

Pembangunan bahan pengemulsi daripada kompleks protein dan polisakarida

(Development of an emulsifier from protein and polysaccharide complex)

Madzlan Kasran

Pengenalan

Emulsi adalah keadaan apabila partikel bagi satu fasa diserakkan dalam fasa yang lain melalui penghomogenan. Contohnya dalam sistem emulsi minyak di dalam air, fasa minyak akan diserakkan dalam fasa air seperti di dalam susu, krim, mayones, minuman, sup dan sos. Dalam kebanyakan sistem emulsi, diameter partikel yang diserakkan adalah sekitar 0.1 – 100 μm . Apabila proses penghomogenan dihentikan, kedua-dua larutan akan berpisah dan menjadi dua lapisan semula iaitu lapisan minyak dan air.

Bahan pengemulsi ialah bahan yang membolehkan dua larutan yang tidak bercampur menjadi bercampur. Pembentukan dan kestabilan emulsi (contoh, serakan partikel minyak di dalam air) memerlukan kehadiran bahan pengemulsi yang boleh mengurangkan ketegangan antara permukaan fasa minyak dan fasa air. Bahan pengemulsi yang berfungsi untuk menstabilkan serakan fasa minyak dalam fasa air terdiri daripada sama ada surfaktan seperti lesitin atau makromolekul seperti protein. Biasanya protein mempunyai saiz molekul yang lebih besar berbanding dengan lesitin. Saiz molekul yang lebih besar menyebabkannya kurang aktif berbanding dengan lesitin bagi mengurangkan ketegangan antara permukaan minyak dan air. Walau bagaimanapun, kestabilan emulsi yang distabilkan oleh protein adalah lebih lama berbanding dengan emulsi yang distabilkan oleh surfaktan. Ini kerana protein membentuk filem seperti gel di sekeliling partikel minyak yang menghalang partikel minyak daripada bercantum antara satu sama lain atau dipanggil koalesen.

Kebiasaannya, protein ialah agen pengemulsi dan penstabil yang baik kerana kelarutannya yang tinggi di dalam air terutamanya pada pH neutral. Walau bagaimanapun, aktiviti emulsifikasi protein akan hilang pada titik isoelektrik protein. Pada titik tersebut protein mempunyai cas positif dan negatif yang seimbang dan menyebabkan penggumpalan pada struktur protein. Dalam keadaan ini, kelarutan protein di dalam air sangat minimum yang menyebabkan aktiviti emulsifikasi protein berkurangan dan hilang. Aktiviti emulsifikasi protein juga akan hilang apabila larutan protein mengandungi kepekatan garam yang tinggi iaitu melebihi 2 M.

Pembentukan kompleks protein-polisakarida boleh meningkatkan kestabilan emulsi (minyak di dalam air). Kompleks yang mempunyai berat molekul yang besar menggabungkan ciri-ciri hidrofobik protein yang akan menyelaputi permukaan

minyak dan ciri-ciri hidrofilik polisakarida yang larut di dalam air dan menghalang partikel minyak daripada bercantum antara satu sama lain. Kompleks protein-polisakarida ini boleh dihasilkan melalui tindak balas *Maillard* dalam keadaan yang terkawal iaitu dengan mengoptimumkan suhu dan lembapan relatif. Kompleks protein-polisakarida antara gam biji halba (*fenugreek*) dan protein yang diekstrak daripada air buangan pemprosesan tauhu telah dilakukan dan diaplikasikan dalam sistem emulsi untuk melihat kebolehfungsian kompleks tersebut dalam menstabilkan emulsi.

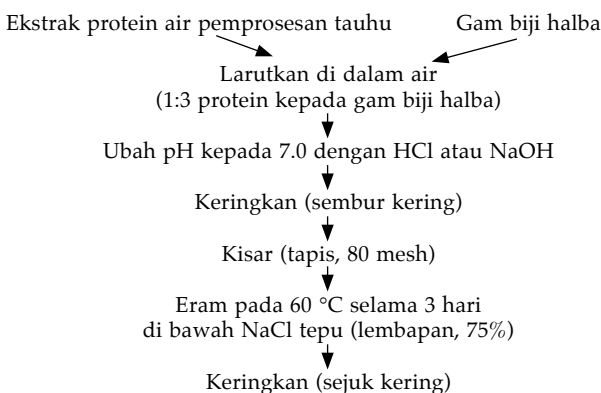
Pembangunan bahan pengemulsi daripada kompleks protein-polisakarida

