
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.I Kapuk Randu

Tanaman Randu (*Ceiba pentandra Gaertn*) banyak tersebar di Asia, termasuk di India, Indonesia, Thailand, dan Filipina, di mana tanaman ini dibudidayakan. Sementara itu, di Afrika, hanya sebagian tanaman kapuk yang dibudidayakan (Pratiwi, 2014). Kapuk juga dapat hidup di daerah kering dan suhu di bawah nol derajat dalam jangka pendek serta sangat sensitif terhadap api. Tanaman kapuk dapat dibudidayakan dalam daerah tropis karena tanaman kapuk membutuhkan keadaan curah hujan yang cukup tinggi. tanaman randu umumnya tumbuh dengan ketinggian pohon mencapai 8-30 m dan memiliki batang pohon utama yang cukup besar hingga mencapai 30 m. ciri dari tanaman kapuk pada pohonya terdapat duri duri besar berbentuk kerucut. umumnya serat kapuk berwarna putih mengkilap (Rahmatullah,2020).

Indonesia merupakan pernah menduduki posisi penghasil kapuk terbesar (sekitar 80 persen) sebelum perang dunia I, dimana sekitar 60 % dari jumlah produksi kapuk randu saat itu berasal dari pulau jawa. Serat kapuk pada dasarnya mempunyai kandungan selulosa yang cukup tinggi. Serat kapuk merupakan sumber selulosa hal ini dikarenakan serat kapuk mempunyai kandungan selulosa berkisar di antara 21%-64% (Mardiyanti,2016). Hal tersebut diperkuat dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Susmanto, 2020) mengetahui kandungan selulosa dalam serat kapuk, pada hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa serat kapuk yang didapatkan memiliki kandungan selulosa sekitar 63,69%.



Gambar II. 1 Tanaman Pohon Kapuk Randu



LAPORAN HASIL PENELITIAN PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSE ASETAT DARI BUAH KAPUK RANDU

II.1.1 Karakteristik Kapuk Randu

Tabel II. 1 Karakteristik Serat Kapuk Randu

Densitas (g/ml)	0,384 g/ml	Mardiyanti,2016
Moisture regain (%)	10,9	Mwaikambo,2006
Diameter (μm)	15-35	Mwaikambo,2006
Sifat	Berwarna putih terang, lambut dan licin jika dipegang, tidak cepat menggumpal	Munawaroh,2016

Berdasarkan Tabel II.1 tersebut, terlihat bahwa Serat Kapuk Randu memiliki masa jenis, moisture regain, diameter, sifat putih yang cukup baik. Pada dasarnya serat kapuk randu merupakan sumber selulosa. Maka dari itu buah kapuk randu memiliki potensi yang besar dalam pembuatan membrane selulose asetat.

II.1.2 Komposisi Buah Randu

Pemanfaatan tanaman kapuk randu sebagai sumber utama selulosa dalam segi komposisi, memiliki selulosa yang melimpah dengan ditinjau dari buah, Biji dan batang dapat diketahui diantaranya.

A. Serat Kapuk Randu

Hasil analisa kandungan dari serat kapuk randu yang diketahui berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Mardiyati,2016), komposisi serat kapuk randu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel II.2 Komposisi Buah Kapuk Randu

Komposisi	Presentase Berat (%)
Hemiselulosa	22 - 45%
Selulosa	21 - 64%
Lignin	15 - 22%

Sumber : Mardiyati,2016



LAPORAN HASIL PENELITIAN PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSE ASETAT DARI BUAH KAPUK RANDU

B. Biji buah kapuk randu

Hasil analisa kandungan dari buah kapuk randu yang diketahui berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyuni(2016), komposisi biji buah kapuk randu dapat dilihat pada table berikut.

