

DOI: doi.org/10.21009/SPEKTRA.031.08

KAJIAN MEMBRAN NILON SEBAGAI FILTER PADA PROSES PENJERNIHAN NIRA TEBU

Ismia Khilmi Fauzia^{1, a)}, Wenny Maulina^{1, b)}, Misto^{1, c)}

¹*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember, Jalan Kalimantan 37, Jember 68121*

Email: ^{a)}khilmiismia@gmail.com, ^{b)}wenny@unej.ac.id, ^{c)}misto.fmipa@unej.ac.id

Abstrak

Membran nilon merupakan lapisan semipermeabel yang terbuat dari jenis polimer poliamida untuk memisahkan partikel tertentu dari larutannya. Pada artikel ini, membran nilon berperan sebagai filter untuk penjernihan nira tebu dengan mengkaji kinerja, efektivitas, dan efisiensi membran. Penelitian dilakukan dengan sistem aliran dead-end pada proses ultrafiltrasi menggunakan empat tekanan transmembran yang berbeda yaitu 1.0, 1.5, 2.0, dan 2.5 bar. Konsentrasi nira tebu sebelum dan sesudah proses ultrafiltrasi dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Membran nilon dengan variasi massa 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, dan 6.5 gram, menunjukkan fluks air yang sesuai pada rentang 15 – 38 L/m².jam.bar pada tekanan transmembran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran nilon yang memiliki kinerja paling baik adalah membran dengan massa benang nilon 4.5 gram karena memiliki nilai fluks paling besar dan nilai koefisien rejeksi paling kecil. Membran dengan massa benang nilon 6.5 gram memiliki efektivitas dan efisiensi penurunan sukrosa yang paling besar. Sedangkan membran dengan massa benang nilon 4.5 gram memiliki efektivitas dan efisiensi penurunan konsentrasi sukrosa yang paling rendah.

Kata-kata kunci: membran nilon, nira tebu, kinerja membran, efektivitas, efisiensi.

Abstract

Nylon membrane is a semipermeable layer made of a type of polyamide polymer to separate certain particles from the solution. In this article, nylon membrane is presented as a filter for clarification of sugarcane juice concerning study on performance evaluation, effectiveness, and efficiency of the membrane. The experiments were conducted according to the principle of the dead-end in an ultrafiltration process using four different transmembrane pressures of 1.0, 1.5, 2.0, and 2.5 bar. The concentration of sugarcane juice before and after ultrafiltration process was characterized using UV-Vis Spectrophotometer. Nylon membranes, which consist of 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, and 6.5 gram various mass, showed matched water flux in the range of 15 – 38 L/m².jam.bar at the transmembrane pressures. The results showed that the best performance nylon membrane was a nylon membrane with a mass of 4.5 gram nylon, because it has the largest flux and the smallest rejection coefficient. Nylon membrane with a mass of 6.5 gram has the biggest effectiveness and efficiency in the reduced of sucrose concentration. Meanwhile, nylon membrane with a mass of 4.5 gram has the lowest effectiveness and efficiency in the reduced of sucrose concentration.

Keywords: nylon membrane, sugarcane, membrane performance, effectiveness, efficiency.

PENDAHULUAN

Nira tebu merupakan larutan gula berwarna coklat kehijauan yang diperoleh melalui proses penggilingan tebu untuk memisahkan nira (larutan gula) dari ampas tebu [1]. Nira tebu banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula. Gula merupakan kebutuhan masyarakat umum. Gula banyak digunakan dalam industri makanan, minuman, maupun dalam industri farmasi. Kebutuhan gula nasional terus meningkat setiap tahunnya. Namun hanya separuh dari kebutuhan gula nasional yang dapat terpenuhi. Untuk memenuhi kebutuhan gula nasional tersebut tercatat pada tahun 2015, Indonesia mengimpor gula dari Thailand mencapai 1.79 juta ton atau sebesar 53.19% [2]. Menurunnya produksi gula tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti rendahnya kualitas nira tebu yang digunakan, tingginya biaya produksi, rendahnya daya saing industri gula dalam negeri, serta tahapan pembuatan gula yang lama [3,4].

Nira tebu mengandung bahan pengotor berupa bahan-bahan non-gula hingga 50%, seperti gula pereduksi, asam organik, asam anorganik, asam amino, protein, pati, lilin, gum, mineral (seperti kalium, magnesium, kalsium, dan silika), bahan pembentuk warna (klorofil), dan bahan tersuspensi lainnya. Bahan pengotor tersebut harus dipisahkan sebelum nira diproses lebih lanjut untuk menghindari masalah warna, inversi sukrosa, peningkatan viskositas, dan pembentukan molase yang berlebih [5].

