

3 KOMPLEKS EMULSIFIKASI PROTEIN-FOSFOLIPID PADA BERBAGAI EMULSI

Protein dan fosfolipid merupakan contoh komponen yang memberikan nilai nutrisi, juga berkontribusi terhadap kestabilan emulsi (Comas *et al.*, 2006). Pada bidang teknologi pangan, sifat fisik dan kimiawi kompleks protein-fosfolipid berhubungan dengan stabilitas emulsi (Ohtsuru *et al.*, 1979). Sebagai contoh, kompleks protein-fosfolipid terdapat pada sistem emulsi pada susu kedelai dan susu sapi, serta digunakan sebagai pengemulsi pada sistem emulsi minyak dalam air lainnya.

3.1 Susu Sapi

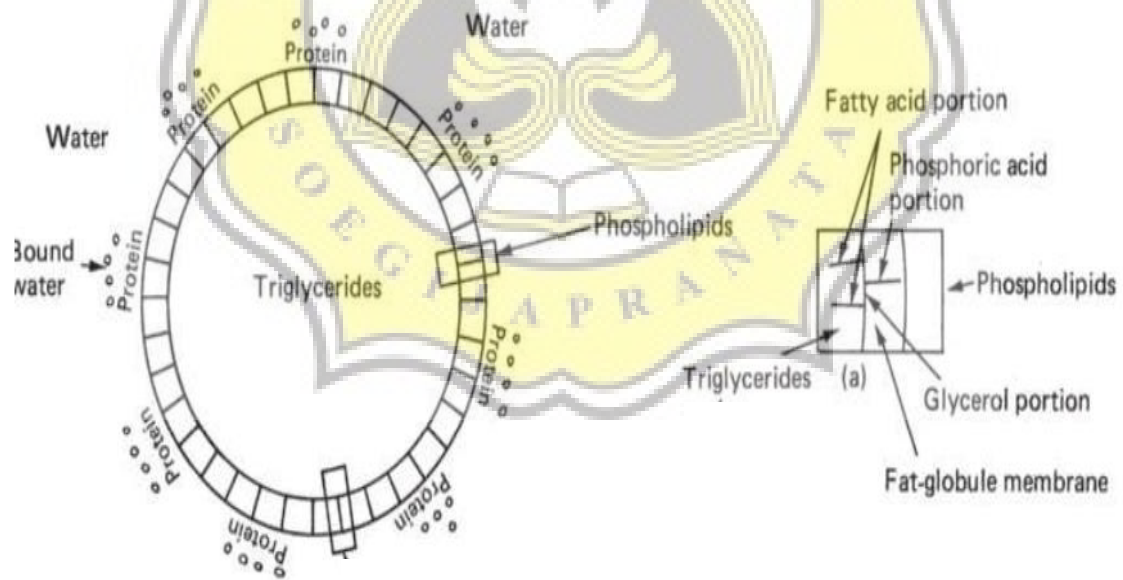
Susu merupakan emulsi globula lemak di air. Fase air terdiri dari komponen terlarut dan tersuspensi seperti misel kasein dan serum protein. Protein susu diklasifikasikan menjadi 2 kategori besar yang dapat dilihat pada Tabel 1. Kategori pertama merupakan famili kasein yang mengandung beberapa fraksi (terutama α_{s1} , α_{s2} , β , dan *kappa*), serta hampir semuanya berada sebagai partikel koloidal yang diketahui sebagai misel kasein. Grup protein kedua di susu diketahui sebagai protein *whey* yang terdiri dari protein yang sensitif panas, globula, larut air, dan enzim (Brans *et al.*, 2004)

Tabel 1. Komposisi protein susu sapi

Protein utama	% Total Protein
Total protein	100
Total kasein	79,5
α_{s1}	30,6
α_{s2}	8,0
β	28,4
K	10,1
Total protein <i>whey</i>	19,3
α -laktalbumin	3,7
β -laktoglobulin	9,8
BSA	1,2
Immunoglobulin	2,1
Protease pepton	2,4