Tabel II. 3 Komposisi Biji Buah Kapuk Randu

Komposisi	Presentase Berat (%)
Hemiselulosa	21,83%
Selulosa	23,24%
Lignin	10,37%

Sumber : Wahyuni,2016

C. Kulit buah kapuk randu

Hasil analisa kandungan dari buah kapuk randu yang diketahui berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Faizal(2018), komposisi kulit buah kapuk randu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel II. 4 Komposisi Kulit Buah Kapuk Randu

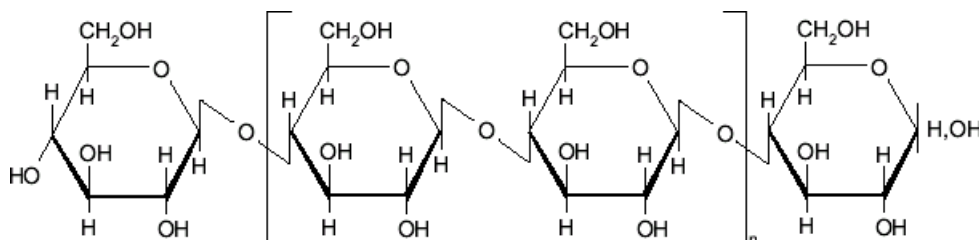
Komposisi	Presentase Berat (%)
Hemiselulosa	27,12 – 33,25%
Selulosa	23,82 – 36,3%
Lignin	10,54 – 26,02%

Sumber : Faizal,2018

II.1.3 Serat Selulosa

Selulosa merupakan salah satu tipe polimer homopolimer linier yang terdiri atas satuan glukosa yang berikatan dengan β -1,4-glukosidik. Rumus molekul dari senyawa tersebut adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$ dengan n merupakan derajat polimernya. Senyawa selulosa terdiri dari gugus d-glukosa yang terdapat disalah satu ujungnya dan termasuk kedalam gugus C_4 -OH dengan ujung pereduksi dan non pereduksi, dan untuk yang terakhir adalah gugus C_1 -OH mempunyai ujung pereduksi (Gupta, 2019). Sebagian besar selulose berbentuk kristalin. Sifat ini yang menyebabkan senyawa selulose tidak larut dalam air. Molekul glukosa disusun menjadi besar, panjang dan berbentuk rantai dalam membentuk susunan menjadi rantai selulosa.

Semakin panjang suatu rangkaian selulosa, maka rangkaian selulosa tersebut memiliki serat yang lebih kuat, lebih tahan terhadap pengaruh bahan kimia dan mikroorganisme.



Gambar II. 2 Struktur Selulose

II.1.4 Selulosa Asetat

Selulose asetat merupakan selulosa yang mempunyai gugus hidroksilnya digantikan oleh gugus asetil berbentuk padatan putih, tidak beraacun, tidak berasa dan tidak berbau. Selulosa asetat memiliki berbagai keunggulan, termasuk sifat fisik dan optik yang unggul, sehingga banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi seperti serat tekstil, plastik, filter rokok, pelapis kertas, film fotografi, lak, dan membran. Berkat kelebihan tersebut, selulosa asetat memiliki nilai komersial yang tinggi. Selulosa asetat memiliki tiga gugus hidroksil tiap residu anhidroglukosa sehingga dapat dibentuk menjadi selulosa monoasetat, selulosa diasetat, selulosa triasetat. Kecocokan dari tiap jenis selulosa asetat dapat diketahui dengan parameter derajat substitusi. Derajat substitusi (DS) merupakan nilai substituent asetil yang diukur berdasarkan jumlah asam asetat yang diesterifikasi pada rantai selulosa. Berdasarkan derajat substitusi selulosa asetat dibagi menjadi tiga yaitu selulosa monoasetat dengan derajat substitusi (DS) 0-2, selulosa diasetat dengan derajat substitusi (DS) 2,0-2,8, selulosa triasetat dengan derajat substitusi (DS) 2,8-3,0. Jumlah gugus hidroksil yang tergantikan oleh gugus asetil berpengaruh terhadap aplikasi selulosa asetat. Selulosa asetat memiliki sifat tidak mudah terbakar jika dibandingkan dengan selulosa nitrat. Hal ini turut berpengaruh dalam penggunaan selulosa asetat dalam bidang industri. Dalam pembentukan selulosa asetat dapat diketahui dalam reaksi berikut ini :



LAPORAN HASIL PENELITIAN PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSE ASETAT DARI BUAH KAPUK RANDU



(Othmer, 1952)

Pada dasarnya sifat-sifat teknik selulosa asetat ditentukan oleh derajat substitusinya yang berperan terhadap kelarutannya dalam suatu pelarut dan aplikasinya (Fengel and Wegner 1995). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suhaimi (2022) diperoleh karakteristik dari selulosa asetat yang ditunjukkan oleh table dibawah ini :

