

## STUDI LITERATUR PEMANFAATAN SELULOSA ASETAT LIMBAH KULIT NANAS SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN MEMBRAN UNTUK DESALINASI

Nurul Fuadi Pratiwi Sulaiman<sup>1</sup>, Arif Purwadana<sup>2</sup>, Bari Wahyudi<sup>3</sup>, Nurul  
Hidayati Fithriyah<sup>4\*</sup>

Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka  
Putih Tengah XXVII, Jakarta Pusat, 10510

\*Corresponding Author: nurul.fithriyah@umj.ac.id

### Abstrak

Desalinasi adalah proses untuk menghilangkan kadar garam berlebih dalam air untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup. Limbah kulit nanas (*Ananas comosus L. Merr.*) mengandung glukosa dan asam-asam organik untuk memproduksi *nata de pina* yang dapat menjadi bahan baku pembuatan selulosa asetat dalam menghasilkan membran untuk desalinasi. Makalah tinjauan naratif ini membahas kemampuan membran selulosa asetat dari limbah kulit nanas untuk desalinasi. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa limbah kulit nanas mengandung selulosa yang dapat disintesa menjadi selulosa asetat dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*. Selulosa asetat yang diperoleh dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan membran untuk desalinasi. Desalinasi menggunakan membran selulosa asetat mencapai efektivitas sebesar 29,96 % (Firdaus & Febiyanto, 2019).

**Kata kunci:** desalinasi, limbah kulit nanas, membran, selulosa asetat.

### Abstract

Desalination is a process to remove excess saline in water to obtain drinkable water for living creatures. Peels of pinapple (*Ananas comosus L. Merr.*) contain glucose and organic acids to produce *nata de pina* as the raw material for the synthesis of cellulose acetate to produce desalination membrane. This narrative review discusses the capability of cellulose acetate membrane from pinapple peel waste for desalination. Various researches demonstrated that pinapple peel waste contains cellulose which is feasible to be synthesised into cellulose acetate assisted with *Acetobacter xylinum* bacteria. The obtained cellulose acetate can be used as raw material to produce desalination membrane. Desalination employing cellulose acetate membrane achieve an efectivity of 29.96 % (Firdaus & Febiyanto, 2019).

**Key words:** desalination, pinapple peel waste, membrane, cellulose acetate.

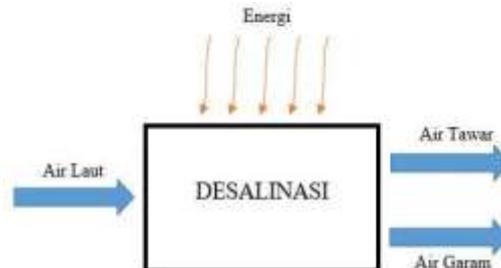
## PENDAHULUAN

Terjadi peningkatan laju konsumsi air bersih di dunia setiap dua puluh tahun sebanyak dua kali lipat, yaitu lebih dari dua kali laju pertumbuhan manusia. Hal ini menunjukkan bahwa dunia membutuhkan suatu cara untuk meningkatkan persediaan air bersih. Salah satu sumber yang berpotensi dijadikan sumber air bersih adalah air laut (Daia & Damayanti, 2012). Air laut dapat dijadikan air bersih dengan proses desalinasi. Teknologi yang saat ini mulai banyak diterapkan untuk desalinasi adalah teknologi membran, namun harga membran komersial relatif mahal.

Teknologi membran adalah sebuah teknologi yang bisa dikatakan baru berkembang dan menjadi semakin penting dalam kehidupan kita saat ini. Sebuah terobosan yang signifikan untuk industri membran sintetik dimulai tahun 1960-an, walaupun studi awal mengenai fenomena penggunaan membran sudah dimulai sejak pertengahan abad ke-18. Penggunaan

membran untuk pemisahan ion yang efisien dari suatu larutan telah menjadi fokus dalam bidang ilmu membran selama beberapa dekade terakhir karena permintaan yang semakin berkembang untuk teknologi yang lebih terjangkau untuk desalinasi air laut, pengolahan air limbah, dan lain-lain. (Ovani, 2016).

