STUDI PENGGUNAAN MEMBRAN BERSLOT UNTUK MEMPRODUKSI EMULSI MINYAK/AIR

Putu Doddy*, Ester Susanti, dan Debby Mariana
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
Jalan Raya Kalirungkut, Surabaya 60292
Email : pudod@ubaya.ac.id

Abstrak

Emulsi adalah dispersi dua atau lebih cairan yang tidak bercampur. Jika sistem ini tidak stabil, maka partikel terdispersi akan bergabung membentuk lapisan terpisah. Ketidakstabilan emulsi semakin tinggi jika ukuran partikel terdispersi besar dan distribusi ukurannya tidak seragam. Umumnya pembuatan emulsi dilakukan dengan pengadukan kecepatan tinggi yang merugikan jika bahan sensitif terhadap tekanan. Banyak cara dikembangkan untuk mengatasi hal ini, salah satunya adalah teknologi membran emulsifikasi, dimana emulsi dilewatkan melalui membran agar ukuran partikel terdispersi menjadi lebih kecil dan seragam sehingga emulsi stabil. Membran simetris yang efektif untuk memproduksi emulsi adalah membran mikrofiltrasi berslot seperti dalam penelitian ini. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penggunaan membran berslot 28 μm memberikan ukuran dan distribusi partikel yang kecil dan seragam. Emulsi minyak dalam air yang paling stabil adalah pada konsentrasi umpan 10% (b/b) dan konsentrasi surfaktan 3% (b/b) dengan ukuran partikel berkisar antara 3,5–13,5 μm . Fluks menurun bila konsentrasi umpan dan surfaktan semakin besar.

Kata kunci: emulsi, mikrofiltrasi, membran berslot

Abstract

Emulsion is dispersion system, which consist of two or more immiscible liquids. If this system is not stable, particle dispersed will form separate layer. The degree of instability will be greater if size of dispersed particles is not uniform. Generally, emulsion is produced by using high speed homogenizer, which will destruct the product. Some technology has been developed to overcome this problem. One of such technology is membrane emulsification, where the emulsion is flowed through the membrane so the size of particles will be smaller and more uniform. Symmetric membrane, which is used effectively to produce emulsion, has been used in this research. From the experiments, it has been proved that 28 microns membrane could produce emulsion, which has small and uniform size of particles. Emulsion with feed concentration of 10 % w/w and concentration of surfactant 3 % w/w has the highest degree of stability with particle sizes in the range of 3.5–13.5 microns. Fluxes were decreased if we use higher feed and surfactant concentration.

Keywords: Emulsion, microfiltration, slotted membrane

*korespondensi

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di industri kimia saat ini menuntut adanya suatu teknologi yang dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi. Di industri pangan, khususnya industri pengolahan minyak, salah satu produk yang dihasilkan adalah emulsi yang akan digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi bahan konsumsi. Emulsi adalah suatu sistem dispersi dua zat cair yang tidak tercampur. Cairan yang satu terdispersi menjadi partikel-partikel kecil dalam cairan yang lain. Jika sistem dispersi ini tidak stabil, maka partikel-partikel ini akan bergabung satu sama lain membentuk lapisan terpisah. Ketidakstabilan emulsi ini akan semakin tinggi jika ukuran partikel yang terdispersi besar dan distribusi ukuran partikel tidak seragam (Belitz dan Grosch, 1987). Di industri, pembuatan emulsi umumnya dilakukan dengan menggunakan bantuan proses pengadukan dengan kecepatan yang sangat tinggi di mana hal ini akan sangat merugikan jika bahan yang akan diproses memiliki sifat sensitif terhadap tekanan sehingga produk menjadi rusak. Bahan-bahan sensitif tersebut umumnya adalah bahan pangan.

