

PENINGKATAN KADAR PATCHOULI ALKOHOL MINYAK NILAM (*Pogostemon cablin* Benth) DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN SELULOSA ASETAT

Increase of the Content of Patchouli Alcohol in Patchouli Oil (*Pogostemon cablin* Benth)
Using Cellulose Acetate Membrane

Yuliani Aisyah^{1,2}, Pudji Hastuti¹, Hardjono Sastrohamidjojo³, Chusnul Hidayat¹

¹Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281, ²Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Jl. Krueng Kalee No. 3 Darussalam, Banda Aceh. ³Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Yogyakarta 55281
Email: yuli_stp@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kadar patchouli alkohol dalam minyak nilam dengan menggunakan membran nanofiltrasi selulosa asetat dan mengevaluasi kinerja membran yang digunakan. Membran yang digunakan adalah membran nanofiltrasi selulosa asetat tipe Vivaspin 15R. Proses filtrasi minyak nilam dilakukan dengan menggunakan kecepatan sentrifugasi 212, 850, dan 1912 g serta waktu sentrifugasi 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Kadar patchouli alkohol di analisis menggunakan kromatografi gas, sedangkan kinerja membran dinyatakan sebagai permeabilitas (fluks) dan selektivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa filtrasi dengan menggunakan membran nanofiltrasi selulosa asetat dapat meningkatkan kadar patchouli alkohol sebesar 2 kali (61,52 %) dari kadar patchouli alkohol awal (30,08%) pada kecepatan sentrifugasi 1912 g dan waktu sentrifugasi 50 menit. Kecepatan dan waktu sentrifugasi berpengaruh signifikan terhadap nilai fluks dan selektivitas membran. Nilai fluks tertinggi diperoleh sebesar 166,81 L/m².jam dan selektivitas membran sebesar 44,91 %.

Kata kunci: Minyak nilam, patchouli alkohol, membran selulosa asetat, fluks, selektivitas.

ABSTRACT

The aims of this research were to increase patchouli alcohol content of patchouli oil using cellulose acetate membrane and evaluated performance of the membrane. The nanofiltration cellulose acetate membrane used in this study was the Vivaspin 15R. The filtration process of patchouli oil was carried out using centrifugation speed 212, 850 and 1912 g, and centrifugation time 10, 20, 30, 40, 50 and 6 minutes. Analysis of patchouli oil was carried out using gas chromatography, meanwhile the separation performance membrane can be described as a permeability (flux) and selectivity. The nanofiltration process of patchouli oil using cellulose acetate membrane showed that the patchouli alcohol content increase 2 times (58.11 %) of the initial content of patchouli alcohol (30.08 %) by using centrifugation speed of 1912 g and centrifugation time of 50 minutes. There are significant effect of centrifugation speed and centrifugation time on patchouli alcohol content, flux and selectivity. The highest value of flux is 166,81 L/m².jam and selectivity is 44.91 %.

Keywords: Patchouli oil, patchouli alcohol, cellulose acetate membrane, flux, selectivity

PENDAHULUAN

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan salah satu jenis tanaman penghasil minyak atsiri, yang dikenal sebagai minyak nilam (*patchouli oil*). Nilam termasuk suku Labiatae, bangsa Lamiales dalam kelas Angiospermae. Jenis nilam yang telah diketahui di Indonesia antara lain *Pogostemon cablin* Benth yang dikenal dengan nilam Aceh yang kadar minyaknya 2,5-5 %, *Pogostemon heyneanus* yang dikenal dengan nilam Jawa dengan kadar minyaknya 0,5-1,5 %, dan *Pogostemon hortensis* yang dikenal dengan nilam sabun dengan kadar minyaknya 0,5-1,5 % (Rukmana, 2004).

Menurut Aisyah dkk. (2008), ada 15 komponen penyusun minyak nilam yang teridentifikasi. Lima komponen yang mempunyai persentase terbesar adalah patchouli alkohol (32,60 %), δ -guaiana (23,07 %), α -guaiana (15,91 %), seychellena (6,95 %) dan α -patchoulena (5,47 %). Lima komponen terbesar ini sama dengan hasil identifikasi yang dilakukan Corine dan Sellier (2004).