Salah satu teknologi alternatif yang sedang dikembangkan untuk menghasilkan nira tebu dengan mutu tinggi adalah menggunakan membran ultrafiltrasi. Penjernihan nira tebu dengan membran ultrafiltrasi dapat mengurangi kandungan bahan pengotor nira tebu. Penerapan proses ultrafiltrasi pada industri gula dapat memperpendek tahapan proses, mereduksi kebutuhan bahan kimia dan energi, sehingga biaya produksi juga dapat direduksi hingga 80% [6].

Nilon adalah senyawa polimer yang memiliki gugus amida pada setiap unit ulangnya, sehingga nilon disebut juga senyawa poliamida atau polietilen. Keunggulan membran nilon jika dibandingkan dengan membran lain yaitu tahan terhadap pH tinggi, suhu tinggi dan memiliki ukuran pori yang kecil [7]. Nilon merupakan polimer pertama yang dibuat seluruhnya dari bahan anorganik seperti batu bara, air, dan udara. Elemen-elemen ini tersusun menjadi monomer dengan berat molekular rendah yang kemudian direaksikan untuk membentuk rantai polimer panjang. Nilon pada dasarnya bersifat ulet atau lentur [8]. Nilon termasuk polimer yang memiliki resistansi tinggi terhadap pencampuran dengan bahan kimia lain. Secara mekanik, nilon cukup tangguh saat ditarik [9].

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan yang dibedakan menjadi beberapa jenis bergantung pada bahan yang akan digunakan serta tingkat filtrasi yang diinginkan. Filtrasi dilakukan dengan melewati cairan melalui suatu membran tipis. Teknologi pemisahan menggunakan membran memiliki beberapa keunggulan, diantaranya hemat energi, mengurangi atau menghilangkan zat kimia tertentu, serta dapat meningkatkan kualitas produk. Penjernihan nira tebu menggunakan filtrasi membran secara signifikan dapat meningkatkan kualitas dan hasil gula [10]. Proses filtrasi yang digunakan pada penelitian ini adalah ultrafiltrasi. Pada proses ultrafiltrasi, tekanan berkisar 1 – 5 bar dengan koefisien permeabilitasnya berkisar 10 – 50 L/m².jam.bar [11].

Parameter utama yang menentukan kinerja membran filtrasi yaitu laju aliran (fluks) dan selektivitas. Fluks menentukan berapa banyak permeat yang dapat dihasilkan (kuantitas), sedangkan selektivitas berkaitan dengan kualitas permeat. Kelemahan teknologi membran filtrasi yaitu adanya kecenderungan penurunan fluks sepanjang waktu pengoperasian akibat pengendapan atau pelekatan material pada permukaan membran yang dikenal dengan proses *fouling* dan *scaling* [12]

Uji kinerja membran dapat dilakukan dengan menghitung nilai fluks dan koefisien rejeksinya. Fluks merupakan banyaknya volume yang diperoleh tiap satuan luas dan waktu. Koefisien rejeksi adalah kemampuan membran untuk menahan atau meloloskan partikel tertentu [13]. Koefisien rejeksi bernilai antara 0% – 100%. Koefisien rejeksi bernilai 0% saat membran mampu meloloskan semua partikel. Sedangkan koefisien rejeksi bernilai 100% saat membran mampu menunjukkan pemisahan yang sempurna oleh membran.

Tingkat kejernihan nira dapat diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis. Besaran yang digunakan adalah %transmitansi. Larutan yang lebih jernih akan memiliki nilai %transmitansi yang lebih besar. Sedangkan, besarnya efektivitas suatu membran dapat diketahui dengan menghitung selisih %transmitansi antara umpan dan permeatnya. Besarnya efektivitas membran menunjukkan seberapa

besar peningkatan kejernihan larutan yang dihasilkan. Sedangkan, efisiensi penurunan sukrosa merupakan persentase penurunan konsentrasi sukrosa pada permeat jika dibandingkan dengan umpannya. Membran yang baik akan memiliki nilai efisiensi yang kecil [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja membran nilon pada proses ultrafiltrasi penjernihan nira tebu berdasarkan pengukuran fluks dan koefisien rejeksi membran serta untuk mengetahui efektivitas membran nilon dan efisiensi penurunan konsentrasi sukrosa pada proses penjernihan nira tebu menggunakan membran nilon berdasarkan pengukuran spektrofotometer UV-Vis. Penelitian tentang proses penjernihan nira tebu ini merupakan langkah awal untuk memperbaiki kualitas nira tebu sehingga dihasilkan nira tebu yang jernih.

METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan tahap sintesis membran nilon, kemudian proses ultrafiltrasi penjernihan nira tebu dan dihitung nilai fluks dan koefisien rejeksi membran. Hasil yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan efektivitas dan efisiensi dari penggunaan membran nilon.

a. Sintesis Membran

Pembuatan membran nilon dilakukan dengan metode inversi fasa. Mula-mula benang nilon ditimbang dengan variasi massa 4.5 gram (sampel A), 5.0 gram (sampel B), 5.5 gram (sampel C), 6.0 gram (sampel D), dan 6.5 gram (sampel E). Kemudian benang nilon dilarutkan dengan asam klorida (HCl) 25% sebanyak 20 ml dan aseton 2 ml. Selanjutnya campuran bahan tersebut *distirrer* selama 60 menit dengan kecepatan 350 rpm sehingga terbentuk larutan polimer yang homogen. Larutan dicetak pada plat kaca yang telah diberi selotip pada bagian tepi tiap sisinya untuk mengatur ketebalan membran. Membran yang telah dicetak kemudian dicelupkan ke dalam nampan berisi *aquadest* secara perlahan hingga membran terlepas dari cetakan.

b. Proses Ultrafiltrasi

Membran nilon yang dihasilkan dipotong membentuk lingkaran yang disesuaikan dengan set alat ultrafiltrasi sistem *dead-end*. Membran kemudian dimasukkan ke dalam alat ultrafiltrasi. Proses ultrafiltrasi dilakukan pada tekanan transmembran yang berbeda (1.0, 1.5, 2.0, dan 2.5 bar) untuk masing-masing membran nilon dengan massa benang nilon yang berbeda. Waktu setiap proses ultrafiltrasi ditetapkan selama 60 menit. Volume permeat yang tertampung diukur kemudian dihitung nilai fluks dan koefisien rejeksinya. Proses ultrafiltrasi dilakukan dengan dua jenis larutan, yaitu air murni (*aquadest*) dan nira tebu. Pengukuran fluks *aquadest* dilakukan sebagai kontrol untuk menunjukkan karakteristik membran yang digunakan serta sebagai pembanding dengan larutan uji yang digunakan (nira tebu). Nilai fluks dapat diperoleh menggunakan persamaan (1) [14].

$$J_v = \frac{V}{A \cdot \Delta t} \quad (1)$$

dengan J_v adalah fluks ($L/m^2 \cdot jam$), V adalah volume permeat (L), A adalah luas permukaan membran (m^2), dan Δt adalah waktu perolehan permeat dengan volume tertentu (jam). Sedangkan nilai koefisien rejeksi membran diperoleh dari persamaan (2) [15].

$$R(\%) = \left(1 - \frac{C_p}{C_F} \right) \times 100\% \quad (2)$$

R adalah nilai koefisien rejeksi membran (%), C_p adalah konsentrasi zat di permeat (g/L), dan C_F adalah konsentrasi zat di umpan (g/L).

c. Karakterisasi Nira Tebu

Karakterisasi nira tebu dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis tipe Hitachi U-2900 *double beam spectrophotometer* untuk mengetahui konsentrasi sukrosa yang terkandung dalam nira tebu. Panjang gelombang yang digunakan untuk nira tebu adalah sekitar 373 nm. Sampel dan blanko dimasukkan kedalam *cuvet holder*/wadah sampel alat Spektrofotometer UV-Vis. Kemudian diamati perubahan nilai dan spektrum absorbansi yang ditampilkan pada layar. Nilai absorbansi yang terukur digunakan untuk menentukan konsentrasi sukrosa yang terkandung dalam nira tebu menggunakan kurva larutan standar sukrosa. Selanjutnya dapat ditentukan nilai efektivitas dan efisiensi penurunan sukrosa dari masing-masing membran.

d. Efektivitas dan Efisiensi Membran

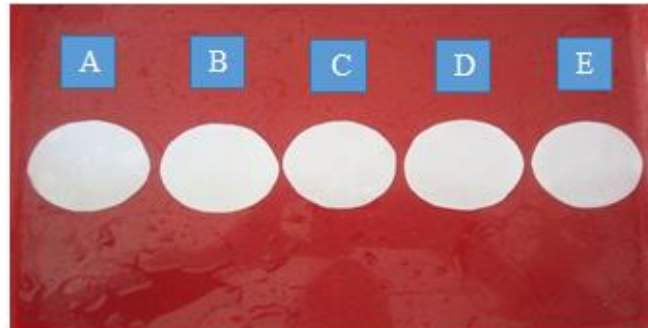
Nilai efektivitas membran dapat diperoleh dengan menghitung nilai selisih %transmitansi umpan dan permeat. Nilai %transmitansi sukrosa dapat diperoleh melalui persamaan (3).

$$%T = 10^{-A} \times 100\% \quad (3)$$

Sedangkan nilai efisiensi penurunan sukrosa ditunjukkan dari nilai %koefisien rejeksi membran.

