

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Santan Kelapa**

Santan diperoleh melalui ekstraksi daging buah kelapa yang dihaluskan dengan atau tanpa penambahan air. Terdapat beberapa cara untuk mengekstraksi santan, umumnya dengan memeras daging buah kelapa parutan<sup>[5]</sup>.

Daging buah kelapa yang diamati di bawah mikroskop memperlihatkan struktur sel panjang yang dipenuhi oleh cairan dan globula-globula minyak dalam cairan. Globula minyak dan cairan tersebut yang diperas sebagai santan. Santan kelapa merupakan sistem emulsi alam minyak dalam air dan tampak sebagai cairan berwarna putih ketika masih segar. Santan kelapa akan terpisah menjadi dua fasa karena adanya gaya gravitasi yang disebut kriming. Lapisan yang berada di atas disebut krim dan lapisan bawahnya skim<sup>[6]</sup>.

#### **2.2 Emulsi**

Emulsi didefinisikan sebagai sistem dispersi yang fasa-fasa cairnya bercampur sebagian atau sama sekali tidak bercampur. Emulsi dapat terbentuk melalui pengadukan dua cairan yang tidak bercampur, sehingga terbentuk kumpulan fase terdispersi, emulsi sederhana tersebut dengan mudah akan terpisah menjadi lapisan tertentu<sup>[7]</sup>. Tetesan dari cairan terdispersi biasanya berukuran 0,1-10  $\mu\text{m}$ . Secara umum kedua fasa dari emulsi adalah air dan minyak, sehingga jika fasa terdispersinya minyak maka emulsinya disebut emulsi minyak dalam air

(O/W), sedangkan jika fasa terdispersinya air disebut sebagai emulsi air dalam minyak (W/O). Emulsi yang stabil dapat terbentuk dengan menambahkan suatu molekul yang memiliki gugus polar dan gugus non polar seperti fosfolipid<sup>[8]</sup>.

Tipe emulsi yang terbentuk oleh fase minyak dan air tergantung dari sifat zat pengemulsi dan besarnya volume air dan minyak. Secara umum emulsi O/W dihasilkan oleh zat pengemulsi yang lebih larut dalam air, sedangkan emulsi W/O dihasilkan oleh zat pengemulsi yang lebih larut dalam minyak. Hal tersebut dikenal dengan aturan Bancroft<sup>[6]</sup>. Ada beberapa cara dalam menentukan tipe emulsi yang terbentuk :

- Umumnya emulsi O/W memiliki tekstur seperti susu dan emulsi W/O memiliki tekstur seperti minyak.
- Tipe emulsi dapat diketahui dengan melarutkan zat warna yang dapat larut dalam medium pendispersi.
- Umumnya emulsi O/W memiliki daya hantar yang lebih besar dibandingkan dengan emulsi W/O.

### **2.3 Stabilitas Emulsi**

Kestabilan emulsi merupakan sifat fisik yang paling penting dalam sistem emulsi. Istilah kestabilan emulsi dapat diasumsikan kepada tiga fenomena penting yang berbeda yaitu kriming (sedimentasi), koagulasi, dan pemecahan emulsi membentuk koalesen. Pemisahan pada proses kriming terjadi akibat perbedaan kerapatan antara dua fase dan biasanya tidak disertai dengan pembentukan koagulasi, walaupun proses tersebut dapat mempercepat terjadinya kriming. Proses kriming terjadi sangat cepat, dan merupakan proses alamiah.

Penggabungan tetesan dapat terjadi dalam peristiwa koagulasi, yang selanjutnya dapat berubah menjadi peristiwa koalesen membentuk gumpalan besar, dan akhirnya fasa terdispersi menjadi fasa yang kontinu dan terpisah dari medium pendispersinya. Kecepatan terjadinya penggabungan tetesan tersebut tergantung dari kemampuan partikel untuk bergabung. Penambahan agen pengemulsi akan memudahkan peristiwa pembentukan emulsi dan meningkatkan kestabilan emulsi<sup>[8]</sup>.