Kadar patchouli alkohol (PA) merupakan salah satu parameter yang menentukan mutu minyak nilam. Standar internasional untuk mutu terbaik minyak nilam adalah dengan kadar patchouli alkohol minimal 38 % (Essential Oil Association of USA, 1975), dan 31 % (SNI 06-2385-2006). Minyak nilam yang diproduksi di Indonesia kadar patchouli alkoholnya masih rendah yaitu < 30%. Hal ini disebabkan antara lain karena penanganan pasca panen bahan sebelum disuling belum baik, proses penyulingan belum optimal (masih dilakukan dengan peralatan dan cara sederhana, waktu penyulingan yang singkat) dan pengaruh daerah asal bahan baku. Hal ini akan mengakibatkan rendahnya harga dan tidak memenuhi permintaan pasar). Oleh karena itu kadar patchouli alkohol masih perlu untuk ditingkatkan agar dapat memperluas jangkauan pasarnya.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk meningkatkan kadar patchouli alkohol di dalam minyak nilam dengan menggunakan metoda yang berbeda, diantaranya dengan menggunakan metoda distilasi fraksinasi (Bulan dkk., 2000; Harfizal, 2003; Yanyan dkk., 2004) dan rotavapor dengan pengaturan suhu fraksinasi (Suryatmi, 2008). Hasil peningkatan kadar patchouli alkoholnya sangat bervariasi, tergantung metoda yang digunakan. Pemisahan dengan menggunakan metoda distilasi fraksinasi terjadi berdasarkan perbedaan titik didih masing-masing komponen. Minyak nilam mempunyai komponen-komponen penyusun yang mempunyai titik didih yang hampir sama, sehingga sangat sulit untuk dilakukan pemisahan.

Patchouli alkohol merupakan komponen utama dalam minyak nilam dan mempunyai kadar (persentase) terbesar dibandingkan komponen-komponen lainnya. Patchouli alkohol merupakan seskuiterpen beroksigen, mempunyai titik di-

dih 140 °C pada tekanan 8 mmHg. mempunyai berat molekul 224 dengan rumus molekul $C_{15}H_{26}O$ (Bulan, 2000). Berdasarkan struktur molekulnya patchouli alkohol mempunyai gugus -OH, sedangkan komponen penyusun minyak nilam lainnya tidak memiliki gugus -OH, sehingga peningkatan kadar patchouli alkohol dapat dilakukan dengan metoda pemisahan dengan mekanisme perbedaan hidrofobitas.

Salah satu metoda pemisahan yang menggunakan prinsip mekanisme perbedaan hidrofobitas adalah pemisahan dengan menggunakan membran. Kemampuan membran untuk memisahkan komponen suatu campuran dipengaruhi oleh perbedaan sifat fisika dan kimia komponen dengan material penyusun membran. Peristiwa perpindahan suatu komponen melewati membran karena adanya gaya dorong, yang dapat berupa tekanan, suhu dan konsentrasi (Baker, 2004).

Ranjit dan Wagner (1995), melaporkan bahwa mekanisme pemisahan yang terjadi pada proses pemisahan membran dapat disebabkan karena perbedaan berat molekul, perbedaan kelarutan dalam air dan viskositas (Isono dan Nakajima, 1999), perbedaan hidropobitas (Bracken dkk, 2005), perbedaan ukuran molekul, polaritas dan muatan (Van der Bruggen dkk., 1999).

Membran dapat dibedakan menjadi dua jenis, hidrofilik dan hidrofobik. Membran yang bersifat hidrofilik mempunyai sisi aktif yang bersifat polar, yang akan berinteraksi dengan molekul/senyawa penetran yang juga bersifat polar. Interaksi antara penetran dengan membran dapat terjadi melalui ikatan kimia, yaitu ikatan hidrogen. Oleh karena itu peningkatan kadar patchouli alkohol diduga dapat dilakukan dengan menggunakan membran yang bersifat hidrofilik. Salah satu material membran yang bersifat hidrofilik adalah selulosa asetat. Sifat hidrofilik dari selulosa asetat mempengaruhi kemudahan interaksi dan difusi molekul/senyawa penetran dalam membran jika masing-masing membran dan solut memiliki kesamaan atau perbedaan kepolaran ataupun muatan.

Kinerja membran nanofiltrasi ditentukan oleh permeabilitas dan selektivitas membran. Permeabilitas merupakan ukuran yang menyatakan kelajuan suatu fase tertentu untuk melewati membran. Parameter yang digunakan adalah nilai fluks, yang didefinisikan sebagai jumlah volume permeat yang melewati membran per satuan luas membran per satuan waktu (Mulder, 1996). Selektivitas adalah ukuran kemampuan membran melewatkan atau menahan bagian tertentu (Mulder, 1996). Parameter yang digunakan adalah koefisien rejeksi, yang didefinisikan sebagai fraksi konsentrasi zat terlarut yang tertahan oleh membran.

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kadar patchouli alkohol dengan menggunakan membran nanofiltrasi selulosa asetat serta mengetahui kinerja masing-masing membran.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak nilam yang diperoleh dari hasil penyulingan petani nilam (*Pogostemon cablin Benth*) dari Kabupaten Aceh Selatan, Nanggroe Aceh Darussalam. Penyulingan tanaman nilam dilakukan dengan metoda penyulingan uap, dengan kapasitas alat penyulingan 20 kg tanaman nilam selama 6 jam. Minyak nilam yang diperoleh disimpan di dalam botol berwarna, ditutup dan diletakkan di dalam ruang dingin dengan suhu 4 °C sampai dengan digunakan untuk penelitian.

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain : membran nanofiltrasi selulosa asetat tipe Vivaspin 15R, dengan panjang total 116 mm, lebar 30 mm, daerah aktif membran 3,9 cm², sentrifuse Beckman Model J-GB dengan tipe rotor swing bucket, kromatografi gas Hewlet Packard 5890 Series II, dan peralatan gelas baik untuk kebutuhan preparasi maupun analisis.