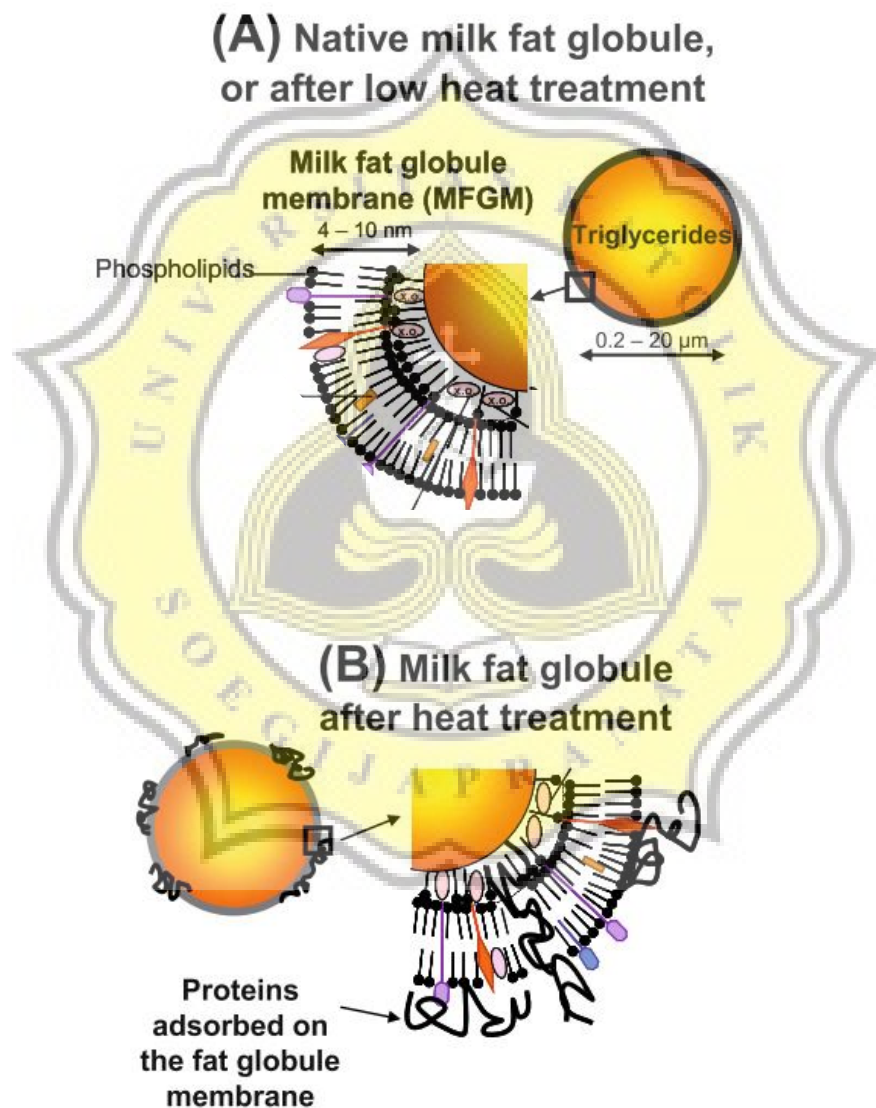
(Walstra, 2003)

Sementara, bentuk lemak susu yang jumlahnya melimpah adalah trigliserida. Fase lipid susu distabilisasi oleh lapisan protektif protein yang melapisi permukaan globula lemak (Cornell & Patterson, 1989). Struktur membran globula lemak susu terdiri dari ikatan elektrostatik atraktif protein terhadap fosfolipid di lapisan permukaan lemak (Keenan *et al.*, 1982). Interaksi protein-fosfolipid terbentuk selama pengolahan makanan seperti homogenisasi. Selama homogenisasi, globula lemak dikurangi ukurannya, sehingga terjadi peningkatan daerah antar-muka o/w. Oleh karena itu, permukaan lemak terbuka dan berpotensi untuk mengadsorpsi tambahan agen permukaan aktif seperti fosfolipid dan protein untuk memberikan emulsi yang stabil. Dikarenakan terdapat fosfolipid yang cukup di susu untuk membentuk lapisan pada antar-muka o/w, fosfolipid ini berperan penting dalam penggunaan saat susu dihomogenisasi (Cornell, 1991). Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa trigliserida mengandung berbagai asam lemak yang terdispersi di susu dalam bentuk globula lemak kecil, yang dikelilingi membran globula lemak yang mengandung fosfolipid dan protein. Fosfolipid berperan sebagai agen pengemulsi, karena memiliki komponen hidrofilik dan hidrofobik (McWilliams, 2017).