## 2.4 Surfaktan

Emulsi umumnya tidak stabil tanpa adanya zat ketiga yang dikenal sebagai pengemulsi, emulsifier atau surfaktan. Surfaktan adalah bahan dalam suatu sistem dengan konsentrasi rendah yang memiliki sifat terserap ke dalam permukaan atau antarmuka sistem tersebut, yang akan mengubah energi bebas permukaan atau antarmuka sistem. Surfaktan akan menurunkan energi bebas permukaan. Efek tersebut disebut sebagai aktif permukaan (*surface active*). Istilah “antarmuka” (*interface*) menunjukkan batas antara dua fasa yang tidak bercampur, sedangkan istilah “permukaan” (*surface*) menunjukkan suatu antarmuka yang salah-satu fasanya adalah gas, biasanya udara<sup>[8]</sup>.

Berdasarkan gugus yang bersifat hidrofilik yaitu gugus yang bersifat polar, dikelompokkan sebagai berikut:

1. Surfaktan anionik, merupakan kelompok surfaktan yang memiliki muatan negatif.

Contoh :  $\text{RCOO}^- \text{Na}^+$  (sabun)

$\text{RC}_6\text{H}_4\text{SO}_3^- \text{Na}^+$  (alkil benzen sulfonat)

2. Surfaktan kationik, merupakan kelompok surfaktan yang memiliki muatan positif.

Contoh :  $R^+NH_3Cl^-$  (garam amonium rantai panjang)

$R^+N(CH_3)_3Cl^-$  (amonium klorida kuartener)

3. Surfaktan zwitter ion, merupakan kelompok surfaktan yang memiliki muatan muatan negatif maupun muatan positif.

Contoh :  $R^+NH_3CHCOO^-$  (asam amino rantai panjang)

$R^+N(CH_3)_3CH_2CH_2SO_3^-$  (sulfobetaina)

4. Surfaktan non ionik, merupakan kelompok surfaktan yang tidak memiliki muatan ionik dengan jelas.

Contoh :  $RCOOCH_2CHOHCH_2OH$  (monogliserida asam lemak rantai panjang)

$RCH_2H_4(OC_2H_4)_xOH$  (polioksi etilen alkil fenol)

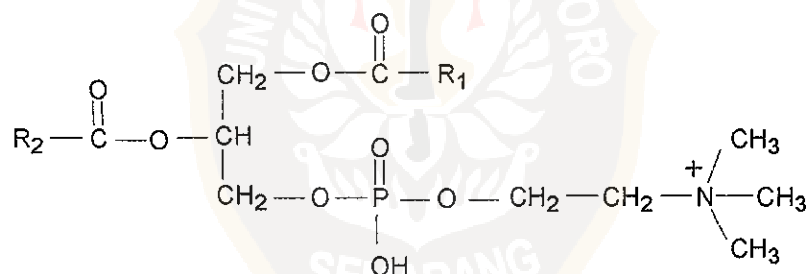
## 2.5 Fosfolipid

Fosfolipid atau dikenal sebagai fosfolipida merupakan gliserol yang dihubungkan oleh ikatan ester dengan dua asam lemak (2 rantai hidrofobik), dimana gugus ketiga dari gliserol mengandung senyawa fosfat. Gliserol berikatan dengan asam lemak dengan jumlah atom karbon antara 12-20, dengan asamnya terikat ke atom karbon nomor satu, dimana rantai karbonnya adalah rantai karbon jenuh ( $R_1$ ). Atom karbon kedua ( $R_2$ ) umumnya mengandung asam lemak tak jenuh. Gugus fosfat yang berikatan dengan atom karbon nomor 3 dihubungkan dengan ikatan ester dengan senyawa lain, kadang berikatan dengan alkohol<sup>[9]</sup>.

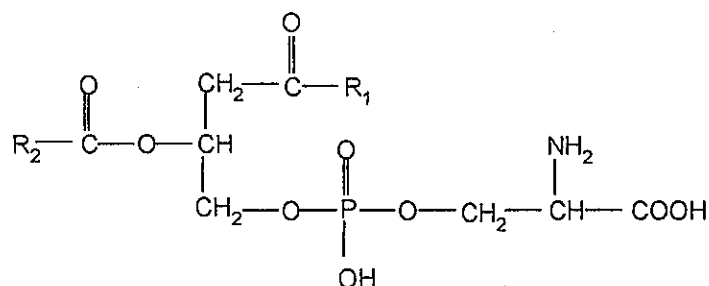
### 2.5.1 Fosfolipid sebagai Surfaktan

Salah satu bahan surfaktan alami yang banyak digunakan dalam kegiatan industri adalah fosfolipid. Susunan molekul senyawa fosfolipid berupa rantai yang memiliki dua gugus yang berbeda sifat. Gugus pertama bersifat hidrofobik, sedangkan gugus yang lain bersifat hidrofilik<sup>[10, 11]</sup>.