Prosedur Penelitian

Karakterisasi minyak nilam. Karakterisasi minyak nilam dilakukan untuk mengetahui komposisi minyak nilam yang digunakan. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan kromatografi gas. Kromatografi gas juga digunakan untuk analisis komposisi permeal hasil filtrasi menggunakan membran. Kondisi kromatografi gas yang digunakan sebagai berikut: kolom yang digunakan adalah Rtx-5MS (panjang 30 meter, ID 0,25 mm), temperatur kolom oven 80 °C, temperatur injekto 300 °C, mode injektor split, waktu sampling 1 menit, tekanan 35,6 kPa, aliran total 71,1 mL/menit, aliran kolom 0,68 mL/min, kecepatan linier 30,3 cm/detik, rasio split 99,7 dan jumlah sampel 0,1 µL.

Rancangan penelitian. Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan tiga kali ulangan. Faktor perlakuan yang dipelajari adalah aras gaya sentrifugal dan aras waktu sentrifugasi. Parameter yang diamati adalah volume permeal, kadar patchouli alkohol dan non patchouli alkohol, fluks dan rejeksi non patchouli alkohol dan selektivitas membran. Untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan, dilakukan analisa data dengan menggunakan analisis sidik ragam. Bagi perlakuan yang berpengaruh nyata dan sangat nyata, dilakukan uji beda rataaan menggunakan uji Duncan pada taraf 5 % dan 1 % (Steel dan Torrie, 1980).

Proses filtrasi menggunakan membran. Membran selulosa asetat yang digunakan ditempatkan dalam modul berbentuk Falcon 50 mL, dengan daerah aktif membran 3,9 cm². Minyak nilam dimasukkan ke dalam Falcon 50 mL sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam alat sentrifuse. Sentrifugasi

dilakukan waktu dan gaya sentrifugal yang berbeda. Gaya sentrifugal yang digunakan adalah 212 g, 850 g dan 1912 g, sedangkan waktu sentrifugasi 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit. Proses filtrasi ini mengikuti metoda Wijmans dan Baker (1995), dengan modifikasi pada tekanan yang digunakan. Pada penelitian ini tekanan yang digunakan dalam bentuk gaya sentrifugal.

Permeal dianalisis komposisinya dengan menggunakan kromatografi gas untuk mengetahui kadar patchouli alkoholnya. Perhitungan yang dilakukan terhadap data hasil penelitian terdiri dari penentuan fluks dan selektivitas membran. Fluks massa dapat dihitung dengan persamaan 1, sedangkan perhitungan selektivitas membran dapat dihitung dengan Persamaan 2. Membran yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1.

$$J_v = \frac{V}{A.t} \tag{1}$$

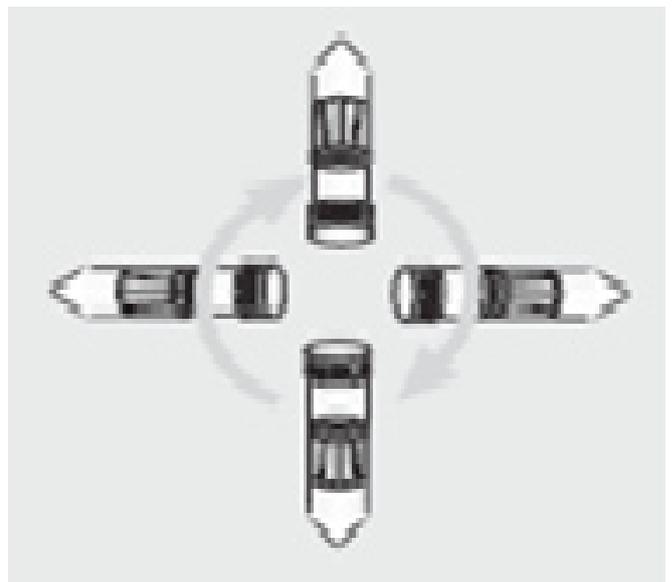
keterangan :

- J_v = fluks volume (L/m².jam)
- V = volume permeal (m³)
- A = luas permukaan membran (m²)
- t = waktu (detik)

$$R (\%) = \frac{C_{umpan} - C_{permeal}}{C_{umpan}} \times 100 \% \tag{2}$$

keterangan :

- R (%) = persentase rejeksi
- C_{umpan} = konsentrasi partikel dalam umpan (mg/L)
- C_{permeal} = konsentrasi partikel dalam permeal (mg/L)



