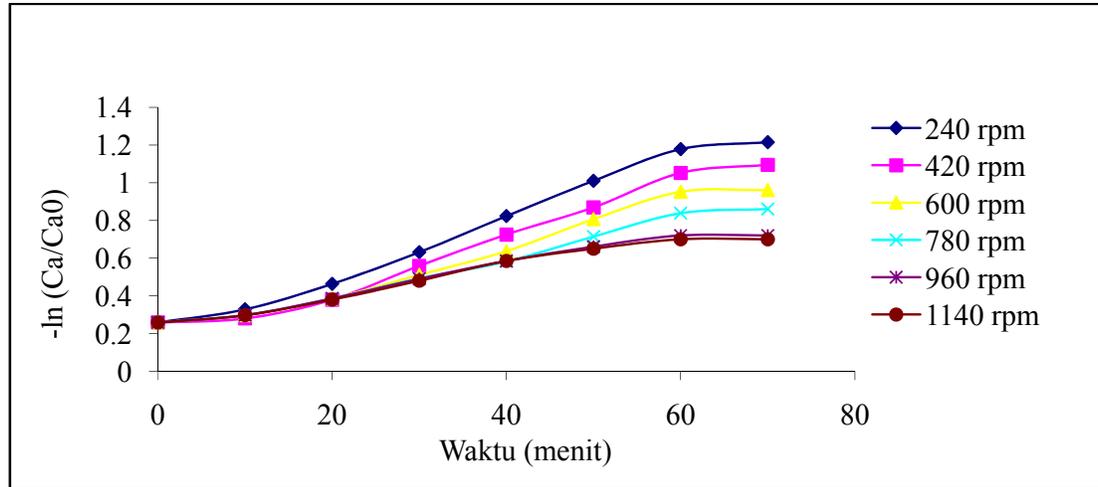
Tabel 4.1 Laju Pengendapan Susu Kedelai Pada Berbagai Penambahan Alginat

Penambahan Alginat (%)	Laju Pengendapan Susu Kedelai (ppm/menit)
0	0,0352
3	0,0193
5	0,0095
7	0,0057
9	0,0056

Hasil penelitian diperoleh harga laju pengendapan berkisar antara 0,0056 ppm/menit (penambahan alginat sebanyak 9%) sampai 0,0352 ppm/menit (tanpa penambahan alginat). Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan alginat memberikan nilai laju pengendapan yang lebih rendah. Harga laju pengendapan terendah ada pada penambahan alginat sebanyak 7%. Penambahan alginat 9% tidak memberikan hasil yang signifikan. Hal tersebut dapat diketahui dari laju pengendapan yang hampir sama dengan penambahan alginat 7% yaitu sebesar 0,0056 ppm/menit.

Pada sistem emulsi terjadi perbedaan tegangan bidang batas antara fase terdispersi dan fase kontinyu dalam susu kedelai yang tidak dapat bercampur. Tegangan yang terjadi antara dua fase tersebut dinamakan tegangan bidang batas. Semakin tinggi perbedaan tegangan yang terjadi pada bidang batas mengakibatkan kedua fase tersebut semakin sulit bercampur. Penambahan alginat dapat menurunkan tegangan permukaan yang terjadi pada bidang batas sehingga antara kedua fase tersebut akan mudah bercampur (Andrea, 2009). Semakin tinggi tegangan permukaan pada suatu bidang akan menyebabkan dua fase yang berbeda akan susah untuk bercampur (stabil) dikarenakan adanya pembentukan permukaan baru.

4.2 PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP LAJU PENGENDAPAN SUSU KEDELAI



Gambar 4.2 Grafik Waktu vs $-\ln (Ca/Ca_0)$ Pada Berbagai Kecepatan Pengadukan

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa untuk kecepatan pengadukan yang sama, perubahan konsentrasi susu kedelai berbanding lurus dengan waktu. Namun, suatu ketika perubahan konsentrasi cenderung konstan sehingga dapat dikatakan pengendapan susu kedelai hampir berhenti. Perhitungan nilai laju pengendapan dapat diperoleh dari slope linearisasi grafik tersebut, seperti yang disajikan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Laju Pengendapan Susu Kedelai Pada Berbagai Kecepatan Pengadukan