Permasalahan sensitifitas bahan dan ketidakstabilan emulsi merupakan faktor utama yang mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Oleh karena itu banyak cara yang telah dikembangkan untuk mengatasi hal ini. Salah satunya adalah dengan penggunaan teknologi membran khususnya teknologi membran emulsifikasi. Teknologi membran emulsifikasi adalah suatu teknik untuk memproduksi emulsi dengan melewati emulsi melalui pori-pori membran. Dengan penggunaan membran diharapkan ukuran partikel emulsi menjadi lebih kecil sehingga emulsi menjadi lebih stabil dan produk menjadi lebih tahan lama. Selain itu dalam proses ini bahan emulsi tidak mengalami gaya yang besar yang dapat merusak produk. Jenis membran yang dapat digunakan di antaranya adalah mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Parameter yang digunakan sebagai ukuran keberhasilan proses dalam membran adalah fluks permeat dan distribusi ukuran partikel.

Penurunan fluks pada membran ultrafiltrasi jauh lebih besar dibandingkan dengan penurunan fluks yang terjadi pada membran mikrofiltrasi karena ukuran porinya yang lebih kecil. Penyumbatan pori-pori tersebut umumnya dialami oleh membran yang memiliki struktur asimetris (ukuran pori di permukaan atas tidak sama dengan ukuran

pori di permukaan bawah membran) yang umumnya terbuat dari bahan polimer. Oleh sebab itu dalam memproduksi emulsi membran yang memiliki struktur pori simetris lebih disukai karena akan memperkecil kemungkinan terjadinya fouling.

Salah satu jenis membran simetris yang efektif untuk memproduksi emulsi adalah membran mikrofiltrasi berslot yang digunakan dalam penelitian ini. Membran ini memiliki struktur pori berbentuk celah (*slot*) yang memungkinkan dihasilkannya fluks permeat yang lebih besar serta kemungkinan fouling lebih kecil dibandingkan dengan membran berstruktur pori bulat (*circular*). Penelitian ini menitikberatkan pada upaya pemanfaatan membran mikrofiltrasi berslot dalam memproduksi emulsi minyak dalam air dan air dalam minyak dengan ukuran partikel yang seragam melalui proses *Premix Membrane Emulsification* sehingga diperoleh emulsi dengan ukuran partikel yang seragam (*monosized emulsion*) yang dapat digunakan untuk berbagai proses lain. Pada penelitian ini membran digunakan untuk menghasilkan emulsi dengan ukuran dan distribusi partikel yang seragam. Untuk meningkatkan kestabilan emulsi yang dihasilkan, maka ditambahkan surfaktan dengan konsentrasi tertentu.

Hingga saat ini cukup banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mempelajari fenomena-fenomena yang terjadi dan parameter-parameter yang cocok digunakan dalam pembuatan emulsi dengan membran emulsifikasi. Secara garis besar, penelitian-penelitian tersebut dapat dikategorikan ke dalam dua jenis yaitu penelitian menggunakan metode *premix membrane emulsification* dan emulsifikasi membran *cross-flow*. Sedangkan jenis membrane yang digunakan bermacam-macam tergantung pada jenis emulsi dan laju produksi yang ingin dihasilkan.

Yoshinori dkk. (1996) merupakan salah satu perintis penelitian membrane emulsifikasi. Penelitiannya dilakukan dengan mendispersikan suatu fase ke dalam fase lain dengan ditekan melalui pori-pori membran. Tetapan yang keluar dari permukaan membran menghasilkan emulsi dengan distribusi ukuran partikel yang sempit. Kemajuan yang cepat dalam teknik mikro dan teknologi semi konduktor memungkinkan pengembangan *microchannel* yang Nakashima dkk. (2000) terapkan dalam teknologi emulsifikasi. Pembentukan sel dengan ukuran sama pada *microchannel* emulsifikasi