Desalinasi adalah suatu proses untuk membuat air laut menjadi air tawar. Proses ini dimanfaatkan untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup. Desalinasi berfungsi untuk memproduksi air bersih dengan menghilangkan padatan terlarut dan ion sehingga menghasilkan air tawar (Yoshi & Widiassa, 2016). Hasil sampingan dari proses ini ialah garam. Ketika air laut dididihkan, garam akan terlarut dan air akan menguap. Air yang menguap akan menghasilkan uap yang dapat berubah fasa ketika temperatur menurun. Perubahan fasa yang terjadi ialah kondensasi yang dapat merubah uap menjadi air kembali. (Dewantara, Suyitno, & Lesmana, 2018).



Gambar 1. Input, proses, dan output utama desalinasi energi surya (Dewantara, Suyitno, & Lesmana, 2018)

Tanaman nanas (*Ananas comosus L. Merr*) termasuk famili *Bromeliaceae* ordo *Poales*, merupakan buah tropis yang berasal dari Amerika selatan. Buah nanas cukup populer di Indonesia. Rasanya yang manis menyegarkan digemari anak-anak maupun orang dewasa. Buah ini mengandung cukup banyak air. Kandungan gizi buah nanas sangat baik bagi kesehatan tubuh. Di antaranya vitamin A, vitamin C, fosfor,

kalsium, kalium, protein, bromelin, natrium, zat besi, magnesium dan serat (Juariah, Irawan, & Yuliana, 2018). Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak kulit nanas yaitu senyawa flavonoid, alkaloid dan tannin (Juariah, Irawan, & Yuliana, 2018).



Gambar 2. Buah Nanas (Juariah, Irawan, & Yuliana, 2018)

Kulit nanas merupakan limbah hasil olahan industri nanas yaitu sisa dari daging dan buah diketahui mengandung selulosa. Berbagai produk dari olahan nanas tentunya akan menyisakan limbah. Seringkali dijumpai di pasar-pasar, limbah kulit nanas ini kurang dimanfaatkan bahkan dibuang begitu saja di tempat sampah. Limbah kulit nanas banyak dibuang setelah daging buah tersebut dikonsumsi (Suryaningsih, 2014). Semakin lama kulit nanas dibiarkan menumpuk tentunya akan mencemari lingkungan terutama baunya yang tidak enak. Sangat disayangkan bila kulit nanas hanya menjadi pencemar lingkungan (Juariah, Irawan, & Yuliana, 2018).

Berdasarkan hal itu ada peluang pemanfaatan limbah kulit nanas untuk diolah menjadi produk yang bermanfaat, antara lain dengan sintesa selulosa asetat menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum* (Sukarta, 2020). Selulosa asetat merupakan ester terpenting dari asam organik. Selulosa asetat berbentuk padatan putih, tidak berasa, tidak berbau, tidak mudah terbakar, tidak beracun, dan umumnya digunakan sebagai serat. Membran yang terbuat dari

selulosa asetat dapat digunakan untuk desalinasi. Dengan demikian pemanfaatan limbah menjadikannya bernilai ekonomis tinggi dan bermanfaat bagi masyarakat.

### SINTESA MEMBRAN SELULOSA ASETAT

Membran adalah lapisan tipis dari material polimer yang berfungsi sebagai penghalang yang memungkinkan transport massa pada selektif molekul (Fadhilah & Kurniasih, 2017). Membran dapat dibentuk dari serat selulosa asetat yang merupakan hasil fermentasi selulosa menggunakan bakteri.

*Nata de pina* dari limbah kulit nanas berhasil disintesis menggunakan starter bakteri *Acetobacter xylinum* dalam proses fermentasi. *Nata de pina* yang diperoleh, berhasil dibentuk menjadi membran selulosa asetat (bakterial) (Gambar 3) dari proses perendaman *nata de pina* selama 24 jam menggunakan larutan natrium hidroksida 1 % (b/v) dan penetralan selama 24 jam menggunakan larutan asam asetat 1 % (v/v) (Sukarta, 2020).