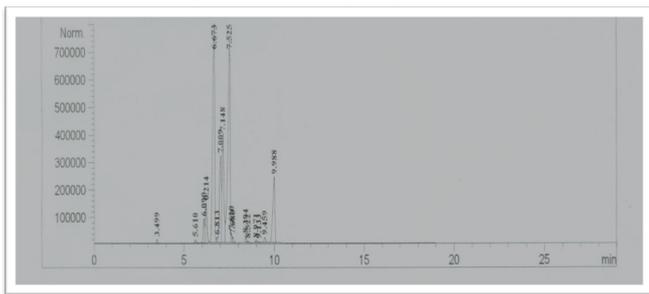
Gambar 1. Peralatan membran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Minyak Nilam

Hasil analisis minyak nilam menggunakan kromatografi gas menunjukkan bahwa kadar patchouli alkohol dalam minyak nilam yang digunakan pada penelitian ini adalah 30,08 %, dengan waktu retensi 9,988 menit (Gambar 2). Dengan demikian berarti kadar patchouli alkohol dalam minyak nilam yang digunakan dalam penelitian ini sudah memenuhi standar mutu SNI 06-2385-2006 untuk minyak nilam, namun belum memenuhi syarat untuk kadar patchouli alkohol menurut Essential Oil Association (EOA), oleh karena itu kadar patchouli alkohol masih perlu untuk ditingkatkan agar dapat memperluas jangkauan pasarnya.

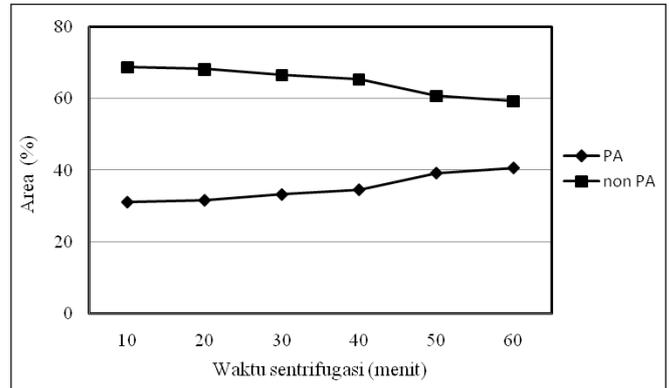
Menurut Yuliani dkk, (2008), terdapat 15 komponen kimia penyusun minyak nilam yang dapat teridentifikasi dengan menggunakan kromatografi gas spektrometri massa (GC-MS, dengan komponen-komponen yang mempunyai persentase terbesar adalah patchouli alkohol (32,60 %), δ -guaiena (23,07 %), α -guaiena (15,91 %), seychellena (6,95 %), dan α -patchoulena (5,47 %).



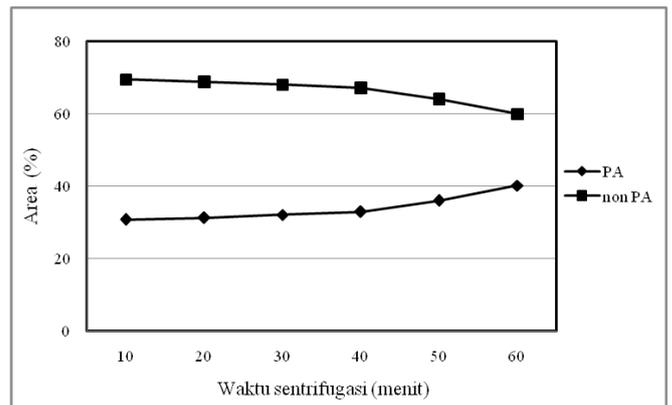
Gambar 2. Kromatogram minyak nilam menggunakan kromatografi gas

Kadar Patchouli Alkohol Setelah Filtrasi Membran

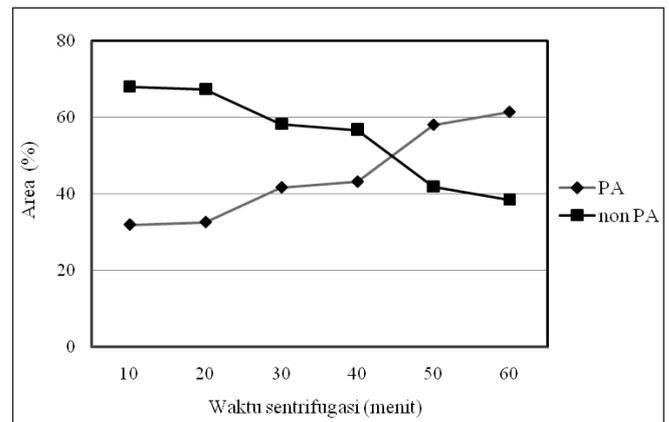
Kadar patchouli alkohol setelah proses nanofiltrasi membran selulosa asetat dengan perlakuan gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi berbeda ditunjukkan pada Gambar 3, 4, dan 5. Penambahan gaya sentrifugal pada proses nanofiltrasi menyebabkan kadar patchouli alkohol makin tinggi dan kadar non patchouli alkohol makin kecil. Penambahan gaya sentrifugal hingga 1912 g diperoleh kadar patchouli alkohol yang makin tinggi. Kenaikan kadar patchouli alkohol yang lebih tinggi terjadi pada gaya sentrifugal 1912 g antara waktu 40 sampai 50 menit dan penurunan kadar non patchouli alkohol lebih kecil. Proses nanofiltrasi dengan waktu proses lebih lama, kadar patchouli alkohol masih meningkat tetapi persentase kenaikannya lebih sedikit dibandingkan sebelumnya.