diterapkan pada teknologi emulsifikasi. Oleh karena tidak ada gaya tambahan untuk menghasilkan tetesan yang diperlukan, kondisi proses dalam *microchannel* emulsifikasi lebih ringan daripada membran emulsifikasi. Katoh dkk. (1995) membuat percobaan pembuatan emulsi makanan dengan menggunakan sistem membran emulsifikasi. Pada emulsi yang disiapkan dengan sistem membran emulsifikasi, dispersi diameter partikel tergantung dari diameter pori membran serta dibutuhkan pemilihan jenis dan konsentrasi surfaktan tertentu. Dispersi diameter partikel dikontrol dan konsentrasi surfaktan ditingkatkan kira-kira 100 kali dengan menggunakan membran hidrofobik. Pada penelitian yang lain, membran gelas berpori juga telah dikembangkan dan digunakan untuk memproduksi emulsi. Membran gelas berpori, yang disiapkan dengan pemisahan fase komposisi gelas, tersedia sebagai elemen pengemulsi dimana emulsi berukuran seragam dapat diperoleh dengan ukuran partikel yang berbeda dan emulsi air dalam minyak dalam air dengan yield yang tinggi (Nakashima dkk, 2000). Membran mikropori merupakan hasil pengembangan yang dilakukan oleh Lambricht dan Schubert (2004) dan cukup banyak digunakan oleh para peneliti untuk memproduksi emulsi. Schadler dan Windhab (2005) mempelajari mengenai emulsifikasi membran secara kontinyu dengan menggunakan sistem membran dengan jarak pori terkontrol. Partikel terbentuk pada pori dan ditekan ke fase kontinyu. Untuk rasio kecil dari jarak pori terhadap ukuran pori, penggabungan droplet (*coalescence*) pada permukaan membran dapat terjadi. Untuk menghindari koalesen pada permukaan membran, sebuah membran dengan jarak pori terkontrol dikembangkan dan dikombinasi dengan perlakuan khusus pada permukaannya. Tetesan droplet diamati dengan menggunakan dua buah kamera dari sisi atas dan sisi samping. Dari percobaan diperoleh kesimpulan bahwa semakin tinggi kecepatan rotasi, semakin kecil partikel yang dihasilkan dan semakin sempit distribusi ukurannya. Rasio fase tidak mempengaruhi hasil yang merupakan sebuah keuntungan bila dibandingkan dengan membran yang tidak berputar (statis). Xu dkk. (2005) mempelajari pembentukan partikel terdispersi melalui suatu *micrometer screen* pada mode operasi *cross flow*. Tiga sistem dengan perbedaan tegangan antar muka diteliti dan mereka

berhasil mengembangkan suatu model matematis.

Penelitian terbaru ialah yang dilakukan oleh Kosvintsev dkk. (2008) dimana mereka melakukan serangkaian tes terhadap ukuran partikel dan keseragamannya tanpa kehadiran gaya geser permukaan dengan menggunakan membran berpori antara 7 dan 60 μm dan jarak yang seragam antar pori sebesar 80 dan 200 μm . Dari serangkaian percobaan disimpulkan bahwa gaya apung atau *buoyancy* dan gaya kapiler terjadi pada saat proses emulsifikasi. Pada serangkaian tes, minyak bunga matahari diinjeksi ke dalam air dan ketika laju injeksi emulsifikasi ditingkatkan, diketahui bahwa ada titik dimana distribusi tetesan paling kecil atau sempit. Pori yang digunakan dalam percobaan Kosvintsev dkk ini adalah 80 dan 200 μm , titik dimana distribusinya paling sempit ialah ketika bilangan Weber sebesar 1.5×10^{-2} dimana bilangan Weber ditetapkan dengan menggunakan diameter tetesan daripada diameter pori.

Surh dkk. (2008) melakukan penelitian *premix membrane emulsification* untuk memproduksi lesitin yang distabilkan oleh emulsi minyak dalam air menggunakan membran gelas berpori Shirasu dimana ukuran pori membrannya adalah 8 μm . Karakterisasi struktur emulsi seperti distribusi ukuran partikel, diameter partikel rata-rata dan morfologi diukur dengan menggunakan sinar laser dan mikroskop optis. Ketika jumlah melewati membran meningkat 1-5, flux transmembran menurun dari 30 menjadi $1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.