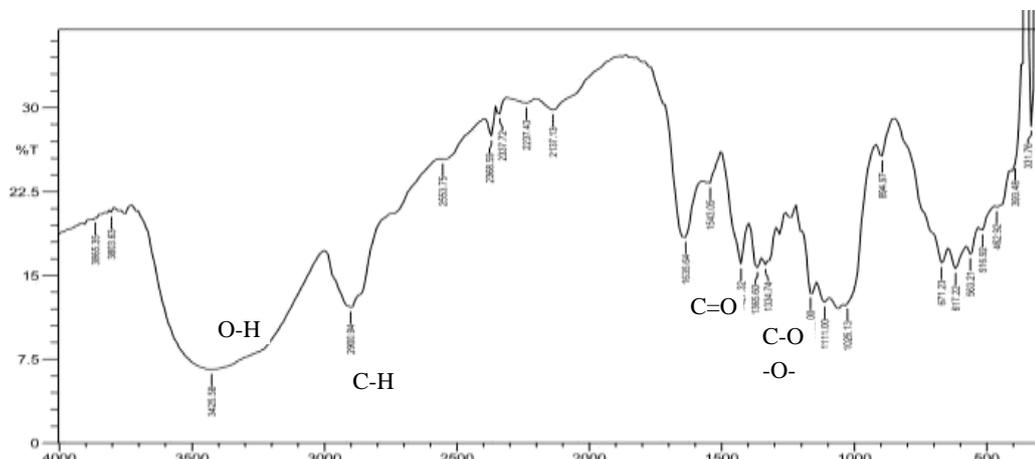


Gambar 3. Membran selulosa *Nata de pina* (Sukarta, 2020).

Membran selulosa asetat juga dapat disintesis dari bahan dasar limbah mahkota buah nanas. Identifikasi gugus fungsi menggunakan FTIR terhadap membran selulosa asetat menunjukkan adanya serapan gugus fungsi (C=O) dan unit ulang  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O}-$  yaitu pada panjang gelombang  $1739,79\text{ cm}^{-1}$  dan  $1427,32\text{ cm}^{-1}$  (Khasanah, Yusuf, & Panggabean, 2017).

Dari analisis spektrofotometer Inframerah (IR) (Gambar 4) membran selulosa *nata de pina* menunjukkan adanya pembentukan membran

selulosa yaitu terdeteksi pada bilangan gelombang  $3425,58\text{ cm}^{-1}$  merupakan ulur gugus fungsi -OH. Sementara itu, vibrasi ulur dan tekuk dari keberadaan gugus C-H ditunjukkan dengan puncak pada bilangan gelombang  $2900,94\text{ cm}^{-1}$  dan  $1427,32\text{ cm}^{-1}$  serta diperkuat dengan adanya bilangan gelombang pada  $1635,64\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan gugus C=O. Bilangan gelombang  $1365,60\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus C-O ulur dan *wavenumber*  $1365,60\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan gugus fungsi -O- (Sukarta, 2020).



Gambar 4. Hasil uji gugus fungsi membran *nata de pina* dengan FTIR (Sukarta, 2020)

Membran selulosa asetat-polistiren atau komposit CA-PS berhasil disintesis dan dilakukan menggunakan limbah kulit nanas (Firdaus & Febiyanto, 2019).

Selain limbah nanas, beberapa limbah lain juga dapat digunakan untuk sintesa selulosa bakterial.

Membran selulosa bakteri telah dibuat dengan bahan baku air kelapa secara fermentasi selama 3 hari memanfaatkan aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Hasil spektrum FTIR menunjukkan bahwa membran yang dihasilkan adalah membran selulosa, *Differential Thermal Analysis* (DTA) menunjukkan kestabilan dari membran hingga  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , *Scanning electron microscopy* analisis (SEM) memperlihatkan jaringan serat yang cukup rapat, pola XRD menunjukkan membran selulosa yang

semikristalin (Gustian, Adfa, Andriani, & Roza, 2013).

Limbah kulit pisang kepok memiliki kandungan alfa selulosa yang tinggi yaitu sebesar 94 % dan bisa diolah menjadi selulosa asetat melalui reaksi asetilasi (Yannasandy, Hasyim, & Fitriyano, 2017).

Membran selulosa bakteri akrilamida disintesis menggunakan bahan dasar kulit pisang (Fadhilah & Kurniasih, 2017).

Limbah rami dari hasil proses penguraian serat industri tekstil mengandung selulosa cukup tinggi yang potensial dimanfaatkan untuk pembuatan pulp dissolving dalam pembuatan selulosa asetat sebagai bahan membran. (Kencana, W, K, & Setiawan, 2008).

Aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* semakin meningkat menyebabkan selulosa yang

dihasilkan semakin meningkat. (Majesty, Argo, & Nugroho, 2015).

Zeolit alam Lampung ditambahkan pada membran selulosa asetat untuk pemisahan

campuran etanol-air dengan metode pervaporasi (Ernawati, 2014).

Tabel 1. Bahan Baku Sintesa Membran Selulosa Asetat

No.	Sumber Selulosa	Aplikasi
1.	Selulosa asetat-polistiren komposit dari limbah kulit nanas	Merejeksi garam.
2.	Air kelapa secara fermentasi.	Membran ultrafiltrasi
3.	Limbah kulit pisang kepok.	Mengetahui kandungan metabolit sekunder.
4.	Membran selulosa bakteri akrilamida menggunakan kulit pisang.	Mengatasi <i>fouling</i> (penyumbatan).
5.	Eceng gondok.	Mengetahui suspensi kekeruhan <i>in take</i> PDAM.
6.	Selulosa pulp kayu sengon.	Adsorben penyerap zat warna <i>remazol red RB</i> .
7.	Tandan kosong kelapa sawit.	Rejeksi garam pada limbah laundry.
8.	Limbah rami serat industri tekstil.	Pembuatan pulp dan dissolving.
9.	Cassava.	Rejeksi Fe (Besi).
10.	Membran silika.	Rejeksi Ion logam $Cr^{3+}$ dan kadmium.
11.	Membran nilon.	Pengujian kadar salinitas dan TDS permeat.
12.	Limbah mahkota nanas.	Penjernihan nira tebu.

## APLIKASI MEMBRAN SELULOSA ASETAT

Desalinasi adalah proses untuk menghilangkan kadar garam berlebih dalam air untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup. Penggunaan membran selama ini yang digunakan untuk proses pemisahan dan pemekatan pada umumnya membran yang digunakan adalah membran sintetik komersial. Dalam hal ini tentu saja keterkaitan dan ketergantungan terhadap membran sintetik sangatlah tinggi. Saat ini telah

dikembangkan penelitian-penelitian ke arah mencari bahan baku alternatif lain untuk pembuatan membran yang berasal dari bahan alam hayati (Gustian, Adfa, Andriani, & Roza, 2013).

Aplikasi teknologi membran untuk desalinasi air laut yang terbanyak digunakan adalah *reverse osmosis* sebagai 60% kapasitas desalinasi dunia, diikuti *multi stage flash*, kemudian elektrodialisis dan elektrodeionisasi (Ovani, 2016).

Tabel 2. Aplikasi Membran Selulosa Asetat

No.	Peneliti	Bahan Baku Selulosa	Persen Rejeksi
1.	Firdaus & Febiyanto, 2019	Limbah kulit nanas dengan komposit asetat-polistiren.	29,96%
2.	Fadhilah & Kurniasih, 2017	Selulosa bakteri akrilamida menggunakan kulit pisang.	R = 62,15 % (dengan asam asetat) R = 44,65 % (tanpa asam asetat)

3.	Harianingsih & Maharani, 2018	Selulosa Asetat dari cassava.	33,09 %
4.	Daia & Damayanti, 2012	Silika.	46,20 % - 66,67 %

Limbah mahkota buah nanas yang disintesis sebagai membran selulosa asetat mampu menjadi filter dalam tahapan pengolahan air (Khasanah, Yusuf, & Panggabean, 2017).

Membran selulosa asetat dari limbah kulit nanas dimanfaatkan sebagai adsorben penyerap zat warna *remazol red RB* (Sukarta, 2020).

Membran selulosa asetat yang dibuat dari limbah selain nanas telah diaplikasikan juga untuk desalinasi dan tujuan lainnya.

Membran selulosa asetat dari eceng gondok dengan jumlah starter *Acetobacter xylinium* 200 ml memiliki kinerja terbaik dalam proses desalinasi, dengan koefisien rejeksi membran sebesar 25%. Membran ultrafiltrasi yang dihasilkan berukuran pori membran antara 19,43 nm hingga 58,28 nm (Daia & Damayanti, 2012).