Tabel II. 5 Karakteristik selulosa asetat

Characteristics	Unit	Limit or Range
Acetyl Content	%	22,2-32,2
Solubility	-	Acetone
Density	g/mL	1,25-1,35
Moisture Content	%	60-66
Water Content	%	4 - 7

Sumber : Suhaimi, 2022

II.1.5 Tahapan Sintesis Selulose

Berbagai tahapan yang dilakukan untuk dapat mensintesis selulose asetat diantaranya adalah :

A. Delignifikasi

Delignifikasi ialah proses yang dilakukan untuk mengurangi kadar lignin pada bahan yang mengandung berlignoselulosa. Proses delignifikasi ini akan membuka struktur ligniselulosa sehingga selulosa yang terdapat dalam bahan lebih mudah diambil. Proses ini dilakukan dengan melarutkan bahan yang mengandung lignin sehingga bisa mempermudah pemisahan antara lignin dengan serat. Beberapa cara dapat dilakukan dalam proses delignifikasi seperti secara panas (thermal), kimia dan biologis. Kandungan kompleks dalam kandungan lignin dan merupakan gabungan beberapa senyawa, seperti karbon, hidrogen, dan oksigen. Proses pemisahan atau penghilangan lignin serat



LAPORAN HASIL PENELITIAN PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSE ASETAT DARI BUAH KAPUK RANDU

selulosa dengan delignifikasi atau pulping (Kurniaty, 2017).

B. Asetilasi

Proses asetilasi adalah langkah mengganti gugus selulosa hidroksil dengan gugus asetil, sebagian atau seluruhnya, sehingga produk asetat salisilat diproduksi. Gugus asetil diperoleh dari agen anhidrida asetat. Asetilasi biasanya menggunakan pelarut asam asetat menggunakan katalis asam sulfat. Perawatan ini tergantung pada jumlah bahan yang dapat sepenuhnya larut dalam campuran asetilasi (Fenged and Wegner, 1984). Dalam proses asetilasi dengan mereaksikan selulosa aktif dengan asam asetat glasial sebagai pelarut. Dalam proses ini, permukaan serat selulosa yang besar diperlukan, karena laju reaksi dalam proses asetilasi ditentukan oleh ketersediaan (kemampuan untuk membuka permukaan berserat) selulosa, di mana semakin luas area permukaan serat, semakin mudah penyerapan asam asetat yang reagen bereaksi lebih mudah (Othmer, 1952).

II.1.6 Kadar Asetil

Kadar asetil selulosa asetat sangat erat dengan persentase massa gugus asetil ($-\text{COCH}_3$) yang terikat pada rantai selulosa setelah proses asetilasi. Kadar asetil penting karena merupakan parameter yang akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia selulosa asetat, seperti kelarutan, kekuatan, dan transparansi.

Acetyl content (%)	Degree of Substitution	Cammon Selvents	Application
13,0 – 18,6	0,6 – 0,9	Water	-
22,2 – 32,2	1,2 – 1,8	2-Methoxy ethanol	Plastic, lacquers
36,5 – 42,2	2,2 – 2,7	Acetone	Fibers, photographic, film, membrane
43,0 – 44,8	2,8 – 3,0	Chloroform	Febries, foils

(Fengel & Wegener, 1984)

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa dalam pembuatan membran selulosa asetat harus menghasilkan spesifikasi sudut kontak diantara 36,5-42,2 % dengan derajat substitusi (DS) diantara 2,2-2,7 hal tersebut dapat



LAPORAN HASIL PENELITIAN PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSE ASETAT DARI BUAH KAPUK RANDU

mengidentifikasi bahwa dalam kelarutan selulosa asetat menggunakan solven berupa Aseton. Hal tersebut sesuai dengan aplikasi yang dapat di terapkan dengan kadar asetil serta derajat substitusi (DS) dalam range tersebut (Fengel & Wegener, 1984).