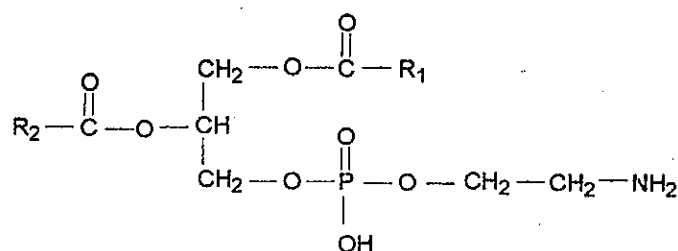
Sifat hidrofilik tersebut dipengaruhi oleh adanya gugus fosfat dan adanya gugus yang terikat dengan gugus fosfat tersebut, yang kemungkinan juga bermuatan. Hal tersebut membuat salah satu gugus molekul sangat hidrofil sedangkan gugus lain yang non polar akan bersifat hidrofob. Gugus yang diikat oleh asam fosfatidat antara lain kolin, etanolamin, serin dan inositol. Dengan demikian senyawa yang termasuk fosfolipid adalah fosfatidilkolin, fosfatidiletanolamin, fosfatidilserin dan fosfatidilinositol<sup>[11]</sup>.



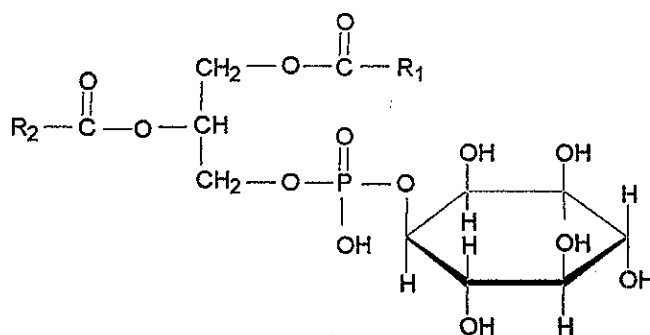
Gambar 2.1. Struktur Fosfatidilkolin



Gambar 2.2. Struktur Fosfatidilserin



Gambar 2.3. Struktur Fosfatidiletanolamin



Gambar 2.4. Struktur Fosfatidilinositol

Perbedaan sifat pada gugus hidrofilik menyebabkan perbedaan sifat aktivitas permukaan dari masing-masing senyawa. Berdasarkan perbedaan sifat aktif permukaan tersebut, fosfolipid dapat dimanfaatkan sebagai surfaktan<sup>[10]</sup>.

### 2.5.2 Sifat Fosfolipid

Umumnya fosfolipid terdapat dalam sel tumbuhan, hewan dan manusia. Dalam tumbuhan fosfolipid banyak terdapat dalam kedelai, pada manusia dan hewan terdapat dalam telur, otak, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, dan jantung. Fosfatidilkolin atau lesitin mula-mula diperoleh dari kuning telur, karena itu diberi nama lesitin. Jenis lesitin tergantung dari jenis asam lemaknya. Asam lemak yang terdapat dalam lesitin antara lain adalah asam palmitat, stearat, oleat, linoleat, dan linolenat. Asam lemak yang terikat dengan atom karbon nomor satu ( $R_1$ ) umumnya adalah asam lemak jenuh, dan yang terikat dengan atom karbon

nomor dua ( $R_2$ ) adalah asam lemak tidak jenuh. Lesitin berupa zat padat lunak seperti lilin, bersifat higroskopik dan bila dicampur dengan air membentuk larutan koloid<sup>[11]</sup>.

Fosfolipid peka terhadap autooksidasi, fosfolipid memiliki asam linoleat yang mudah teroksidasi oleh udara. Lesitin larut dalam semua pelarut lemak kecuali aseton. Penambahan aseton ke dalam larutan koloid dapat mengendapkan lesitin. Apabila lesitin dikocok dengan asam sulfat akan terbentuk asam fosfatidat dan kolin<sup>[12]</sup>.