HASIL PENELITIAN

Pada penelitian ini, secara visual keseluruhan membran nilon yang dihasilkan berwarna putih dan memiliki permukaan membran yang halus. Membran nilon yang dibuat pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 1. Membran nilon yang dihasilkan memiliki ketebalan masing-masing ditunjukkan pada Tabel 1. Secara umum, membran nilon yang dihasilkan memiliki ketebalan yang seragam yakni sebesar 0.198 ± 0.008 mm.



GAMBAR 1. Membran nilon yang dihasilkan.

TABEL 1. Ketebalan masing-masing membran nilon yang dihasilkan.

Membran	$(\bar{d} \pm \Delta d)$ mm
A	0.198 ± 0.008
B	0.198 ± 0.008
C	0.198 ± 0.008
D	0.198 ± 0.008
E	0.198 ± 0.008

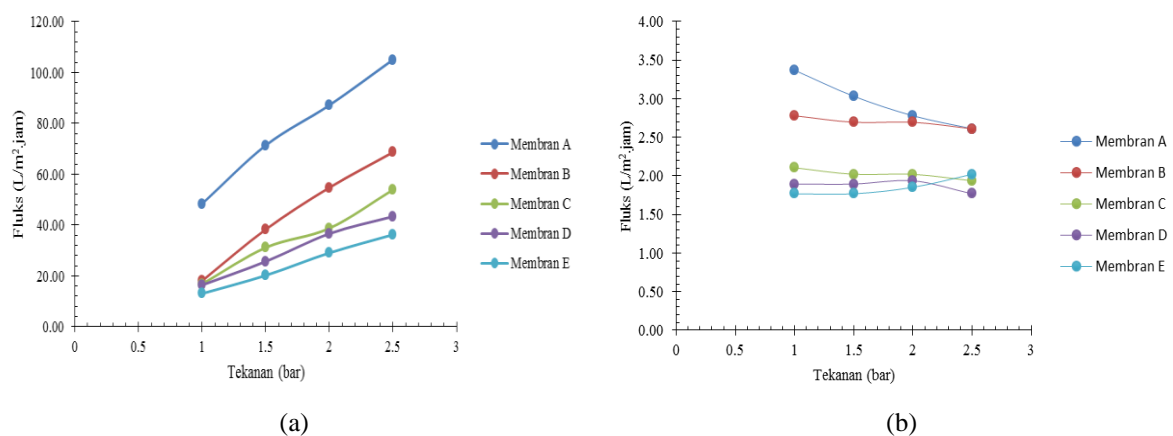
a. Kinerja Membran Nilon

Kinerja membran dapat dikatakan baik jika membran memiliki nilai fluks yang besar. Fluks adalah banyaknya volume permeat yang dihasilkan per satuan luas dan waktu. Pengujian fluks dilakukan dengan menggunakan *aquadest* dan nira tebu. Gambar 2 menunjukkan kinerja fluks

aquadest dan nira tebu pada membran nilon untuk tekanan transmembran yang berbeda-beda. Dapat dilihat bahwa tekanan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses pemisahan. Pada Gambar 2 (a) terlihat bahwa fluks *aquadest* meningkat hampir secara linier seiring dengan meningkatnya tekanan. Sementara itu, fluks nira tebu cenderung menurun seiring dengan meningkatnya tekanan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 (b).

Peningkatan tekanan transmembran dari 1 menjadi 1.5 bar pada proses ultrafiltrasi nira tebu menunjukkan perubahan fluks yang signifikan. Sedangkan peningkatan tekanan dari 1.5 menjadi 2 bar tidak menyebabkan perubahan fluks yang berarti. Kejadian yang hampir sama juga diamati pada peningkatan tekanan dari 2 menjadi 2.5 bar. Pada kondisi ini merupakan keadaan tunak (fluks tidak menurun lebih lanjut). Peningkatan tekanan transmembran menyebabkan peningkatan daya tekan permeal melalui membran, sehingga jumlah laju alir fluida melalui membran meningkat. Dengan meningkatnya laju air ini maka jumlah partikel yang terbawa ke arah membran meningkat. Karena laju alir ke arah membran tidak diimbangi dengan laju balik dari membran, maka akan terjadi akumulasi partikel pada permukaan membran yang menyebabkan peningkatan *fouling* terhadap aliran permeal [16]. *Fouling* merupakan penyumbatan pori membran akibat komponen-komponen yang tertahan pada permukaan membran. Sedangkan pada proses ultrafiltrasi *aquadest*, kemungkinan kecil dapat terjadi *fouling* karena partikel pengotor pada *aquadest* lebih sedikit daripada partikel pengotor pada nira tebu.