Gambar 3. Kadar patchouli alkohol dan non patchouli alkohol hasil proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat dengan gaya sentrifugal 212 g dan waktu sentrifugasi berbeda



Gambar 4. Kadar patchouli alkohol dan non patchouli alkohol hasil proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat dengan gaya sentrifugal 850 g dan waktu sentrifugasi berbeda



Gambar 5. Kadar patchouli alkohol dan non patchouli alkohol hasil proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat dengan gaya sentrifugal 1912 g dan waktu sentrifugasi berbeda

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar patchouli alkohol. Ada interaksi pengaruh gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi terhadap kadar patchouli alkohol. Proses membran dengan gaya sentrifugal 1912 g dan waktu 60 menit menghasilkan kadar patchouli alkohol yang tertinggi yaitu 61,52 %, tetapi tidak signifikan jika dibandingkan dengan kadar patchouli alkohol pada gaya sentrifugal 1912 g dan waktu 50 menit yaitu 57,90 %. Peningkatan kadar patchouli alkohol yang terjadi sebesar 2 kali dari kadar patchouli alkohol awal (30,08%). Dengan demikian filtrasi pada gaya sentrifugal 1912 g dengan waktu 50 menit dipilih sebagai perlakuan yang terbaik dilihat dari efisiensi waktu yang diperlukan.

Peningkatan kadar patchouli alkohol dalam minyak nilam dengan menggunakan membran selulosa asetat pada prinsipnya berdasarkan perbedaan ukuran pori membran dengan umpan (senyawa yang akan dipisahkan) dan adanya interaksi kimia antara umpan dengan membran. Membran selulosa asetat mempunyai sisi aktif gugus hidroksi (OH) dan karbonil (CO) yang bersifat polar akan berinteraksi dengan gugus -OH yang juga bersifat polar pada senyawa patchouli alkohol dalam minyak nilam yang membentuk ikatan hydrogen. Didukung dari hasil identifikasi sifat komponen penyusun minyak nilam hasil perhitungan dengan MM2 (Aisyah, dkk., In Press), menunjukkan bahwa patchouli alkohol mempunyai nilai hidrofobisitas lebih rendah dan momen dwikutub yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan komponen lain. Hal ini dapat menyebabkan patchouli alkohol memungkinkan membentuk ikatan hydrogen dengan selulosa asetat pada membran dibandingkan dengan komponen penyusun minyak nilam yang lain. Dengan adanya tekanan yang diberikan melalui kecepatan sentrifugasi menyebabkan patchouli alkohol yang berinteraksi dengan membran, terdifusi dan lolos sebagai permeat.

Menurut March (1992), ikatan hydrogen dapat terbentuk dan terputus baik di dalam fase larutan maupun fase cair, energi yang dibutuhkan untuk terjadinya ikatan hydrogen antara OH...O adalah 3-6 kkal/mol atau 12-25 kJ/mol. Pemberian tekanan pada proses nanofiltrasi melalui gaya sentrifugal akan memutuskan ikatan hydrogen yang terjadi antara patchouli alkohol dan selulosa asetat sehingga patchouli alkohol dapat lolos sebagai permeat dan kadar patchouli alkohol menjadi meningkat.

Hasil perhitungan menggunakan metode molecular mechanics (MM2) pada Program Hyperchem, melalui pemodelan terjadinya ikatan hydrogen antara patchouli alkohol dan selulosa asetat menunjukkan bahwa total energi yang dibutuhkan untuk terjadinya dua ikatan hydrogen antara pa-

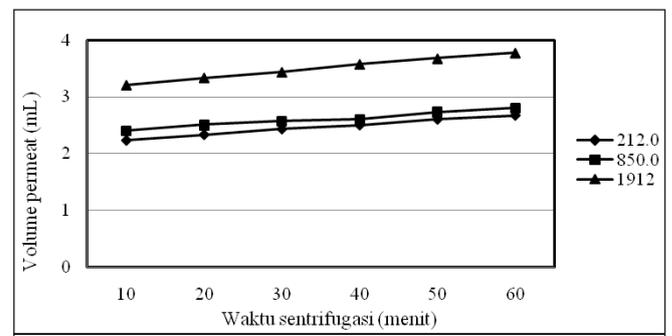
tchouli alkohol dan selulosa asetat sebesar 4,58 kkal/mol. Sementara itu hasil perhitungan besar gaya sentrifugal yang diberikan pada proses nanofiltrasi adalah sebesar 9,2 kkal/mol, 37,17 kkal/mol, dan 83,62 kkal/mol berturut-turut untuk gaya sentrifugal 212 g, 857 g, 1912 g. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa besar gaya yang diberikan melalui gaya sentrifugal yang diberikan dalam penelitian ini dapat memutuskan ikatan hydrogen yang terjadi antara patchouli alkohol dan selulosa asetat sehingga patchouli alkohol dapat lolos melalui membran dan kadar patchouli alkohol meningkat.