## 2.6 Aktivitas Permukaan

Molekul ampifilik seperti surfaktan, akan terserap ke dalam permukaan atau antarmuka sistem. Adsorpsi yang kuat di permukaan atau antar muka untuk berorientasi menjadi satu lapisan dikenal dengan istilah aktivitas permukaan<sup>[8]</sup>. Aktivitas permukaan larutan juga didefinisikan sebagai kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan dalam sistem antarmuka tanpa memerlukan konsentrasi yang besar, sehingga perbedaan antara zat terlarut dan pelarut menjadi kabur. Kualitas dari zat terlarut diukur berdasarkan jumlah zat terlarut yang diperlukan untuk menimbulkan efek tersebut<sup>[13]</sup>.

## 2.7 Tegangan Permukaan

Molekul di bagian dalam suatu cairan, akan mengalami gaya tarik oleh pengaruh molekul tetangga. Gaya tarik tersebut besarnya sama ke segala arah, dan resultan gayanya bernilai nol. Sedangkan molekul di permukaan cairan, resultan gayanya tidak akan sama dengan nol, disebabkan gaya tarik terhadap molekul

dalam cairan lebih besar terhadap setiap molekul di permukaan. Ketidakseimbangan mengakibatkan semua molekul pada permukaan cenderung untuk tertarik ke dalam cairan, dan permukaan cairan seolah-olah tertutupi oleh lapisan tertentu. Permukaan cairan cenderung beraksi untuk mendapatkan luas permukaan seminimum mungkin, untuk meminimalkan gaya tarik. Gaya pada permukaan cairan tersebut dikenal dengan tegangan permukaan. Tegangan permukaan dapat didefinisikan sebagai kerja yang dilakukan untuk menghasilkan peningkatan jumlah unit di dalam suatu luas permukaan tertentu<sup>[8, 14]</sup>.

## 2.8 Pengaruh Surfaktan terhadap Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan larutan dipengaruhi oleh sifat zat terlarut. Bila molekul zat terlarut cenderung untuk mengumpul pada permukaan, tegangan permukaan akan turun. Jika molekul zat terlarut cenderung untuk menyebar di dalam cairan, maka tegangan permukaan akan meningkat<sup>[15]</sup>. Molekul surfaktan yang memiliki gugus hidrofobik dan gugus hidrofilik, jika dilarutkan ke dalam pelarut air, akan menyebabkan gugus hidrofilik mengarah ke fasa air. Gugus hidrofobik akan menjauhi air dan mengarah ke udara. Efek tersebut menyebabkan molekul surfaktan akan berada di permukaan cairan, dan terjadi perubahan komposisi pada daerah permukaan<sup>[16]</sup>.

Persamaan Gibbs, diturunkan untuk menggambarkan pengaruh suatu zat terlarut terhadap tegangan permukaan<sup>[8]</sup>.

$$-dy = \sum_i \Gamma_i d\mu_i \quad (1)$$



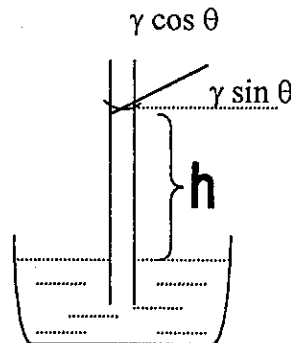
Kelebihan konsentrasi zat terlarut pada permukaan dilambangkan dengan  $\Gamma_i$  dan  $\mu_i$  merupakan potensial kimia. Kelebihan konsentrasi zat terlarut pada permukaan ( $\Gamma_i$ ) dapat bernilai positif maupun negatif, nilai  $\Gamma_i$  positif menunjukkan konsentrasi zat terlarut yang lebih besar terdapat dalam satuan penampang melintang dari daerah permukaan dibandingkan dalam fasa ruah (bulk). Nilai  $\Gamma_i$  negatif menunjukkan konsentrasi zat terlarut pada permukaan lebih sedikit dibandingkan dengan yang ada di fasa ruah. Persamaan Gibbs menyatakan bahwa zat terlarut yang terkonsentrasi dalam daerah antarmuka menyebabkan penurunan dalam tegangan permukaan apabila konsentrasi zat terlarut dinaikkan.