Penggabungan protein dan polisakarida secara kovalen boleh dilaksanakan melalui tindak balas *Maillard* secara terkawal. Protein (diekstrak daripada air buangan pemprosesan tauhu) dan polisakarida (gam biji halba) dalam nisbah tertentu dilarutkan di dalam air dan dikeringkan secara sejuk kering. Serbuk campuran protein dan polisakarida dihomogenkan dan dieram pada suhu 60 °C selama 3 hari dengan kehadiran larutan natrium klorida tepu untuk memberi lembapan sebanyak 75%. Kompleks yang terhasil kemudiannya dikeringkan secara sejuk kering. Penyediaan kompleks protein-polisakarida diringkaskan seperti dalam *Carta alir 1*.

Kompleks protein-polisakarida yang dikeringkan berwarna putih cerah (*Gambar 1*). Bagi menguji keberkesanan kompleks yang terhasil dalam menstabilkan emulsi, kompleks protein-polisakarida telah diaplikasikan dalam sistem emulsi. Emulsifikasi telah dijalankan pada pH 4 kerana protein tidak berupaya untuk menstabilkan emulsi pada pH 4 disebabkan pH tersebut menghampiri titik isoelektrik protein. Proses emulsifikasi ditunjukkan seperti dalam *Carta alir 2*.

Sebelum proses emulsifikasi dijalankan, kelarutan protein kompleks protein-polisakarida ditentukan dan dibandingkan dengan ekstrak protein daripada pemprosesan tauhu dan campuran protein-polisakarida sebelum tindak balas *Maillard* dijalankan. Kelarutan protein dijalankan pada julat pH 3 – 8.

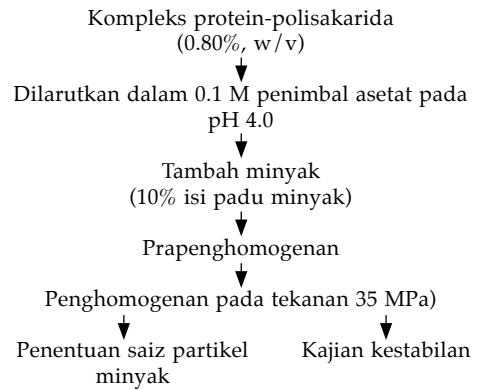
Kelarutan protein memainkan peranan penting dalam sistem emulsi kerana ia menentukan keberkesanan sistem emulsi. Protein dalam kompleks protein-polisakarida mempunyai kelarutan yang sangat tinggi pada julat pH 3 – 8 berbanding dengan sebelum penggabungan dilakukan dan juga ekstrak protein itu sendiri (*Rajah 1*). Penggabungan protein



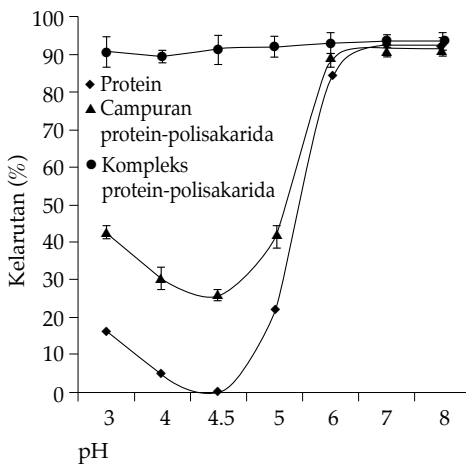
Carta alir 1. Penyediaan kompleks protein-polisakarida



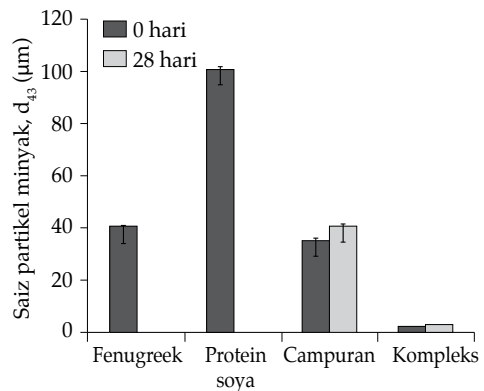
Gambar 1. Kompleks protein-polisakarida



Carta alir 2. Proses emulsifikasi



Rajah 1. Kelarutan protein bagi ekstrak protein air pemprosesan tauhu, campuran ekstrak protein dan gam biji halba serta kompleks ekstrak protein dan gam biji halba



Rajah 2. Saiz partikel minyak dalam sistem emulsi yang distabilkan oleh gam biji halba, ekstrak protein air pemprosesan tauhu, campuran protein-polisakarida serta kompleks protein-polisakarida

dengan polisakarida secara kovalen menghalang penggumpalan protein pada titik isoelektrik protein dan membolehkan protein larut di dalam air. Ekstrak protein tergumpal dan termendak pada titik isoelektrik yang menyebabkan sifat kefungsiannya hilang.