Gambar 8. Skematik globula lemak di susu sapi, area yang diperbesar menunjukkan susunan fosfolipid pada membran globula lemak (McWilliams, 2017)

Proses pemanasan merupakan langkah yang dibutuhkan dalam produksi industri susu. Perlakuan panas bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dengan menurunkan jumlah mikroba patogen, serta meminimalkan risiko keracunan makanan (McKinnon *et al.*, 2009). Selain itu, pemanasan diterapkan untuk meningkatkan fungsionalitas (emulsifikasi) protein susu, sehingga dapat meningkatkan sifat organoleptik susu (Del Angel & Dalgleish, 2005).



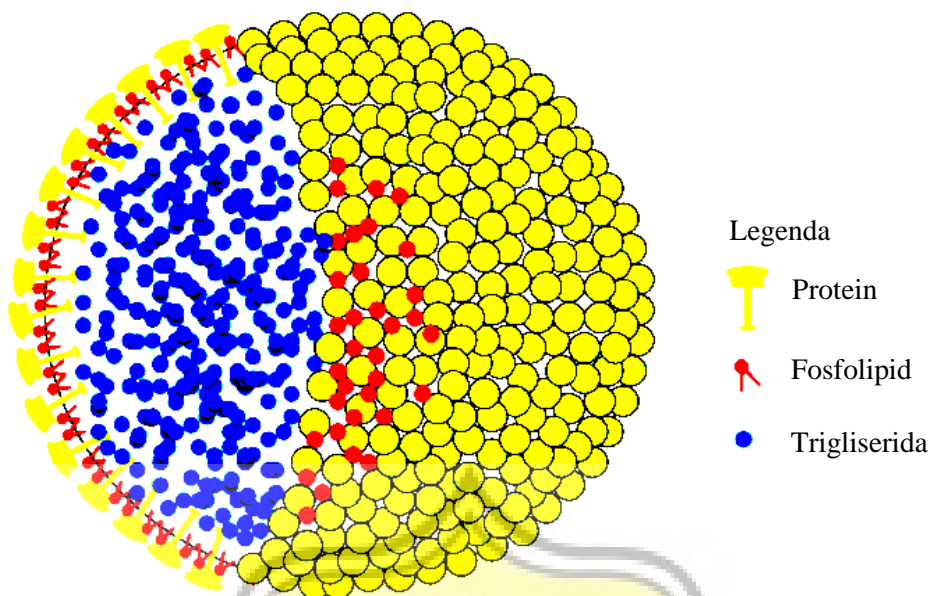
Gambar 9. Skematik komposisi membran globula susu sapi (a) susu sapi mentah /sesudah perlakuan suhu rendah, (b) setelah perlakuan pemanasan (Gassi *et al.*, 2008)

Protein dalam bentuk natifnya (tanpa pemanasan) pada Gambar 9a tidak dapat membentuk kompleks dengan fosfolipid (Ye *et al.*, 2004). Proses pemanasan tergantung pada kondisi pengolahan yang dapat menyebabkan perubahan *irreversible* pada struktur protein. Ketika protein susu dipanaskan di atas suhu 65°C menyebabkan *unfolding* protein *whey* dan menyebabkan terbukanya gugus hidrofobik yang sebelumnya tersembunyi, sehingga dapat berinteraksi dengan gugus ekor fosfolipid seperti pada Gambar 9b (Croguennec *et al.*, 2004; Donato *et al.*, 2007). Perubahan fungsionalitas protein (emulsifikasi) ini yang dapat berdampak pada kestabilan emulsi susu sapi (Singh & Creamer, 1992).