## 2.9 Pengukuran Tegangan Permukaan

### 2.9.1 Metode Pipa Kapiler

Metode pipa kapiler didasarkan pada kenyataan cairan seperti air akan membasahi dinding gelas pipa kapiler dan akan bergerak naik ketika pipa tersebut dimasukkan ke dalam cairan. Berbeda dengan air raksa yang tidak membasahi dinding pipa kapiler, air raksa tidak akan naik dan menunjukkan penurunan titik dari cairan di dalam pipa kapiler. Kenaikan atau turunnya cairan dalam pipa kapiler dipengaruhi oleh tegangan permukaan. Pipa kapiler dengan jari-jari yang sama, ditempatkan ke dalam cairan yang membasahi dinding tabung, karena adanya gaya pada tegangan permukaan,  $\gamma$ , yang berada di sepanjang keliling cairan, maka cairan tersebut akan naik ke atas sampai gaya tertentu,  $F_1$ <sup>[14]</sup>. Berat cairan mengakibatkan adanya gaya ke bawah  $F_2$ . Gaya pada tegangan permukaan membentuk suatu sudut kontak  $\theta$ . Gaya ke atas  $F_1$  dirumuskan sebagai;

$$F_1 = 2\pi r \cdot \gamma \cdot \cos\theta. \quad (2)$$



Gambar 2.5. Metode pipa kapiler

Jika cairan naik setinggi  $h$  di dalam tabung di atas tinggi cairan, gaya ke bawah dapat dinyatakan sebagai  $F_2 = \pi r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g$ , dimana  $\rho$  merupakan kerapatan cairan, dan  $g$  merupakan gaya gravitasi. Pada kesetimbangan kedua gaya tersebut setimbang.

$$F_1 = F_2 \quad (3)$$

$$2\pi r \cdot \gamma \cdot \cos\theta = \pi r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g \quad (4)$$

$$\gamma = \frac{1}{2} r h \rho g \cos\theta \quad (5)$$

Untuk kebanyakan cairan  $\theta$  mendekati nol, dan nilai  $\cos 0 = 1$

$$\gamma = \frac{1}{2} r h \rho g \quad (6)$$

Metode pipa kapiler merupakan metode yang cukup akurat untuk menentukan tegangan permukaan larutan air, selain itu variabel eksperimen dapat dengan mudah dikontrol<sup>[17]</sup>.

### 2.9.2 Metode Tetes Berat

Metode tetes berat (*Drop Weight Method*) biasanya dikembangkan untuk membandingkan tegangan permukaan dua cairan. Cairan yang tegangan permukaannya akan ditentukan, dilewatkan setetes demi setetes melewati pipa kapiler pada posisi vertikal. Setiap tetesan yang keluar dari pipa kapiler akan tumbuh membentuk bola dan akan mencapai berat tertentu. Ketika berat tetesan sama dengan gaya pada tegangan permukaan yang bekerja sepanjang keliling pipa kapiler, tetesan akan jatuh. Hubungan antara berat tetesan yang jatuh ( $W$ ) dengan tegangan permukaan dinyatakan dengan :

$$\gamma = \frac{Wg}{2\pi Rf} \quad (7)$$

dimana  $f$  sama dengan  $\frac{r}{V^{\frac{1}{3}}}$ ,  $V$  merupakan volume tetesan dan  $r$  merupakan jari-jari.

Kenyataannya, sulit untuk menentukan semua faktor pada sisi kanan persamaan 7, hal tersebut lebih sesuai untuk membandingkan tegangan permukaan dari dua cairan yang mengalir secara terpisah di dalam pipa kapiler yang sama. Jika  $\gamma_1$  merupakan tegangan permukaan dari cairan 1 dan  $\gamma_2$  merupakan tegangan permukaan cairan 2, kedua cairan dapat dihubungkan dengan;

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{W_1}{W_2} \quad (8)$$

dimana  $W$  adalah berat dari masing masing tetesan<sup>[14]</sup>.

### 2.9.3 Tensiometri

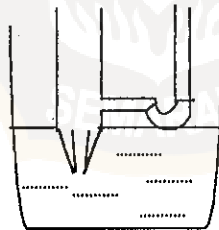
Tensiometer menggunakan cincin platina, cincin platina dengan jari-jari 4 cm dicelupkan ke dalam cairan yang akan diuji, kemudian ditarik dari dalam cairan. Gaya yang dibutuhkan untuk mengangkat cincin dari permukaan cairan diukur dengan;

$$f = \gamma(2(2\pi r)) \quad (9)$$

$2\pi r$  merupakan keliling cincin dengan jari-jari  $r$ , faktor 2 muncul karena gaya pada tegangan permukaan bekerja pada di kedua sisi dari cincin<sup>[14]</sup>.