Berdasarkan alasan tersebut dapat dinyatakan bahwa mekanisme pemisahan yang terjadi dalam peningkatan kadar patchouli alkohol di dalam minyak nilam dapat disebabkan karena perbedaan hidrofobisitas. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh beberapa peneliti bahwa mekanisme pemisahan yang terjadi pada proses pemisahan dengan membran selulosa asetat dapat disebabkan antara lain oleh karena perbedaan hidrofobisitas (Braeken dkk., 2005; Kiso dkk., 2001; Van der Bruggen dkk., 1999).

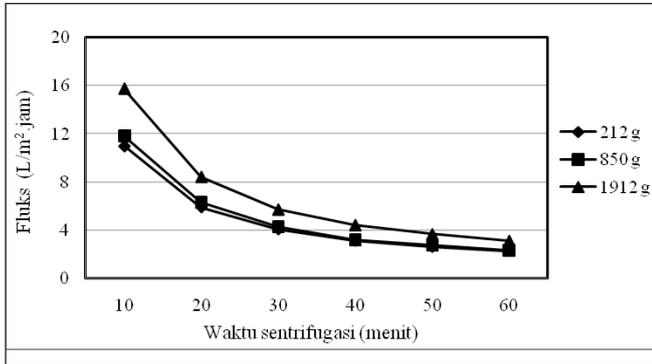
Fluks Membran

Kinerja membran nanofiltrasi selulosa asetat dapat dilihat dari nilai fluks dan selektivitasnya. Untuk menghitung fluks diperlukan data volume permeat hasil filtrasi minyak nilam menggunakan membran (Gambar 6). Volume permeat meningkat seiring dengan penambahan gaya sentrifugal. Penambahan gaya sentrifugal hingga 1912 g menunjukkan perolehan volume yang lebih besar dibandingkan penggunaan gaya sentrifugal 212 g dan 850 g.

Perhitungan nilai fluks dilakukan berdasarkan pada Persamaan 1. Nilai fluks pada proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat dengan waktu sentrifugasi yang berbeda dalam peningkatan kadar patchouli alkohol dari minyak nilam dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Volume permeat hasil proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat dengan gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi berbeda

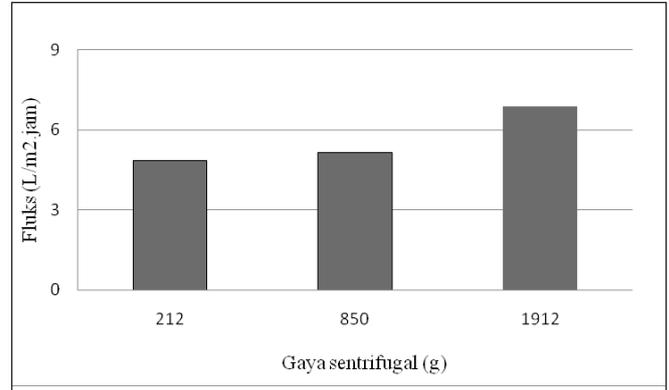


Gambar 7. Nilai fluks hasil proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat pada gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi berbeda

Pada pengamatan nilai fluks membran diperoleh bahwa nilai fluks menurun dengan bertambahnya waktu sentrifugasi. Pada ketiga gaya sentrifugal yang digunakan penambahan waktu sentrifugasi sampai 40 menit nilai fluks mengalami penurunan, namun mulai waktu sentrifugasi 50 menit penurunan nilai fluks mendekati stabil. Fenomena seperti ini menunjukkan jumlah permeat yang lolos melalui membran semakin sedikit seiring dengan bertambahnya waktu sentrifugasi. Hal ini dapat disebabkan karena resistensi membran yang semakin rendah. Menurunnya resistensi membran dapat disebabkan karena kemungkinan terjadinya peristiwa penyumbatan (*fouling*) yang menyebabkan terjadinya penurunan fluks permeat. Penyumbatan terjadi karena terjadinya pengumpulan material di dekat atau dalam membran yang menurunkan permeabilitas membran dengan cara menutupi atau mengecilkan pori.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi berpengaruh sangat nyata terhadap nilai fluks. Perubahan nilai fluks pada proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat dengan gaya sentrifugal yang berbeda dalam peningkatan kadar patchouli alkohol dari minyak nilam dapat dilihat pada Gambar 8.