Proses emulsifikasi minyak di dalam air dijalankan dengan menggunakan 0.8% kompleks protein-polisakarida dan 10% minyak dan dijalankan pada pH 4 kerana kebiasaannya protein tidak berupaya menstabilkan sistem emulsi minyak di dalam air pada pH tersebut. Rajah 2 menunjukkan saiz partikel minyak dalam sistem emulsi minyak di dalam air pada hari pertama dan selepas 28 hari disimpan pada suhu bilik. Sejurus selepas fasa minyak dihomogenkan dalam fasa air, emulsi yang distabilkan oleh gam biji halba dan ekstrak protein daripada air pemprosesan tauhu mempunyai saiz partikel minyak yang besar melebihi 40 μm . Selepas penyimpanan selama 28 hari, saiz partikel minyak tidak boleh diukur lagi kerana partikel-partikel minyak telah bercantum antara satu sama lain.

Emulsi yang distabilkan oleh campuran gam biji halba dan ekstrak protein juga mempunyai saiz partikel minyak melebihi 40 μm . Akan tetapi, saiz partikel minyak masih boleh diukur selepas penyimpanan selama 28 hari pada suhu bilik. Ini kerana protein yang terperangkap di dalam larutan gam biji halba masih berupaya untuk menstabilkan emulsi walaupun kurang efektif. Sementara itu, emulsi yang distabilkan oleh kompleks protein-polisakarida menunjukkan saiz partikel minyak yang kecil iaitu kurang daripada 2 μm sejeurus selepas penghomogenan. Saiz partikel minyak tidak berubah walaupun setelah disimpan selama 28 hari pada suhu bilik. Protein yang diikat secara kovalen dengan polisakarida dalam kompleks protein-polisakarida dapat meningkatkan sifat kefungasian protein. Kestabilan emulsi dapat ditingkatkan terutamanya pada titik isoelektrik protein. Ini akan memberi kelebihan kepada bahan ini untuk diaplikasikan dalam pelbagai jenis produk makanan terutamanya makanan berasid.

Kesimpulan

Protein memainkan peranan yang penting dalam menstabilkan sistem emulsi. Walau bagaimanapun, keupayaannya terhadap pada pH tertentu sahaja terutama pada pH neutral. Penggabungan protein dengan polisakarida berupaya meningkatkan keupayaan protein untuk menstabilkan sistem emulsi terutama dalam keadaan protein sendiri tidak berupaya untuk menstabilkan sistem emulsi. Ini membolehkan kompleks protein-polisakarida diaplikasi dalam pelbagai jenis produk terutamanya produk berasid seperti minuman dan mayones.

Penghargaan

Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada Profesor Steve W. Cui daripada Guelph Food Research Centre, Kanada dan Profesor H. Douglas Goff daripada Universiti Guelph, Kanada atas khidmat nasihat dalam menjayakan projek ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Cathy Wang daripada Guelph Food Research Centre, Kanada dan En. Ahmad Haniff Jaafar juga daripada Universiti Guelph, Kanada kerana membantu menjayakan projek ini.