### 2.9.4 Metode Tekanan Gelembung Maksimum

Metode tekanan gelembung maksimum (*Maximum Bubble Pressure Method*) menggunakan alat seperti pada gambar 2.6. Alat bekerja dengan menekan cairan menggunakan gas inert, sehingga terbentuk gelembung, dimana pipa dicelupkan ke dalam bejana berisi cairan, sehingga tetesan gelembung berada di bawah permukaan cairan. Selama pembentukan tetesan jari-jari tetesan bola akan



Gambar 2.6. Alat metode tekanan gelembung maksimum

mencapai minimum pada posisi setengah lingkaran, pada posisi tersebut jari-jarinya sama dengan jari-jari pipa kapiler, dan tekanan pada tabung maksimal.

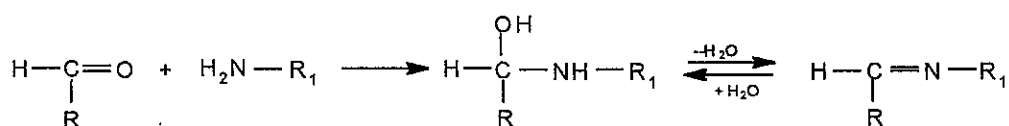
$$\Delta p = \frac{2\gamma}{r} \quad (10)$$

dimana  $r$  merupakan jari-jari tabung.

## 2.10 Pengaruh Pemanasan terhadap Sifat Kimia Bahan Makanan

Proses pemanasan dengan suhu tinggi menyebabkan terjadinya oksidasi dari asam lemak tak jenuh. Oksidasi tersebut menghasilkan senyawa aldehid, keton, dan asam lemak dengan berat molekul yang lebih rendah<sup>[18]</sup>. Produk pertama dari proses oksidasi asam lemak merupakan senyawa monohidroksi peroksida yang tidak berwarna dan tidak berbau. Pembentukan senyawa tersebut belum mempengaruhi kualitas makanan, kualitas makanan baru terpengaruh setelah terbentuknya senyawa volatil. Senyawa peroksida akan membentuk berbagai produk baru, produk berikutnya berupa senyawa yang berbau tajam meskipun dalam jumlah yang sedikit, senyawa tersebut akan mempengaruhi aroma dan rasa makanan. Senyawa karbonil merupakan pembawa aroma utama dalam peroksidasi lipid<sup>[12]</sup>.

Pemanasan juga menyebabkan terjadinya perubahan warna menjadi coklat pada bahan makanan. Pencoklatan dan timbulnya aroma tertentu yang menyertai proses memasak, menggoreng, serta pemanggangan, umumnya disebabkan reaksi Maillard. Reaksi Maillard melibatkan interaksi senyawa amina dengan monosakarida, kemungkinan melibatkan gugus karbonil dengan gugus amina primer dari asam amino, peptida, atau protein, yang diikuti dengan pelepasan air.



Gambar 2.7. Reaksi Maillard

Senyawa antara amin akan terbentuk dalam reaksi Maillard, yang selanjutnya membentuk senyawa siklis glikosilamin (*N*-Glikosida). Reaksi tersebut menghasilkan pigmen kecoklatan yang dikenal sebagai melanoidins, yang merupakan polimer nitrogen dan kopolimer dengan berbagai senyawa nitrogen dengan berat molekul dan kelarutan yang berbeda<sup>[12]</sup>.

### 2.11 Pengaruh Pemanasan terhadap Lesitin

Pemanasan lesitin komersial dengan basa atau asam akan menghasilkan asam lemak, kolin, gliserol, dan asam fosfat. Dalam kondisi sejuk, hanya asam lemak yang mengalami pemutusan. Ikatan antara asam fosfat dan gliserol atau asam fosfat dengan inositol sangatlah stabil ke alkali tapi dapat dihidrolisis oleh asam<sup>[12]</sup>. Pemanasan terhadap lesitin komersial merubah penampilan fisik dengan terjadinya perubahan warna menjadi kecoklatan. Perubahan warna tersebut disebabkan terjadinya reaksi Maillard antara gugus aldehid dari asam lemak yang teroksidasi dengan fosfatidiletanolamin. Proses pemanasan juga menyebabkan terjadinya pemutusan ikatan antara asam lemak dari fosfolipid membentuk lisofosfolipid<sup>[3]</sup>.