Kenaikan nilai fluks terlihat dengan makin meningkatnya gaya sentrifugal yang digunakan. Hal ini dapat disebabkan karena gaya sentrifugal yang diberikan makin besar sehingga dapat memutuskan ikatan hidrogen antara patchouli alkohol dan selulosa asetat sehingga patchouli alkohol dapat lolos melalui membran sebagai permeat. Makin banyak patchouli alkohol yang lolos melalui membran maka makin besar nilai fluks yang dihasilkan. Kenaikan nilai fluks yang lebih tinggi terjadi pada gaya sentrifugal 1912 g, dengan nilai fluks mencapai 6,88 L/m².jam. Hal ini sejalan dengan pendapat Wijmans dan Baker (1995), makin tinggi tekanan operasi yang digunakan menyebabkan makin tinggi fluks yang diperoleh. Pada saat tekanan ditingkatkan, ukuran rata-rata pori-pori dari lapisan pemisah (*separation layer*) berkurang, sehingga makin memudahkan penetran melewati membran sehingga meningkatkan nilai fluks.

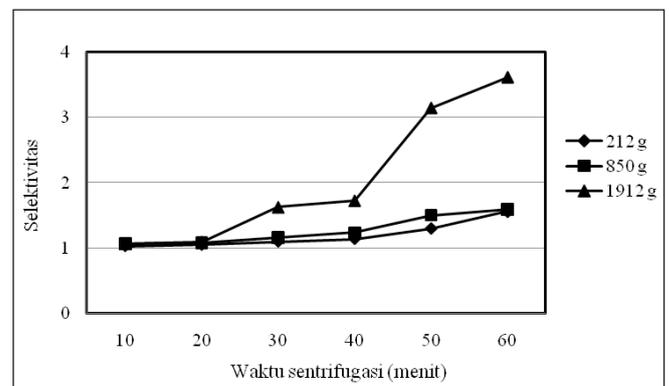


Gambar 8. Nilai fluks hasil proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat pada berbagai gaya sentrifugal

Selektivitas Membran

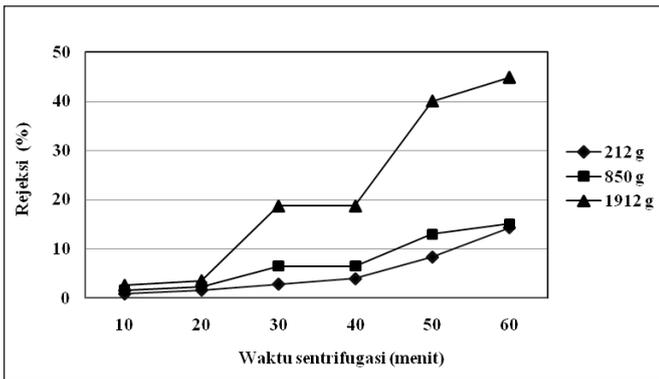
Perhitungan nilai fluks dilakukan berdasarkan pada persamaan 1. Nilai fluks pada proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat dengan waktu sentrifugasi yang berbeda dalam peningkatan kadar patchouli alkohol dari minyak nilam dapat dilihat pada Gambar 9.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi berpengaruh sangat nyata terhadap nilai selektivitas membran. Ada interaksi pengaruh gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi terhadap nilai selektivitas. Penambahan gaya sentrifugal pada proses sentrifugasi menyebabkan selektivitas makin tinggi. Penambahan gaya sentrifugal hingga 1912 g dihasilkan selektivitas yang makin tinggi. Kenaikan selektivitas yang lebih tinggi terjadi pada gaya sentrifugal 1912 g antara waktu 40 sampai 50 menit dan hal ini sama dengan kenaikan kadar patchouli alkohol. Proses sentrifugasi dengan waktu proses lebih lama lagi yaitu 60 menit menyebabkan selektivitas masih meningkat tetapi peningkatannya lebih sedikit dibandingkan sebelumnya, namun nilai ini memang belum optimum karena trennya yang kemungkinan masih menunjukkan adanya peningkatan dengan bertambahnya waktu sentrifugasi.



Gambar 9. Selektivitas hasil proses nanofiltrasi menggunakan membran selulosa asetat pada gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi berbeda

Peningkatan selektivitas seiring dengan peningkatan kadar patchouli alkohol. Makin meningkat selektivitas maka makin meningkat persentase penolakan terhadap senyawa non patchouli alkohol (Gambar 10). Hal ini terjadi karena interaksi patchouli alkohol dengan membran melalui ikatan hidrogen. Patchouli alkohol mempunyai nilai hidrofobisitas yang hampir sama dengan nilai hidrofobisitas selulosa asetat, dan lebih rendah dibandingkan dengan komponen lain penyusun minyak nilam. Hal ini sejalan dengan pendapat Kiso dkk. (2001), yang menunjukkan bahwa nilai rejeksi/penolakan suatu molekul akan meningkat dengan makin tingginya nilai hidrofobisitas (log P) molekul tersebut.