Membran selulosa bakteri akrilamida telah berhasil disintesis dengan kemampuan merejeksi garam sebesar 62,15%. Membran selulosa bakteri akrilamida asetat menunjukkan performa yang baik dalam mengurangi kadar garam sehingga berpeluang di-*scale up*. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memvalidasi kinerja membran dalam mengatasi *fouling* (penyumbatan) (Fadhilah & Kurniasih, 2017).

Sintesa membran selulosa diasetat dari pulp kayu sengon dilakukan secara inversi fasa. Pengolahan limbah laundry menggunakan membran selulosa diasetat (SDA) menghasilkan fluks tertinggi pada TMP 3 bar sebesar 77,408 L/m<sup>2</sup>.jam. Sedangkan persen rejeksi yang diperoleh untuk COD, fosfat dan surfaktan masing-masing sebesar 67%, 72%, dan 63% (Setiawan, Rosnelly, & Darmadi, 2013).

Membran selulosa asetat tandan kosong kelapa sawit dengan penambahan zeolit dapat dijadikan sebagai penyaring air sungai dengan

yang memiliki kemampuan dalam menyerap dan merejeksi pengotor pada air (Raja, 2017).

Kemampuan membran selulosa asetat cassava untuk dapat menyerap Fe ditunjukkan dengan nilai rejeksi Fe yang optimum pada massa membran 500 mg dan waktu 60 menit sebesar 33,09 % (Harianingsih & Maharani, 2018).

Massa silika optimal 15 gram digunakan untuk pembuatan membran silika dari bahan sabut kelapa sehingga mencapai nilai rejeksi garam yang tinggi 46,20 %-66,67 % dan penurunan TDS yang signifikan 87,27 %-90,72 % (Damayanti & Dewi, 2013).

Persen rejeksi dari membran selulosa murni untuk Ion logam Cr<sup>3+</sup> dan kadmium dengan penambahan aditif Polietilen Glikol (PEG) adalah 35,72 dan 30,26%. Konsentrasi masing-masing logam setelah dialirkan melalui membran (konsentrasi di permeat) adalah 12,856 ppm untuk ion logam Cr<sup>3+</sup> dan 13,948 ppm untuk ion logam Cd<sup>2+</sup> (Sarfiyah & Mulyati, 2018).

Membran selulosa asetat yang berukuran pori 0,2 µm memiliki kemampuan menyerap air laut sebesar 152,26 %, sehingga 100 gram membran selulosa asetat mampu menyerap air laut sebanyak 152,26 gram (Winani, 2011).

Membran nilon memiliki kinerja paling baik untuk proses penjernihan nira tebu dengan massa benang nilon 4.5 gram karena memiliki nilai fluks yang besar, nilai koefisien rejeksi yang kecil yaitu 58,86% (Fauzia, Maulina, & Misto, 2018).

Koefisien rejeksi (R) selulosa bakteri yang didoping dengan asam asetat lebih tinggi (R=62.15%) daripada selulosa bakteri akrilamida tanpa asam asetat (R=44.65%). Penambahan asam asetat menyebabkan pori membran lebih rapat sehingga kemampuan membran dalam

menjerap garam juga meningkat. (Fadhilah & Kurniasih, 2017).

Kinerja membran diperoleh permeabilitas optimum pada tekanan 2 bar  $14,35 \text{ L.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$  untuk suspensi kekeruhan untuk *in take* PDAM (Gustian, Adfa, Andriani, & Roza, 2013).