II.1.7 FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

FTIR atau (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) merupakan teknik analisis spektroskopi yang digunakan untuk mengidentifikasi senyawa berdasarkan gugus fungsi dengan pola serapan inframerahnya. Saat cahaya inframerah mengenai sampel, gugus fungsi dalam molekul akan menyerap energi pada frekuensi tertentu yang menyebabkan ikatan kimia dalam molekul tersebut bergetar. Dalam analisa selulosa asetat FTIR digunakan untuk mengidentifikasi tingkat asetilasi. Peningkatan intensitas pita C=O menunjukkan keberhasilan pada proses asetilasi (Zugenmaier P, 2001). Pada material selulosa asetat memiliki daerah khusus serapan gelombangnya diantaranya adalah untuk gugus hidroksil **O–H (hidroksil):** 3200–3600 cm^{-1} ; **C–H (alkil):** ~2850–2950 cm^{-1} ; **C=O (karbonil/asetat):** ~1735–1750 cm^{-1} ; **C–O (ester):** ~1200–1300 cm^{-1} (Smith B C, 2011).

II.2 Membran

Teknologi pemisahan dengan menggunakan membran telah berkembang seiring berjalannya masa, dimana teknologi membran memiliki kemampuan untuk dapat memisahkan suatu partikel dibandingkan dengan pemisahan seperti distilasi, ekstraksi, dan lain-lain. Membran merupakan lapisan tipis dan semipermeabel yang terdapat diantara dua fasa, yakni fasa umpan dan fasa permeat (Apriani, 2018). Aplikasi membran memiliki kemampuan untuk mengendalikan pengangkutan molekul kecil seperti gas dan air atau ion. Bahan polimer salah satunya dalam perkembangan membran karena kemampuan dalam prosesnya. Pengembangan membran dengan bahan polimer memiliki kemampuan proses dan biaya yang murah. Membran polimer banyak digunakan dalam pemisahan gas industri karena efisiensinya yang sangat tinggi. namun pada saat polimer dengan permeabilitas yang tinggi memiliki selektivitas gas yang rendah. selain dari



LAPORAN HASIL PENELITIAN PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSE ASETAT DARI BUAH KAPUK RANDU

pemisahan gas membran polimer juga banyak digunakan dalam proses pemisahan air, namun permasalahan permeabilitas air dan selektivitas masih tetap ada. Selain itu membran polimer juga banyak dieksplorasi salah satunya pemisahan cairan hidrokarbon, yang saat ini dilakukan dengan menggunakan proses distilasi dan intensif energi (Lin,2020).

II.3 Karakteristik Membran

Pengukuran karakteristik membrane dapat dilihat dari berbagai aspek, diantaranya yaitu ketebalan, kuat tarik dan elastisitas. Ketebalan dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar membrane mengalami penyusutan setelah dilakukan pengeringan. Sedangkan kuat tarik atau elastisitas digunakan untuk mengetahui pertambahan panjang dan fleksibelitas (Alvianto,2022). Selain itu karakterisasi membran dapat dilihat pada efektivitas membran ditentukan oleh dua faktor kunci, yaitu permeabilitas dan permealitivitas. Permeabilitas mencerminkan kapabilitas membran dalam memungkinkan molekul atau spesi tertentu untuk melewati atau menembusnya. Perselektivitas, sementara itu, mengukur kemampuan membran untuk memisahkan komponen dari aliran umpan, dan merupakan parameter sentral dalam mengevaluasi kinerja membran. Secara khusus, permeabilitas dan perselektivitas dapat diungkapkan sebagai fluks dan rejeksi (Apriani,2018).

II.4 Macam-Macam Membrane

Pada proses pemisahan membran, hanya kekuatan pendorong fluks yang signifikan ditentukan oleh kekuatan pendorong, hal ini dapat menjadi proses pemisahan kimia, permeabilitas yang berbeda dari setiap komponen bergantung pada mekanisme komponen lewati. Polimer membran yang homogen serta berbagai macam partikel kimia akan di lewati dibawah konsentrasi atau tekanan melalui difusi. Permeabiitas dari setiap membran ditentukan oleh difusi dan konsentrasi dari berbagai macam komponen dalam membran secara umum relatif lambat, sebagai kekuatan pendorong dalam struktur membran berpori, komponen akan diangkut ke permukaan membran, di mana beberapa komponen akan melewati membran sedangkan yang lain akan dipertahankan di permukaan membran. Aplikasi membran banyak terdapat dengan kekuatan pendorong dan berdasarkan karakteristiknya.



LAPORAN HASIL PENELITIAN PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSE ASETAT DARI BUAH KAPUK RANDU

(Mulder,1996). Dalam pengklasifikasian membran terdapat macam membran berdasarkan bentuk dan ukuran pori antara lain sebagai berikut.