Massa benang nilon yang divariasikan juga mempengaruhi nilai fluks membran. Gambar 2(b) menunjukkan bahwa semakin banyak massa benang nilon yang diberikan maka fluks membran semakin menurun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran dengan komposisi benang nilon 4.5 gram (Sampel A) memiliki nilai fluks yang paling besar. Hal tersebut dimungkinkan karena semakin banyak massa benang nilon yang diberikan maka *pore size distribution* (PSD) yang dimiliki membran semakin besar, sehingga semakin besar pula kemungkinan terjadinya *fouling* karena akan terjadi disproporsinasi fluks yang menyebabkan pori akan rentan tertutup oleh partikel [17].



GAMBAR 2. Fluks (a) *aquadest* dan (b) nira tebu terhadap tekanan transmembran pada masing-masing membran nilon.

Koefisien permeabilitas membran merupakan perbandingan antara fluks dengan tekanan transmembran. Koefisien permeabilitas membran dapat diperoleh dengan menarik garis regresi pada grafik, kemudian kemiringan (slope) grafik antara fluks dengan tekanan merupakan koefisien permeabilitas membran. Adapun nilai koefisien permeabilitas pada masing-masing membran dapat ditunjukkan oleh Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, koefisien permeabilitas membran nilon berada pada rentang 15 – 38 L/m².jam.bar. Membran nilon yang dihasilkan termasuk kategori membran ultrafiltrasi karena koefisien permeabilitas membran ultrafiltrasi bernilai antara 10 – 50 L/m².jam.bar [11].

TABEL 2. Koefisien permeabilitas membran nilon.

Membran	Koefisien Permeabilitas membran
A	37.14
B	33.60
C	23.75
D	18.36
E	15.67

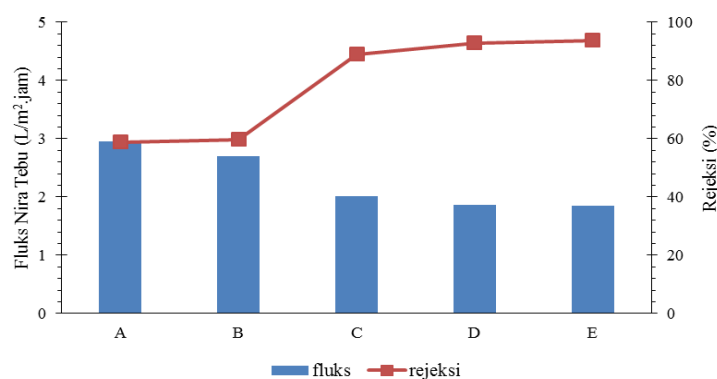
Koefisien rejeksi (R) merupakan parameter lain untuk menyatakan kinerja membran. Koefisien rejeksi menunjukkan selektivitas membran dalam meloloskan partikel. Nilai R akan bernilai 100% jika partikel-partikel pada larutan umpan dapat ditahan seluruhnya, dan akan bernilai 0% jika larutan umpan dapat melalui membran secara bebas. Nilai koefisien rejeksi yang diperoleh pada masing-masing membran ditunjukkan oleh Tabel 3.

Membran A dengan massa benang nilon 4.5 gram memiliki koefisien rejeksi membran yang paling kecil, kemudian membran dengan massa benang nilon 5.0 gram, 5.5 gram, dan 6.0 gram berturut-turut memiliki koefisien rejeksi lebih besar, sedangkan membran E dengan massa benang nilon 6.5 gram memiliki koefisien rejeksi yang paling besar. Jika semakin besar massa nilon yang diberikan maka fluks permeal yang dihasilkan akan semakin besar pula, namun tidak demikian halnya dengan koefisien rejeksi, semakin banyak massa yang diberikan, maka nilai koefisien rejeksi membran akan semakin kecil.