## SIMPULAN

Limbah kulit nanas mengandung selulosa yang dapat disintesa menjadi selulosa asetat yang dapat terbentuk oleh bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*. Selulosa asetat yang terbentuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan membran untuk meningkatkan mutu air khususnya dengan menurunkan kadar garam dengan efektifitas rejeksi garam mencapai 29,96%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daia, R. P., & Damayanti, A. 2012. Pemanfaatan Selulosa Asetat Eceng Gondok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran Untuk Desalinasi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Damayanti, A., & Dewi, S. C. 2013. Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran Untuk Desalinasi Air Laut. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Dewantara, I. Y., Suyitno, B. M., & Lesmana, I. E. 2018. Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. Jurnal Teknik Mesin, 1-4.
- Ernawati, E. 2014. Pembuatan Membran Selulosa Asetat Termodifikasi Zeolit Alam Lampung Untuk Pemisahan Etanol-Air Secara Pervaporasi. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Fadhilah, R., & Kurniasih, D. 2017. Desalinasi Air Asin Menggunakan Membran Selulosa Bakteri Akrilamida-Asetat. Ar-Razi Jurnal Ilmiah, 104-110.
- Fauzia, I. K., Maulina, W., & Misto. 2018. Kajian Membran Nilon Sebagai Filter Pada Proses Penjernihan Nira Tebu. Jurnal Fisika Dan Aplikasinya, 57-66.
- Firdaus, I. M., & Febiyanto. 2019. Synthesis Of Cellulose Acetate-Polystyrene Membran Composites From Pineapple Peel Wastes For Methylene Blue Removal. Al-Kimia Journal, 113-125.
- Gustian, I., Adfa, M., Andriani, Y., & Roza, E. 2013. Karakterisasi Kinerja Membran Selulosa Bakteri Menggunakan In Take PDAM Kota Bengkulu Sebagai Model. Prosiding Semirata FMIPA Unila (Pp. 199-2015). Lampung: Universitas Lampung.
- Harianingsih, & Maharani, F. 2018. Sintesis Membran Selulosa Asetat Cassava Untuk Mikrofiltrasi Fe Pada Limbah Batik Artifisial. Inovasi Teknik Kimia, 36-40.

- Juariah, S., Irawan, M. P., & Yuliana. 2018. Efektifitas Ekstrak Etanol Kulit Nanas (*Ananas Comosus L. Merr*) Terhadap *Trichophyton Mentagrophytes*. *Journal Of Pharmacy And Science*, 1.
- Kencana, Y. P., W, K. A., K, T., & Setiawan, Y. 2008. Pembuatan Membran Selulosa Asetat Dari Limbah Rami Dan Prospeknya Sebagai Bahan Membran. Bandung: Balai Besar Penelitian Pulp dan Kertas.
- Khasanah, M., Yusuf, B., & Panggabean, A. S. 2017. Membran Selulosa Asetat Dari Mahkota Buah Nanas (*Ananas Comocus*) Sebagai Filter Dalam Tahapan Pengolahan Air Limbah Sarung Tenun Samarinda. *Prosiding Seminar Nasional Kimia (23-27)*. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Majesty, J., Argo, B. D., & Nugroho, W. A. 2015. Pengaruh Penambahan Sukrosa Dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Nata Dari Sari Nanas (*Nata de Pina*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 80-85.
- Ovani, E. N. 2016. Desalinasi Dengan Membran Zeolit. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Prapta, I. E. 2017. Perkembangan Teknologi Desalinasi. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Raja, P. M. 2017. Pembuatan Membran Selulosa Asetat Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Termodifikasi Mikro Zeolit Alam Untuk Filtrasi Air Sungai. *Jurnal Agro Estate*, 27-33.
- Sarfiah, & Mulyati, S. 2018. Karakterisasi Dan Analisa Kinerja Membran Selulosa Asetat Untuk Penyisihan Ion Logam  $Cr^{3+}$  Dan  $Cd^{2+}$  Dalam Air Dengan Proses Ultrafiltrasi. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 127.
- Setiawan, V. R., Rosnelly, C. M., & Darmadi. 2013. Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Membran Selulosa Dasetat Berbasis Selulosa Pulp Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria*). *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 132-137.
- Sukarta, I. N. 2020. Sintesis Membran Nata De Pina Dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Zat Warna Tekstil Remazol Red Rb. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*, 134-141.
- Suryaningsih, D. 2014. Studi Pendahuluan Mendapatkan Nanokristalin Selulosa Bakterial Dari Media Limbah Kulit Nanas. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Winani, I. A. 2011. Kajian Efektivitas Membran Selulosa Asetat Pada Proses Filtrasi Bertahap Untuk Desalinasi Air Laut. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Yannasandy, D., Hasyim, U. H., & Fitriyano, G. 2017. Pengaruh Waktu Delignifikasi Terhadap Pembentukan Alfa Selulosa Dan Identifikasi Selulosa Asetat Hasil Asetilasi Dari Limbah Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1-9.
- Yoshi, L. A., & Widiasta, I. N. 2016. Sistem Desalinasi Membran Reverse Osmosis (Ro) Untuk Penyediaan Airbersih. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" (1)*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".