Tabel II. 6 klasifikasi membran

Membran	Ukuran Pori	Bentuk Pori
Mikrofiltrasi (MF)	0.05-10 μm	Simetris/asimetris
Ultrafiltrasi (UF)	0.001 – 0,05 μm	Asimetris
Nanofiltrasi (NF)	0.5 - 2nm	Asimetris
Reverse Osmosis (RO)	<0.002 μm	Asimetris

(Younas,2022)

A. Berdasarkan geometri porinya

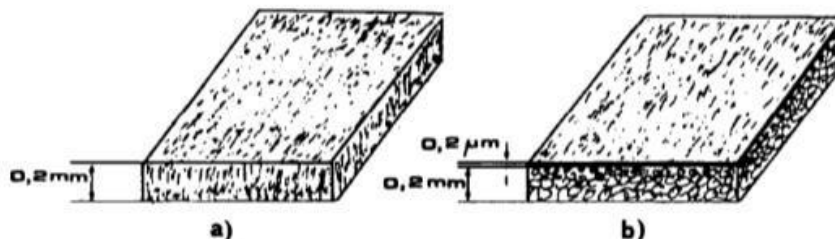
Berdasarkan geometri porinya membran dibedakan menjadi 2 yakni, membran simetrik dan asimetrik:

1. Membran Simetrik

Membran ini memiliki pori yang cenderung lebih besar dimana ketebalan yang dimiliki berkisar 20-200 μm . Membran ini memiliki struktur homogen di semua pori, hal ini membuat jenis membran ini kurang efektif karena memungkinkan terjadinya penyumbatan pada masing-masing pori dan akan lebih cepat menurunkan kinerja filtrasi menurun. Pembuatan membran dilakukan dalam ruang tertutup hal ini dikarenakan menjaga konsentrasi pelarut terjaga tetap,karena penambahan ini dilakukan agar diperoleh pori yang seragam dan homogen.

2. Membran Asimetrik

Membran asimetrik memiliki komposisi yang tidak seragam dimana lapisan yang terdiri dari lapisan-lapisan tipis. Ketebalan bagian atas atau lapisan aktif sebesar 0,1-1 μm , sedangkan pada struktur tebal yang berpori memiliki ketebalan 100-200 μm struktur yang tebal. Membran asimetrik mengarah pada selektivitas yang tinggi hal ini dikarenakan kepadatan dan permeabilitas lapisan atas membran memiliki nilai yang tinggi karena lapisan bagian atas lebih tipis tingkat filtrasi yang tinggi disebabkan partikel yang tertahan pada permukaan. Pada membran asimetrik partikel yang melewati pori akan menyumbat pori-pori dan akan menyebabkan penyaringan membran menurun drastis.



Sumber: Mulder 1996

Gambar II. 3 Skema membran (a) simetrik membran (b)asimetrik membran

B. Berdasarkan Fungsinya

Proses pemisahan membran berdasarkan fungsinya memiliki enam jenis, antara lain mikrofiltrasi; membran ultrafiltrasi; membran nanofiltrasi; membran *reverse osmosis*; membran dialisis; dan membran elektrodialisis:

1. Membran Mikrofiltrasi

Membran digunakan untuk pemisahan antar partikel (bakteri, ragi) dan memiliki fungsi menyaring makromolekul >500.000 g/mol atau partikel yang berukuran $0,1-10,0$ μm . Tekanan yang digunakan adalah $0,5-2,0$ bar. Polarisasi dengan tekanan osmotik dapat diabaikan terlepas dari konsentrasi. Membran memiliki struktur sebagai berikut asimetri dan simetri. Dalam membran mikrofiltrasi, garam Tidak dapat ditolak oleh membran. Proses penyaringannya bisa Dilakukan pada tekanan yang relatif rendah (yaitu di bawah 2 bar).

2. Membran Ultrafiltrasi

Membran digunakan untuk memisahkan molekul satu sama lain mampu menyaring makromolekul yang lebih besar dari 5000 g/mol atau partikel $0,001-0,100$ μm . Tekanan pengoperasian 1,0– tekanan osmotik sebesar 3,0 atmosfer diabaikan, dan polarisasi konsentrasi juga diabaikan. Tidak diperhitungkan. Membran memiliki struktur asimetris.