Dari penelitian-penelitian tersebut, terlihat bahwa potensi penggunaan membran dalam pembuatan emulsi sangatlah besar dan memiliki beberapa keunggulan. Di masa yang akan datang masih terus dibutuhkan penelitian-penelitian lain untuk mengeksplorasi peluang pemanfaatan membran jenis lain seperti membran logam berslot dalam proses pembuatan emulsi. Karena membran berslot memiliki struktur pori yang seragam ditinjau dari ukuran pori dan jarak antar pori, sehingga berpotensi untuk dapat menghasilkan ukuran partikel yang seragam.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini mengangkat permasalahan untuk mengetahui tingkat keberhasilan membran berslot dalam memproduksi emulsi dengan ukuran partikel kecil dan distribusi ukuran partikel yang baik, serta mengetahui pengaruh

konsentrasi umpan minyak ataupun air serta konsentrasi surfaktan terhadap fluks dan distribusi ukuran partikel.

Teknologi membran emulsifikasi adalah suatu teknik untuk memproduksi emulsi dengan melewati emulsi melalui pori-pori membran. Dengan penggunaan membran diharapkan ukuran partikel emulsi menjadi lebih kecil sehingga emulsi menjadi lebih stabil dan produk menjadi lebih tahan lama. Selain itu dalam proses ini bahan emulsi tidak mengalami gaya yang besar yang dapat merusak produk. Jenis membran yang dapat digunakan diantaranya adalah mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Parameter yang digunakan sebagai ukuran keberhasilan proses dalam membran adalah fluks permeat dan distribusi ukuran partikel (Nakashima, dkk., 2000).

Keuntungan dari proses ini adalah konsumsi energi yang rendah, kontrol ukuran droplet dan distribusi ukuran droplet rendah dan tegangan geser yang diperlukan rendah. Keunggulan teknologi ini sangat ditentukan oleh pemilihan jenis membran yang tepat. Oleh karena itu, penting untuk memahami proses pembentukan dan pengaruh dari tiap parameter seperti jenis dan ukuran pori membran.

Pembentukan droplet yang dihasilkan dapat divisualisasi dengan *high speed camera*. Dengan kamera ini, 10.000 gambar tiap detik dapat diambil, sehingga dimungkinkan untuk mempelajari pengaruh dari pori membran yang berbeda. Di samping pengaruh geometri pori, pengaruh surfaktan yang berbeda dapat dipelajari.

Proses pembuatan emulsi dengan membran emulsifikasi dapat dibedakan menjadi:

1. Emulsifikasi membran *pre-mix* (*premix membrane emulsification*) di mana emulsi ditekan melalui pori membran untuk mengurangi ukuran droplet.
2. Emulsifikasi membran *cross-flow* dimana fase terdispersi (misalnya minyak) secara langsung ditekan melalui pori-pori membran untuk memperoleh droplet.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan dalam serangkaian percobaan di laboratorium untuk menguji kinerja membran mikrofiltrasi berslot dengan ukuran pori 28 mikrometer yang dioperasikan secara *dead end* dalam memproduksi emulsi minyak dalam air ataupun air dalam minyak. Membran yang digunakan adalah membran berslot yang terbuat dari aluminium dan diproduksi melalui metode track etching dengan diameter membran disesuaikan dengan modul *dead end* yang digunakan yaitu sebesar 7 cm. Panjang masing-masing slot dalam membran adalah 400 μm dan lebar 1 μm . Emulsi dibuat dengan mendispersikan minyak goreng komersial ke dalam aquadest dengan berbagai konsentrasi yang berbeda melalui proses pengadukan campuran dengan kecepatan konstan 1300 rpm. Emulsi yang terbentuk ditambahkan surfaktan sorbitan monooleat *p.a. grade* produksi *Sigma Aldrich* dengan berbagai konsentrasi.

(a)

(b)

Gambar 1. (a) Skema peralatan percobaan; (b) Struktur pori membran berslot

Percobaan filtrasi ini dilakukan dengan menggunakan tipe operasi aliran dead end dengan pressure drop 30 mbar. Suhu operasi selama penelitian adalah suhu ruang. Umpa, permeat dan sisa yang diperoleh selama percobaan kemudian dianalisa fluks dan ukuran serta distribusi partikel minyak dan air dengan menggunakan mikroskop trinocular. Hasil pengukuran diameter masing-masing partikel minyak dalam sampel kemudian dianalisa untuk menentukan kurva distribusi diferensial dari jumlah partikel dalam sampel. Kemudian data atau kurva diferensial ini dikonversikan ke dalam data atau kurva fraksi jumlah kumulatif partikel dalam sampel (Rhodes, 1998). Sedangkan fluks permeat diukur tiap 10 detik dengan gelas ukur.