Membran yang memiliki kinerja baik adalah membran yang memiliki nilai fluks besar dan nilai koefisien rejeksi kecil. Artinya, semakin besar laju alir yang melalui membran, semakin banyak pula konsentrasi sukrosa yang ikut terbawa melewati membran, sedangkan partikel pengotor lainnya tertahan di permukaan membran. Berdasarkan nilai fluks dan koefisien rejeksi membran, membran A dengan massa benang nilon 4.5 gram memiliki kinerja yang paling baik diantara membran lainnya yang diuji karena membran A memiliki nilai fluks paling besar dan nilai koefisien rejeksi membran paling kecil. Adapun kecenderungan hubungan fluks dan koefisien rejeksi pada proses ultrafiltrasi nira tebu dapat dilihat pada Gambar 3.

TABEL 3. Nilai koefisien rejeksi membran nilon pada proses ultrafiltrasi nira tebu.

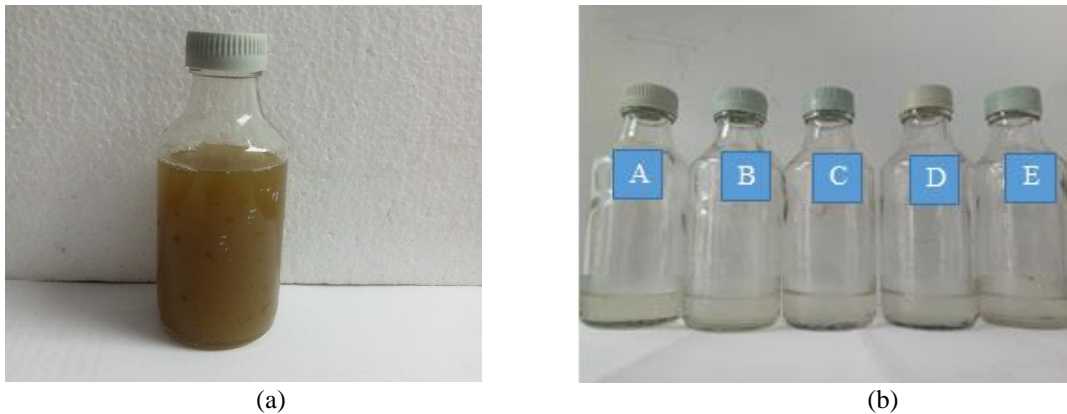
Membran	Konsentrasi Nira Tebu (g/mL)		Rejeksi (%)
	Umpan	Permeal	
A	24.356	10.021	58.86
B	24.356	9.816	59.69
C	17.967	1.967	89.06
D	17.967	1.280	92.88
E	17.967	1.113	93.81



GAMBAR 3. Hubungan antara fluks dan koefisien rejeksi pada proses ultrafiltrasi nira tebu menggunakan membran nilon.

b. Kualitas Nira Tebu Setelah Proses Ultrafiltrasi

Konsentrasi sukrosa pada permeat yang dihasilkan lebih kecil daripada konsentrasi umpan nira tebu yang diberikan. Konsentrasi permeat nira tebu yang berhasil lolos melewati membran A paling banyak, yaitu sebesar 10.021 g/mL. Konsentrasi nira tebu yang lolos melewati membran B adalah 9.816 g/mL. Konsentrasi permeat nira tebu yang berhasil lolos melewati membran C yaitu 1.967 g/mL. Konsentrasi permeat nira tebu yang berhasil lolos melewati membran D yaitu 1.280 g/mL. Sedangkan konsentrasi permeat nira tebu yang berhasil lolos melewati membran E yaitu 1.113 g/mL. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan sukrosa yang dihasilkan setelah proses ultrafiltrasi menurun lebih dari separuhnya. Nira tebu yang digunakan sebagai umpan terlihat berwarna cokelat kehijauan, sedangkan permeat nira tebu yang dihasilkan lebih jernih. Perbedaan kejernihan nira tebu sebelum dan setelah proses ultrafiltrasi dapat dilihat pada Gambar 4.



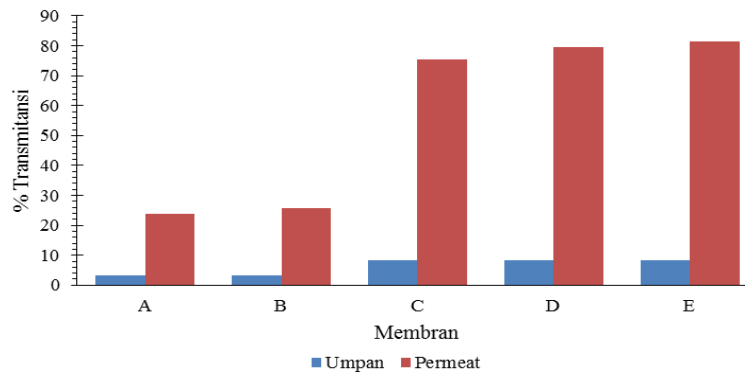
GAMBAR 4. Nira tebus (a) sebelum proses ultrafiltrasi (b) setelah proses ultrafiltrasi.