3. Membran Nanofiltrasi

Membran ini merupakan sekelompok zat antara yang ada antara membran ultrafiltrasi dan membran reverse osmosis memisahkan partikel dengan ukuran $0,0005-0,005$ μm .



LAPORAN HASIL PENELITIAN PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSE ASETAT DARI BUAH KAPUK RANDU

membran. Proses penyaringannya bisa Dilakukan pada tekanan yang relatif rendah (yaitu di bawah 2 bar).

4. Membran Ultrafiltrasi

Membran digunakan untuk memisahkan molekul satu sama lain mampu menyaring makromolekul yang lebih besar dari 5000 g/mol atau partikel 0,001–0,100 μm . Tekanan pengoperasian 1,0– tekanan osmotik sebesar 3,0 atmosfer diabaikan, dan polarisasi konsentrasi juga diabaikan. Tidak diperhitungkan. Membran memiliki struktur asimetris.

5. Membran Nanofiltrasi

Membran ini merupakan sekelompok zat antara yang ada antara membran ultrafiltrasi dan membran reverse osmosis memisahkan partikel dengan ukuran 0,0005–0,005 μm .

6. Membran Reverse Osmosis

Fungsi membran adalah untuk menyaring garam Bahan organik >50 g/mol atau ukuran partikel 0,0001–0,001 μm . Tekanan yang digunakan adalah 8,0–12,0 atm. membran permeabel refluks digunakan untuk memisahkan bahan yang terlarut molekul rendah, seperti garam anorganik atau molekul organik solusinya mengandung sejumlah kecil glukosa dan sukrosa.

7. Membran Dialisis

Fungsi membran adalah untuk memisahkan larutan koloid mengandung elektrolit dengan berat molekul kecil. Zat yang dilarutkan dalam larutan yang sangat pekat akan membran permeabel terhadap larutan konsentrasi rendah. Oleh karena itu, konsentrasi adalah salah satu jenis motivasi.

8. Membran Elektrodialisis

Fungsi membran ini adalah untuk mendistribusikan larutan dengan gerakan Listrik, yang menjadi gaya pendorong adalah listrik.

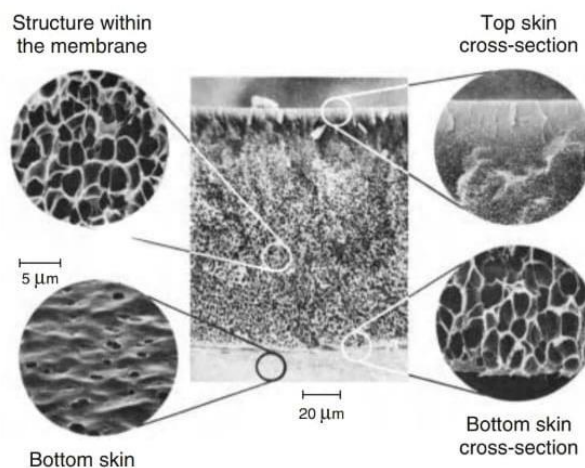
(Mulder,1996)

C. Berdasarkan Jenis Pori

Pada umumnya membran yang dibuat berbentuk seperti jari, seperti sponsa tau keduanya. Selain itu ukuran pori merupakan indeks penting untuk penentuan penerapan membran. Struktur membran berdasarkan jenis porinya dapat dibedakan menjadi dua antara lain :

A. *Sponge-like*

Morfologi struktur pada *sponge-like* diantaranya memiliki struktur mirip spons diantara rongga karena pada dasarnya perbedaan ini dilihat karena perbandingan pelarut yang ditambahkan (Kahrs, 2019).

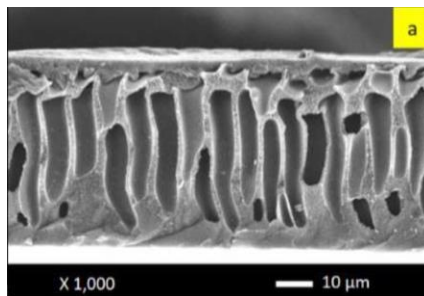


Sumber: Baker 2012

Gambar II. 4 Karakteristik membran sponge

B. *Finger-like*

Tingkat pengendapan yang tinggi menghasilkan membran dengan *macrovoid* “*finger-like*”. Secara umum perubahan kimia atau kondisi pembentukan membran yang cenderung mempercepat laju pengendapan menghasilkan membran dengan morfologi seperti ruas jari (Guillen, 2020). Fenomena ini terjadi karena cairan dengan viskositas yang tinggi pada membran terdifusi oleh cairan dengan viskositas yang lebih rendah sehingga menyebabkan terbentuk rongga berbentuk jari disebut *finger-like macrovoid*.