Adapun skema peralatan percobaan yang digunakan dalam penelitian ditampilkan dalam Gambar 1.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini telah dilakukan pembuatan emulsi minyak dalam air dan air dalam minyak dengan berbagai variasi konsentrasi umpa serta konsentrasi surfaktan untuk memperoleh kondisi emulsi yang stabil, dengan ukuran partikel yang seragam. Emulsi stabil dimana partikel tidak mudah berkoalesens dengan partikel lainnya dan juga tidak mudah pecah membentuk partikel yang lebih kecil. Ukuran partikel yang seragam akan membuat emulsi lebih stabil. Kondisi tersebut diperoleh dengan membandingkan terlebih dahulu antara ukuran partikel emulsi tanpa dilewatkan dan setelah dilewatkan membran. Dengan demikian dapat diketahui pengaruh membran terhadap keseragaman ukuran partikel produk emulsi.

Produksi emulsi dengan dan tanpa membran

Gambar 2 menunjukkan distribusi ukuran partikel yang tidak dilewatkan membran (umpu) dan dilewatkan membran

(permeat). Ukuran partikel yang dilewatkan membran memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan ukuran partikel yang tidak dilewatkan membran. Ini terlihat dari bentuk

(a)

(b)

(c)

Gambar 2. Distribusi partikel dengan konsentrasi minyak, (a) 10% berat; (b) 15% berat; dan (c) 20% berat

kurva partikel yang tidak melewati membran yang cenderung lebih ke kanan. Selain itu, dari segi distribusi partikel yang telah melewati membran lebih homogen dibandingkan partikel yang tidak melewati membran. Hal ini dapat dilihat dari pendeknya kurva pada partikel yang telah melewati membran.

Lebih kecilnya ukuran partikel yang telah melewati membran dibandingkan tidak melewati membran disebabkan oleh partikel yang tidak melewati membran hanya bergantung pada pengadukan konstan saja. Pengadukan konstan akan membentuk partikel dimana ukurannya bergantung besarnya konsentrasi umpan. Setelah menggunakan membran, partikel yang sebelumnya telah diaduk semakin terseleksi sehingga partikel memiliki ukuran yang tidak jauh berbeda dengan pori membran. Dengan menggunakan membran, ukuran partikel emulsi yang dihasilkan lebih kecil yaitu berkisar antara 2-28 μm dan distribusi ukuran partikel lebih homogen. Semakin kecil partikel emulsi kemungkinan kontak partikel sejenis semakin kecil. Hal ini berarti emulsi menjadi lebih stabil. Membran yang digunakan dalam percobaan ini adalah membran logam dengan ukuran pori 28 μm .

Pengaruh konsentrasi umpan terhadap ukuran dan distribusi partikel emulsi minyak dalam air

Perbedaan ukuran partikel minyak dalam emulsi minyak dalam air dapat dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan dan konsentrasi umpan. Oleh sebab itu pada kecepatan pengadukan konstan, perbedaan konsentrasi umpan akan mempengaruhi perbedaan ukuran dalam umpan juga. Seperti terlihat pada Gambar 3.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa makin besar konsentrasi umpan maka ukuran partikel makin besar pula serta jumlah partikel makin banyak. Ukuran partikel yang besar mempunyai gaya tarik dan kekuatan mekanik antar partikel besar sehingga partikel cenderung menyukai partikel sejenisnya. Hal ini tidak baik untuk kestabilan emulsi. Dari ketiga konsentrasi di atas, konsentrasi 10% memiliki ukuran partikel yang cukup homogen dan stabil untuk emulsi. Untuk konsentrasi 15% distribusi ukuran partikel tidak merata dilihat dari jumlahnya pada gambar mikroskop. Sedangkan konsentrasi 20% partikel homogen tetapi ukuran partikel terlalu besar yang dikhawatirkan akan mudah berinteraksi

dengan partikel sejenisnya membentuk partikel dengan ukuran yg lebih besar lagi.