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa nira tebu yang dihasilkan berwarna cokelat kehijauan. Kejernihan nira dapat dilihat melalui persen transmitansi. Semakin besar %transmitansi maka nira tebu yang dihasilkan semakin jernih. Efektivitas filtrasi dihitung berdasarkan peningkatan transmitansi nira tebu sebelum dan setelah proses ultrafiltrasi. Sedangkan efisiensi penurunan konsentrasi nira tebu merupakan persentase penurunan konsentrasi sukrosa sebelum dan setelah proses ultrafiltrasi. Adapun nilai efektivitas filtrasi dan efisiensi penurunan sukrosa dapat dilihat pada Tabel 4. Adapun grafik peningkatan %transmitansi nira tebu sebelum dan setelah filtrasi ditunjukkan oleh Gambar 5.

Membran A memiliki nilai efektivitas paling rendah karena peningkatan nilai %transmitansinya paling kecil. Sedangkan, membran E memiliki nilai efektivitas paling besar karena peningkatan nilai %transmitansinya paling tinggi. Hasil tersebut berarti bahwa permeat yang dihasilkan membran E paling jernih daripada permeat yang dihasilkan membran lain. Semakin besar massa benang nilon yang diberikan akan semakin besar PSD membrannya dan penyerapan warnanya juga semakin besar sehingga larutan yang dihasilkan semakin jernih. Membran A memiliki nilai efisiensi paling sedikit dan membran E memiliki nilai efisiensi paling besar. Hal tersebut karena konsentrasi sukrosa yang dihasilkan oleh membran A paling besar dan membran E menghasilkan konsentrasi sukrosa paling sedikit.

TABEL 4. Efektivitas dan efisiensi penurunan konsentrasi sukrosa pada proses ultrafiltrasi nira tebu menggunakan membran nilon.

Membran	Efektivitas (%)	Efisiensi (%)
A	20.55	58.86
B	22.19	59.69
C	66.99	89.06
D	71.28	92.88
E	73.13	93.81



GAMBAR 5. Peningkatan %transmitansi pada proses ultrafiltrasi nira tebu menggunakan membran nilon.

Pada proses pembuatan gula kristal, terdapat proses *liming* untuk mengendapkan bahan pengotor dengan menggunakan kapur, proses karbonisasi untuk memisahkan gula dari padatan yang keruh, serta proses penghilangan warna agar gula yang dihasilkan jernih dan tidak keruh. Proses ultrafiltrasi nira tebu dengan menggunakan membran nilon memungkinkan untuk mengganti ketiga proses tersebut sehingga tahapan pembuatan gula lebih pendek dan mengurangi penggunaan bahan kimia. Namun untuk dapat dijadikan gula, nira tebu yang dihasilkan masih harus diproses dan diuji lagi agar sesuai dengan standar nasional mutu gula pasir yang berlaku, yaitu SNI 3140.1:2008 [18].

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat diambil kesimpulan bahwa proses ultrafiltrasi diduga dapat memperpendek tahapan penjernihan nira tebu dengan menghilangkan proses *liming*, karbonisasi, dan penghilangan warna, serta mengurangi penggunaan bahan kimia. Membran nilon yang memiliki kinerja paling baik untuk proses penjernihan nira tebu yaitu membran A dengan massa benang nilon 4.5 gram karena memiliki nilai fluks yang besar, nilai koefisien rejeksi yang kecil, dan dihasilkan nira tebu dengan konsentrasi sukrosa terbanyak. Semakin besar nilai fluks membran, maka nilai koefisien rejeksinya akan kecil karena kandungan sukrosa yang tertahan lebih sedikit, begitu juga sebaliknya. Membran dengan massa benang nilon 6.5 gram memiliki efektivitas dan efisiensi penurunan sukrosa paling besar, sedangkan membran dengan massa benang nilon 4.5 gram memiliki efektivitas dan efisiensi penurunan konsentrasi sukrosa paling rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Penelitian Skim Pembinaan, Sumberdana DIPA Universitas Jember, Nomor SP.DIPA-042.01.2.400922/2016.