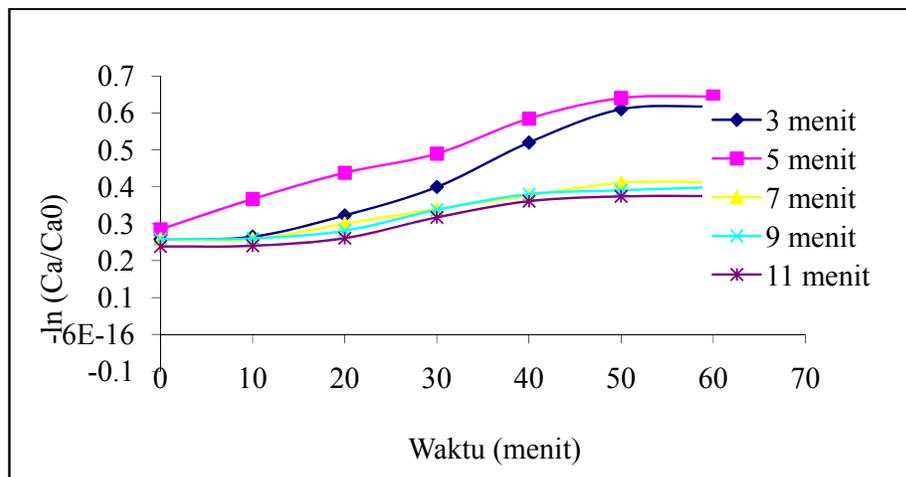
Kecepatan Pengadukan (rpm)	Laju Pengendapan Susu Kedelai (ppm/menit)
240	0,0152
420	0,0135
600	0,0114
780	0,0095
960	0,0064
1140	0,0062

Hasil penelitian diperoleh harga laju pengendapan berkisar antara 0,0062 ppm/menit sampai 0,0152 ppm/menit. Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan memberikan nilai laju pengendapan yang rendah. Harga laju

pengendapan terendah dimulai pada kecepatan pengadukan 960 rpm. Kecepatan pengadukan 1140 rpm tidak memberikan pengaruh yang signifikan sehingga dapat dikatakan kecepatan pengadukan optimum adalah 960 rpm..

Pengadukan mengakibatkan terjadinya tumbukan antar partikel terdispersi. Pengadukan dengan kecepatan tinggi akan memberikan energi kinetik yang dapat menggerakkan cairan sehingga dapat mendispersikan fase terdispersi ke dalam medium dispersinya.

4.3 PENGARUH WAKTU PENGADUKAN TERHADAP LAJU PENGENDAPAN SUSU KEDELAI



Gambar 4.3 Grafik Waktu vs $-\ln (Ca/Ca_0)$ Pada Berbagai Waktu Pengadukan

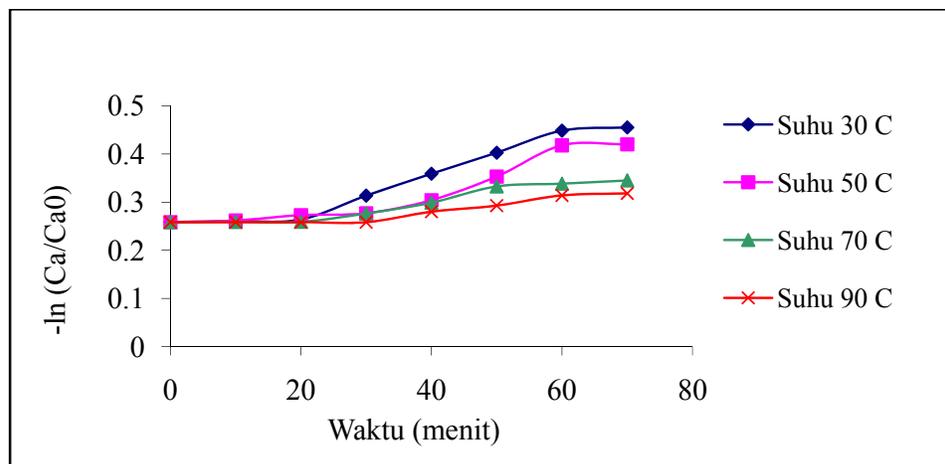
Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa untuk waktu pengadukan yang sama, perubahan konsentrasi susu kedelai berbanding lurus dengan waktu. Namun, suatu ketika perubahan konsentrasi cenderung konstan sehingga dapat dikatakan pengendapan susu kedelai hampir berhenti. Perhitungan nilai laju pengendapan dapat diperoleh dari slope linearisasi grafik tersebut, seperti yang disajikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Laju Pengendapan Susu Kedelai Pada Berbagai Waktu Pengadukan

Waktu Pengadukan (menit)	Laju Pengendapan Susu Kedelai (ppm/menit)
3	0,0070
5	0,0063
7	0,0029
9	0,0029
11	0,0028

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pengadukan memberikan nilai laju pengendapan yang rendah. Laju pengendapan terendah diperoleh dari waktu pengadukan 7 menit. Pengadukan selama 11 menit kurang memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari nilai laju pengendapan yang hampir sama yaitu 0,0028 ppm/menit. Pengadukan mengakibatkan terjadinya tumbukan antar partikel terdispersi. Semakin lama waktu pengadukan maka tumbukan antar partikel terdispersi akan semakin banyak. Bila tumbukan terjadi terus-menerus maka terjadi transfer massa. Hal itu mengakibatkan ukuran partikel menjadi semakin kecil. Ukuran partikel yang kecil biasanya sukar homogen karena gaya kohesivitasnya tinggi sehingga cenderung memisah.