(a)

(b)

(c)

Gambar 3. Distribusi partikel pada emulsi minyak dalam air dengan konsentrasi minyak, (a) 10% berat, (b) 15% berat, dan (c) 20% berat

Selain itu dapat dilihat bahwa ukuran partikel minyak pada permeat dan sisa hampir sama. Ini dapat disebabkan oleh pengambilan sisa sampel minyak yang terlalu dekat dengan membran. Emulsi minyak dalam air tanpa menggunakan surfaktan membuat fase minyak dan air semakin cepat memisah. Minyak yang berada di dekat membran merupakan minyak yang berasal dari bagian kaya dengan air. Ukuran partikel minyak dalam fase air ini sangat kecil dibanding ukuran partikel minyak dalam fasa minyak yang berada di atas fase air. Selain itu, ukuran

partikel minyak dari bagian kaya air lebih kecil dari pori membran sehingga lolos sebagai permeat. Dengan demikian, ukuran partikel pada sisa yang diperoleh hampir sama dengan ukuran partikel pada permeat.

Pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap kestabilan

Dalam penelitian pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap kestabilan emulsi, dilakukan analisa distribusi ukuran partikel pada umpan dan permeat serta sisa pada konsentrasi emulsi minyak dalam air 10%, serta variasi konsentrasi surfaktan 1%, 2% dan 3% menggunakan mikroskop.

Gambar 4. Distribusi partikel pada emulsi minyak dalam air pada konsentrasi minyak 10% berat, dengan konsentrasi surfaktan; (a) 1% berat, (b) 2% berat, dan (c) 3% berat

Dari Gambar 4, perbandingan distribusi ukuran partikel pada umpan, permeat, dan sisa secara keseluruhan dapat dilihat bahwa ukuran partikel pada umpan dan sisa lebih besar dibandingkan permeat. Ini disebabkan setelah melewati membran partikel terdeformasi. Sedangkan pada konsentrasi surfaktan 2% partikel akhir ada yang berukuran besar, ini dikarenakan partikel berkoalesens dengan partikel lainnya. Deformasi ataupun koalesens partikel terjadi akibat ketidakstabilan emulsi. Kestabilan tersebut dipengaruhi oleh lamanya pengadukan, konsentrasi umpan dan surfaktan yang digunakan. Konsentrasi umpan besar menyebabkan gaya tarik antar molekul besar sehingga emulsi tidak stabil. Besarnya surfaktan mempengaruhi ketidakstabilan emulsi. Semakin besar konsentrasi surfaktan maka mampu untuk mengabsorb partikel emulsi tersebut sehingga dapat membentuk lapisan film yang berfungsi menurunkan tegangan antar muka sehingga usaha untuk bergabung dengan partikel sejenis akan terhalang. Sedangkan pengadukan merupakan cara membentuk kestabilan emulsi secara fisik. Lamanya pengadukan akan mempertahankan bentuk ukuran partikel pada pengadukan konstan.

Pengaruh konsentrasi umpan terhadap fluks

Gambar 5. Pengaruh konsentrasi umpan terhadap nilai fluks emulsi minyak dalam air

Gambar 5 memperlihatkan bahwa nilai fluks semakin kecil seiring dengan meningkatnya konsentrasi umpan, namun perbedaan fluksnya sangat kecil untuk konsentrasi umpan yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk emulsi minyak dalam air nilai fluks yang melewati membran berpori 28

μm pada konsentrasi umpan 10% berkisar 0,31-1,99 ($\text{L.m}^{-2}.\text{detik}^{-1}$), sedangkan konsentrasi umpan 15% berkisar 0,29-1,89 ($\text{L.m}^{-2}.\text{detik}^{-1}$).

Penurunan fluks dengan meningkatnya konsentrasi umpan ini dikarenakan makin meningkatnya konsentrasi umpan maka partikel emulsinya pun makin banyak. Dengan makin banyaknya partikel emulsi ini maka polarisasi konsentrasi makin cepat terjadi sehingga nilai fluks makin kecil.