Bibliografi

- Damodaran, S. (1996). Amino acids, peptides, and proteins. Dalam: *Food Chemistry* (Fennema, O.R., ed.), m.s. 321 – 430. New York: Marcel Dekker
- Damodaran, S. (2004). Adsorbed layers formed from mixtures of proteins. *Current Opinion Colloid Interface Science* 9: 329 – 339
- Damodaran, S. (2005). Protein stabilization of emulsions and foams. *Journal of Food Science* 70: 54 – 66
- Darling, D.F. dan Birkett, R.J. (1987). Food colloids in practice. Dalam: *Food emulsions and foams* (Dickinson, E., ed.), m.s. 1 – 29. London: Royal Society of Chemistry
- Dickinson, E. (1993). Protein-polysaccharide interactions in food colloids. Dalam: *Food colloids and polymers: Stability and mechanical properties* (Dickinson, E. dan Walstra, P., ed.), m.s. 77 – 93. London: Royal Society of Chemistry
- Dickinson, E. (1998b). Proteins at interface and in emulsions: Stability, rheology and interactions. *Journal of Chemical Society, Faraday Transactions*, 88: 2973 – 2985
- Dickinson, E. (1999). Adsorbed protein layers at fluid interface: interactions, structure and surface rheology. *Colloids Surfaces B: Biointerfaces*, 15: 197 – 210
- Dickinson, E. (2008). Emulsification and emulsion stabilization with protein-polysaccharide complexes. Dalam: *Gum and stabilizers for the food industry* (Williams, P.A. dan Phillips, G.O., ed.), m.s. 221 – 232. Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry
- Dickinson, E., Elverson, D.L. dan Murray, B.S. (1989). On the film forming and emulsions-stabilizing properties of gum arabic: dilution and flocculation aspects. *Food Hydrocolloids* 3: 101 – 114
- Kasran, M., Cui, S.W. dan Goff, H.D. (2013). Covalent attachment of fenugreek gum and soy whey protein isolate through naturally Maillard reaction with improved emulsion stability. *Food Hydrocolloids* 30: 552 – 558
- Kasran, M., Cui, S.W. dan Goff, H.D. (2013). Emulsifying properties of soy whey protein isolate-fenugreek gum conjugates in oil-in-water emulsion model system. *Food Hydrocolloids* 30: 691 – 697

Ringkasan

Emulsi ialah campuran dua atau lebih larutan yang tidak bercampur seperti minyak dan air. Proses untuk menukar dua larutan yang tidak bercampur menjadi emulsi dipanggil penghomogenan. Apabila proses penghomogenan dihentikan, dua larutan yang bercampur akan berpisah dan menjadi dua lapisan semula. Emulsi yang tidak stabil boleh distabilkan dengan memasukkan bahan pengemulsi di dalam campuran. Kebiasaannya protein ialah agen pengemulsi dan penstabil yang baik terutamanya pada pH neutral. Walau bagaimanapun, keupayaan protein untuk menstabilkan sistem emulsi akan hilang pada titik isoelektrik protein. Pada titik tersebut protein mempunyai cas positif dan negatif yang seimbang dan menyebabkan penggumpalan protein. Pembentukan kompleks antara protein dan polisakarida boleh meningkatkan kestabilan emulsi. Penggabungan protein dan polisakarida secara kovalen boleh dilaksanakan melalui tindak balas *Maillard* secara terkawal. Kompleks protein-polisakarida mempunyai kelarutan yang sangat tinggi pada pH 3 – 8. Penggabungan antara protein dengan polisakarida menghalang penggumpalan protein pada titik isoelektrik protein dan membolehkan protein larut di dalam air. Kompleks protein-polisakarida yang terhasil berupaya meningkatkan kestabilan sistem emulsi dengan mengekalkan saiz partikel minyak pada saiz yang kecil walaupun setelah disimpan selama 28 hari pada suhu bilik. Ini akan memberi kelebihan kepada bahan ini untuk diaplikasikan dalam berbagai jenis produk makanan terutamanya produk makanan berasid.

Summary

An emulsion is a mixture of two or more immiscible liquids such as oil and water. The process of converting two immiscible liquids into an emulsion is known as homogenization. When the homogenisation process is stopped, the immiscible liquids will separate into oil and water. The unstable emulsion could be stabilised by adding an emulsifier into the emulsion system. Normally proteins are good emulsifier and stabilizer especially at neutral pH. However, they lose their ability to stabilise an emulsion at an isoelectric point of protein. At that point, protein has an equal amount of positive and negative charge which leads to the aggregation of protein. Complexation of protein with polysaccharide could enhance the stability of oil in water emulsions. Protein-polysaccharide complex could be formed covalently through controlled Maillard reaction. The complex formed is highly soluble in water at pH ranged from 3 – 8. Complexation of proteins and polysaccharides prevents the aggregation of proteins at isoelectric point of protein thus enabling the solubilisation of proteins in water. The complex is able to increase the stability of an emulsion by retaining the oil droplet at small size during storage for 28 days at room temperature. It is an advantage to add this material in food products especially an acidic foods.

Pengarang

Madzlan Kasran

Pusat Penyelidikan Sains Teknologi Makanan, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: madzlan@mardi.gov.my