REFERENSI

- [1] S. A. Irawan, S. Ginting, and T. Karo-karo, "Pengaruh Perlakuan Fisik dan Lama Penyimpanan terhadap Mutu Minuman Ringan Nira Tebu," *J. Rekayasa Pangan dan Pert.*, vol. 3, no. 3, pp. 343-354, April 2015.
- [2] Sub Direktorat Statistik Tanaman Perkebunan, *Statistik Tebu Indonesia*, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2015.
- [3] A. D. Kuspratomo, Burhan, and M. Fakhry, "Pengaruh Varietas Tebu, Potongan dan Penundaan Giling terhadap Kualitas Nira Tebu," *AGROINTEK*, vol. 6, no. 2, pp. 123-132, August 2012.

- [4] R. I. Hairani, J. M. M. Aji, and J. Januar, "Analisis Trend Produksi dan Impor Gula Serta Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Impor Gula Indonesia," *Berkala Ilmiah PERTANIAN*, vol.1, no. 4, pp. 77-85, May 2014.
- [5] Suprihatin, "Penjernihan Nira Tebu Menggunakan Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Silang," *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, vol. 12, no. 2, pp. 93-99, August 2007.
- [6] Sofyana, S. Mulyati, F. W. Adly, and Z. Maghfirah, "Studi Pengaruh Pelarut terhadap Kinerja Membran Selulosa Asetat pada Proses Klarifikasi Nira Tebu secara Ultrafiltrasi," *Jurnal Hasil Penelitian Industri*, vol 24, no. 1, pp 28-35, April 2011.
- [7] L. Huang and J. R. McCutcheon, "Hydrophilic Nylon 6,6 Nanofibers Supported Thin Film Composite Membranes for Engineered Osmosis," *Journal of Membrane Science*, vol 457, pp 162-169, January 2014.
- [8] E. R. Apipah, Irmansyah, and J. Juansah, "Sintesis dan Karakteristik Membran Nilon yang Berasal dari Limbah Benang," *Jurnal Biofisika*, vol. 10, no. 1, pp. 8-18, March 2014.
- [9] J. Narang, N. Chauhan, A. Singh, and C.S. Pundir, "A Nylon Membrane Based Amperometric Biosensor for Polyphenol Determination," *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, vol. 72, pp. 276-281, July 2011.
- [10] A. K. Abdel-Rahman, A. A. Abbara, and M. R. Bayoumi, "Membrane Fouling in Cane-Sugar Syrup Filtration," *Journal of Engineering Sciences*, vol. 36, no. 6, pp. 1441-1460, November 2008.
- [11] J. Juansah, K. Dahlan, and F. Huriati, "Peningkatan Mutu Sari Buah Nanas dengan memanfaatkan Sistem Filtrasi Aliran Dead-Ed dari Membran Selulosa Asetat," *Makara Sains*, vol. 13, no. 1, pp. 94-100, April 2009.
- [12] D. M. Warsinger, J. Swaminathan, E. Guillen-Burrieza, H. A. Arafat, and J. H. Lienhard, "Scaling and Fouling in Membrane Distillation for Desalination Applications: A Review," *Desalination*, vol. 356, pp. 294-313, January 2015.
- [13] A. R. Jabur, L. K. Abbas, and S.A. Moosa, "Fabrication of Electrospun Chitosan/Nylon 6 Nanofibrous Membrane Toward Metal Ions Removal and Antibacterial Effect," *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2016, pp. 1-10, October 2016.
- [14] N. Li, Y. Fu, Q. Lu, and C. Xiao, "Microstructure and Performance of a Porous Polymer Membrane with a Copper Nano-Layer Using Vapor-Induced Phase Separation Combined with Magnetron Sputtering," *Polymers*, vol. 9, no. 10, pp. 524 (1-12), October 2017.
- [15] T. Wang, C. Zhao, P. Li, Y. Li, and J. Wang, "Fabrication of Novel Poly(m-Phenylene Isophthalamide) Hollow Fiber Nanofiltration Membrane for Effective Removal of Trace Amount Perfluorooctane Sulfonate from Water," *Journal of Membrane Science*, vol. 477, pp. 74-85, March 2015.
- [16] Suprihatin, M. Romli, and A. Ismayana, "Penerapan Membran Filtrasi dari Selulosa Asetat dan Chitosan untuk Produksi Bersih pada Industri Pulp dan kertas," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 13, no. 3, pp. 75-82, 2004.
- [17] A. G. Fane, R. Wang, and M. X. Hu, "Synthetic Membranes for Water Purification: Status and Future," *Angew Chem Int Ed Engl*, vol. 54, no. 11, pp. 3368-3386, March 2015.
- [18] Badan Standarisasi Nasional, "Gula Kristal – Bagian 1: Mentah," *Badan Standarisasi Nasional*, SNI 3140.1:2008, 2008. [Online]. Available: <http://sni.bsn.go.id>. [Accessed: Feb. 8, 2018].