4.4 PENGARUH SUHU PENCAMPURAN TERHADAP LAJU PENGENDAPAN SUSU KEDELAI



Gambar 4.4 Grafik Waktu vs $-\ln (Ca/Ca_0)$ Pada Berbagai Suhu Pencampuran

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa untuk suhu pencampuran yang sama, perubahan konsentrasi susu kedelai berbanding lurus dengan waktu. Namun, suatu ketika perubahan konsentrasi cenderung konstan sehingga dapat dikatakan pengendapan susu kedelai hampir berhenti. Perhitungan nilai laju pengendapan dapat diperoleh dari slope linearisasi grafik tersebut, seperti yang disajikan pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Laju Pengendapan Susu Kedelai Pada Berbagai Suhu Pengadukan

Suhu (°C)	Laju Pengendapan k (ppm/menit)
30	0,0030
50	0,0026
70	0,0015
90	0,0009

Suhu fase kontinyu, dalam hal ini adalah air memengaruhi kelarutan fase terdispersi yaitu lemak. Kenaikan suhu akan menaikkan kelarutan fase terdispersi. Pada tabel 4.4, turunnya nilai laju pengendapan disebabkan oleh peningkatan suhu. Peningkatan suhu terhadap emulsi menimbulkan semakin banyak fase terdispersi yang terlarut sehingga menjadi lebih stabil. Semakin tinggi suhu sistem emulsi maka semakin besar energi kinetik yang dimiliki partikel-partikel fase pendispersinya. Hal tersebut akan memperbesar kecepatan gerak Brown dari partikel-partikel fase terdispersi. Demikian pula sebaliknya, semakin rendah suhu sistem, maka gerak Brown semakin lambat. Dengan adanya gerak Brown ini maka partikel emulsi terhindar dari pengendapan karena terus-menerus bergerak sehingga emulsi menjadi stabil.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

- 5.1.1** Peningkatan penambahan alginat, kecepatan, waktu dan suhu pengadukan menurunkan laju pengendapan susu kedelai.
- 5.1.2** Laju pengendapan terendah diperoleh pada saat penambahan alginat sebanyak 7%, kecepatan pengadukan 960 rpm, waktu pengadukan selama 7 menit, dan suhu 90°C.

5.2 SARAN

- 5.2.1** Sebelum menggunakan alat spektrofotometer, perlu melakukan studi pustaka tentang panjang gelombang dari sampel yang akan dianalisa sehingga diperoleh data absorbansi yang tepat.
- 5.2.2** Sebelum melakukan penelitian optimasi, lakukan penelitian pendahuluan untuk mendapatkan rentang nilai variabel yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andre. 2009. Tugas Kuliah (Emulsi dan Suspensi). <http://andre774158.wordpress.com> (7 Oktober 2009)
- Anief, M., 2000. Ilmu Meracik Obat. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Anonim. 2008. Susu Sapi vs Susu Kedelai. <http://valinano.multiply.com> (10 Oktober 2009)
- Anonim. 2009. Unsolved Problem in Chemistry. www.forumsains.com (7 Oktober 2009)
- Cahyadi, W., 2007. Teknologi dan Khasiat Kedelai. Bumi Aksara, Jakarta.
- Cahyadi, W., 2008. Analisis & Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan. Bumi Aksara, Jakarta.
- Chapman, V.J. Chapman. 1980. Seaweed and Their Uses. Chapman and Hall. London. P.223-240
- Ferlina, S., 2009. Khasiat Susu Kedelai. www.khasiatku.com (7 Oktober 2009)
- Kirk and Othmer. 1994. Encyclopedia of Chemical Technology. Fourth Edition. Volume 12. John Wiley & Sons, New York.
- Koswara, S. 2006. Isoflavon Senyawa Multi Manfaat Dalam Kedelai. www.ebookpangan.com (8 Oktober 2009)
- Nishide, E., H. Anzal and N. Uchida, 1987. A Comparative Investigation on The Water-Soluble and The Alkali-Soluble Alginates From Various Japanese Brown Algae. Nippon Suisan Gakkaishi, 53(7): 1215-1219
- Rachmat, R., 1999. Prosidings Pra Kipnas VII Forum Komunikasi I Ikatan Fikologi Indonesia (IFI). Serpong, gedung DRN, Pusintek.
- Radiyati, T., 1992. Pengolahan Kedelai. Subang : BPTTG Puslitbang Fisika Terapan-LIPI.
- Rasyid, A., Oseana, Volume XXX, Nomor 1, 2005: 9-14
- Voight, R., 1995. Buku Pelajaran Tekhologi Farmasi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Winarno F.G., 1990, Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Edisi I, Pustaka Sinar.