Pada saat awal proses filtrasi belum ada deposit partikel yang berada di permukaan membran. Tetapi, makin lama makin banyak partikel minyak yang tertahan di permukaan membran sehingga akan terbentuk polarisasi konsentrasi yang akan menghalangi jalannya permeat melewati membran. Dengan demikian, kenaikan konsentrasi menyebabkan nilai tahanan total filtrasi meningkat terutama tahanan *pore blocking*, adsorpsi dan polarisasi konsentrasi.

Pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap fluks

Konsentrasi surfaktan mempengaruhi nilai fluks. Gambar 6 memperlihatkan bahwa nilai fluks makin kecil dengan meningkatnya konsentrasi surfaktan. Hal ini dikarenakan, dengan makin besarnya konsentrasi surfaktan emulsi menjadi makin stabil sehingga emulsi sulit melewati membran karena sulit terdeformasi. Hal ini mengakibatkan terbentuknya lapisan di atas permukaan membran. Emulsi yang tertahan di permukaan membran semakin lama akan membentuk suatu lapisan di permukaan membran yang menyebabkan nilai fluks semakin menurun.

Gambar 6. Pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap fluks emulsi minyak dalam air dengan konsentrasi minyak 10% (b/b) dengan surfaktan 1% & 2% (b/b)

Fenomena lain yang dapat diamati adalah dalam rentang waktu yang pendek, penurunan fluks yang terjadi tidak terlalu tajam pada dua konsentrasi surfaktan yang digunakan.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa teknologi membran emulsifikasi dapat digunakan untuk menghasilkan produk emulsi dengan ukuran partikel yang kecil dan seragam, sehingga emulsi yang dihasilkan menjadi lebih stabil. Makin besar konsentrasi umpan emulsi maka emulsi semakin tidak stabil. Makin besar konsentrasi surfaktan maka emulsi makin stabil. Serta makin besar konsentrasi umpan dan konsentrasi surfaktan maka nilai fluks akan makin kecil.

Daftar Pustaka

- Belitz, H. D.; Grosch, W., *Food Chemistry*, Springer Verlag, Germany, 1987.
- Katoh, R.; Asano, Y.; Furuya, A.; Sotoyama, K.; Tomita, M., *Preparation of food emulsions using a membrane emulsification system*, Journal of Membrane Science, 1995, Vol. 113(1), 131-135.
- Kosvintsev, S. R.; Gasparini, G.; Holdich, R. G., *Membrane emulsification: droplet size and uniformity in the absence of surface shear*, Journal of Membrane Science, 2008, Vol. 313(1-2), 182-189.
- Lambricht, U.; Schubert, H., *Emulsification using microporous systems*, Journal of Membrane Science, 2004, Vol. 257(1-2), 76-84.
- Nakashima, T.; Shimizu, M.; Kukizaki, M., *Particle control of emulsion by membrane emulsification and its applications*, Advanced Drug Delivery Reviews, 2000, Vol. 45(1), 47-56.
- Rhodes, M., *Introduction to Particle Technology*, John Wiley and Sons, England, 1998.
- Schadler, V.; Windhab, R. J., *Continuous membrane emulsification by using a membrane system with controlled pore distance*, Desalination, 2005, Vol. 189(1-3), 130-135.

Surh, J.; Jeong, Y. G.; Vladislavljevic, G. T., *On the preparation of lecithinstabilized oil-in-water emulsions by multistage premix membrane emulsification*, Journal of Food Engineering, 2008, Vol. 89(2), 164-170.

Xu, J. H.; Luo, G. S.; Chen, G. G.; Wang, J. D., *Experimental and theoretical approaches on droplet formation from a micrometer screen*

hole, Journal of Membrane Science, 2005, Vol. 266(1-2), 121-131.

Yoshinori M.; Shimizu, M.; Nakashima, T., *Preparation and stabilization of simple and multiple emulsions using a microporous glass membrane*, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 1996, Vol. 6(4-5), 261-268.