3.2 Susu Kedelai

Susu kedelai merupakan sistem emulsi yang terdiri dari 3% protein, 2% lemak, 2% karbohidrat (berat kering), serta mineral (Giri & Mangaraj, 2012). Hampir semua komponen biji kedelai (protein, lipid, dan sakarida) terdapat pada susu kedelai (Ono *et al.*, 1996). Protein susu kedelai adalah globulin, yang diklasifikasikan menjadi fraksi 2s, 7s, 11s, dan 15s menurut sedimentasinya selama sentrifugasi (Iwabuchi & Yamauchi, 1987). Protein utama pada susu kedelai adalah β -kongsiglisinin (7s) dan glisinin (11s). Sementara, lipid terdiri dari lipid netral dan sisanya merupakan fosfolipid serta glikolipid (Shun-Tang *et al.*, 1997).

Inti trigliserida non polar (netral) dilindungi oleh kompleks *monolayer* fosfolipid dan protein yang dapat dilihat pada Gambar 10 (Peng *et al.*, 2017). Kestabilan emulsi pada susu kedelai didukung oleh fosfolipid, karena hubungannya dengan protein (Ono *et al.*, 1996). Hal ini ditunjukkan pada studi oleh Ohtsuru *et al.* (1976), bahwa hubungan antara fosfolipid dan protein kedelai terjadi melalui interaksi hidrofobik antara daerah ekor fosfolipid dan daerah hidrofobik protein. Selain itu, beberapa studi lain juga menemukan bahwa kualitas dan proses susu kedelai dipengaruhi oleh pembentukan partikel susu kedelai melalui interaksi protein dan fosfolipid (Guo & Ono, 2005; Ono, Katho, & Mothizuki, 1993; Tezuka, Taira, Igarashi, Yagasaki, & Ono, 2000).



Gambar 10. Skematik matriks trigliserida (biru) yang dilindungi oleh lapisan fosfolipid (merah), dan protein (kuning) pada susu kedelai (Peng *et al.*, 2017)

Pembuatan susu kedelai yaitu dengan merendam biji kedelai, lalu menggilingnya dengan air agar menghasilkan bubur. Kemudian larutan yang terdispersi (susu kedelai mentah) dididihkan selama beberapa menit untuk mendapatkan susu kedelai (Giri & Mangaraj, 2012). Pemanasan susu kedelai dibutuhkan untuk meningkatkan umur simpan dan stabilitas emulsi, serta mencapai keamanan mikroba dan meningkatkan flavor (Rackis, 1974). Pemanasan memiliki peran utama dalam produksi susu kedelai karena secara langsung menentukan struktur dan karakteristik partikel kedelai. Semua tipe perlakuan pemanasan (sebelum atau sesudah ekstraksi), mengubah struktur natif protein. Bagian hidrofobik protein natif tertanam di dalam, sedangkan gugus hidrofilik bertempat di permukaan protein (Nishinari *et al.*, 2014). Dengan penambahan panas, sejumlah bagian hidrofobik terbuka menuju permukaan, sehingga meningkatkan hidrofobitas permukaan partikel secara signifikan. Proses denaturasi protein susu kedelai mentah dengan pemanasan dapat menyebabkan perubahan konformasi protein, yang tentunya berdampak pada kompleks protein-fosfolipid. Kompleks tersebut dapat mempengaruhi ukuran partikel emulsi susu kedelai. Apabila ukuran partikel kecil, maka dapat meningkatkan kestabilan emulsi susu kedelai. Oleh karena itu, tanpa pemanasan maka protein kedelai tidak dapat membentuk kompleks dengan fosfolipid, sehingga diketahui bahwa kompleks protein-fosfolipid terbentuk setelah pemanasan (Peng *et al.*, 2016).