Gambar 10. Rejeksi komponen non patchouli alkohol hasil filtrasi menggunakan membran selulosa asetat pada gaya sentrifugal dan waktu sentrifugasi berbeda

Kinerja membran yang baik adalah mempunyai selektivitas yang tinggi yaitu 100 %. Pada penelitian ini nilai selektivitas tertinggi yang dicapai hanya 44,91 %. Nilai ini masih cukup rendah jika dibandingkan dengan pemisahan etanol dan MTBE yang perbedaan polaritas sangat berbeda serta merupakan campuran hanya dua komponen (Bellona dkk., 2004), tetapi untuk pemisahan campuran multi komponen dan masing-masing komponen mempunyai perbedaan polaritas yang hampir sama hasil selektivitas yang dicapai pada penelitian ini sudah menunjukkan peningkatan kadar patchouli alkohol yang memenuhi syarat ekspor perdagangan minyak nilam yaitu minimal 38 %.

KESIMPULAN

Penggunaan membran nanofiltrasi selulosa asetat merupakan satu metoda alternatif dan layak digunakan untuk peningkatan kadar patchouli alkohol. Kadar patchouli alkohol dapat meningkat sebesar 2 kali dari kadar awal (30,08 % menjadi 61,52 %). Kecepatan dan waktu sentrifugasi berpengaruh signifikan terhadap nilai fluks dan selektivitas membran. Nilai fluks tertinggi diperoleh sebesar 66,88 L/m².jam dan selektivitas membran sebesar 44,70%. Nilai selektivitas membran

masih belum cukup baik, karena nilai selektivitas yang baik adalah 100%, namun jika tujuannya untuk memenuhi syarat standar kadar patchouli alkohol untuk ekspor perdagangan internasional minyak nilam maka hasil peningkatan kadar patchouli alkohol yang diperoleh dapat dikatakan cukup baik. Mekanisme terjadinya peningkatan kadar patchouli alkohol diduga berdasarkan perbedaan hidrofobisitas senyawa patchouli alkohol dan komponen non patchouli alkohol di dalam minyak nilam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, Y., Hastuti, P., Hidayat, C. dan Sastrohamidjojo, H. (2008). Komposisi kimia dan sifat antibakteri minyak nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *Majalah Farmasi Indonesia* **19**: 151-156.
- Baker, R.W. (2004). *Membrane Technology and Applications*. John Wiley and Sons, Ltd. England.
- Bellona, C., (2004). Factors affecting the rejection of organic solutes during NF/RO treatment - A literature review. *Water Research* **38**: 2795-2809.
- Braeken, L., Ramaekers, R., Zhang, Y., Maes, G., Van der Bruggen, B. dan Vandecasteele, C. (2005). Influence hydrophobicity on retention in nanofiltration of aqueous solutions containing organic compounds. *Journal of Membrane Science* **27**: 1-9.
- Bulan, R. (2000). *Isolasi, Identifikasi dan Sintesis Turunan Patchouli Alkohol dari Minyak Nilam*. Tesis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Corine, M.B. dan Sellier, N.M. (2004). Analysis of the essential oil of Indonesian patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) using GC/MS (EI/CI). *Journal of Essential Oil Research* **16**: 17-19.
- Essential Oil Association of USA (1975). *EOA Specifications and Standard*. EOA USA. New York.
- Harfizal (2003). Penerapan teknologi distilasi vakum untuk meningkatkan mutu minyak nilam. *Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri* hal: 52-57.
- Isono, Y. dan Nakajima, M. (1999). Application of Hydrophobic Membrane for Alcohol Separation from Alcohol/Aqueous Biphasic Mixture. *Journal of Separation and Purification Technology* **17**: 77-82.
- Kiso, Y., Sugiura, Y., Kitao, T. dan Nishimura, K. (2001). Effects of hydrophobicity and molecular size on rejection of aromatic pesticides with nanofiltration membranes. *Journal of Membrane Science* **192**: 1-10.

- March, J. (1992). *Advanced organic chemistry, Reactions, Mechanisms, and Structure*. John Wiley dan Sons, New York.
- Mulder, M. (1996). *Basic Principle of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publ, Netherlands.
- Ranjit, S.J. dan Wagner, J.P. (1995). Ultrafiltration of Guayule Resin. *Journal of Membrane Science* **103**: 45-50.
- Rukmana, R (2004). *Nilam, Prospek Agribisnis dan Teknik Budi Daya*. Kanisius, Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia (2006). *Standar Minyak Nilam*. SNI: 06-2385-2006. Jakarta
- Steel, R.G.D. dan Torrie, J.H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw Hill.
- Suryatmi, R.D. (2008). Fraksinasi minyak nilam. *Prosiding Konferensi Nasional Minyak Atsiri* hal: 131-136.
- Van der Bruggen, B., Schaep, J., Wilms, D. dan Vandecasteele. (1999). Influence of molecular size, polarity and charge on the retention of organic molecules by nanofiltration. *Journal of Membrane Science* **156**: 29-41.
- Wijmans, L.G. dan Baker, R.W. (1995). The solution-diffusion model: A review. *Journal of Membrane Science* **107**: 1-21.
- Yanyan, F.N., Zainuddin, A. dan Sumiarsa, D. (2004). Peningkatan kadar patchouli alkohol dalam minyak nilam (*patchouli oil*) dan usaha derivatisasi komponen minornya. *Jurnal Perkembangan Teknologi TRO* **16**: 72-78.