Sumber : Fatahanah,2021

Gambar II. 5 Membran Finger-like

(Fadli,2021)

II.5 Membrane Selulose Asetat

Selulosa asetat (CA) adalah ester organik selulosa yang berwujud padatan putih, tidak berbau, dan tidak berasa. Sebagai ester yang sangat penting yang berasal dari asam organik, selulosa asetat dapat disintesis dari bahan alam, seperti serat daun nanas, bahan baku koran, limbah kapas, jerami, dan pulp kenaf (Syahbanu, 2018). Selulosa asetat, sebagai membran asimetris kinerja tinggi pertama, memiliki berbagai aplikasi dalam pemisahan, filtrasi, dan bidang lainnya. Pemahaman ini mendukung popularitas penggunaan CA dalam berbagai konteks industri. Keunggulan selulosa asetat (CA) dan turunannya sebagai bahan membran. Keunggulan ini meliputi fluks moderat, sifat rejeksi garam yang tinggi, efektivitas biaya, proses pembuatan yang relatif mudah, sumber bahan baku terbarukan, dan sifat tidak beracun (kamal, 2014). Penggunaan selulosa asetat sebagai bahan pembuatan membran menunjukkan keunggulan dalam aplikasi membran, seperti daya rekat yang baik, ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan, dan ketersediaan bahan baku yang melimpah.

II.6 Metode Inversi Fasa

Metode inversi fasa memang salah satu teknik yang umum digunakan untuk menghasilkan membran organik. Proses tersebut melibatkan perubahan fase dari larutan homogen cair ke fase padat, yang kemudian dicetak pada permukaan datar dengan perendaman menggunakan aquades dalam pembuatan membran dengan metode ini. Langkah ini bertujuan untuk menghilangkan pelarut pada campuran

membran, yang dapat meningkatkan struktur dan sifat membran yang dihasilkan (Alvianto, 2022). Selama proses inversi fasa, larutan polimer yang stabil secara termodinamika diubah dari cair menjadi padat secara terkendali. Pemadatan ini didahului oleh demixing cair-cair. Beberapa saat setelah permulaan demixing menjadi fase kaya polimer dan fase tanpa polimer, fase dengan konsentrasi polimer tertinggi akan mulai mengeras melalui proses seperti gelasi, vitrifikasi, atau kristalisasi. Fase yang miskin polimer akan menyebabkan pori-pori pada material yang memadat, sedangkan fase yang kaya akan polimer akan mengarah pada matriks membran padat (Agnieszka, 2015).

II.7 Aplikasi Membran Pemisahan

Pada proses pengolahan limbah industri, pemanfaatan membran sebagai pemisahan, untuk pengolahan limbah. Pemanfaatan Kembali air limbah akan menghemat penggunaan air baku sehingga mengurangi biaya operasional. Aplikasi membran dalam pemanfaatan adalah sebagai berikut.

A. Pengolahan Limbah Industri

Sektor/industri & jenis limbah	Aplikasi	Proses membran
Industri tekstil	Pemisahan warna Pengambilan kembali pewarna Pengambilan kembali energi	RO, UF, MF, NF
Industri pelapisan logam	Pengambilan kembali air dari air limbah pencucian Pengambilan kembali logam dari larutan galvanik Pemanfaatan kembali limbah galvanik	UF, NF, RO, ED
Industri petrokimia	Penggunaan kembali <i>blowdown</i> menara pendingin Pemanfaatan kembali kondensat	UF, RO
Industri pulp dan kertas	Pemisahan warna Pengambilan kembali air Pengambilan kembali lignin alkali	UF, RO
Pengeboran minyak	Penggunaan kembali air limbah pengeboran minyak untuk umpan boiler atau injeksi	RO
Pembangkit tenaga listrik	Penggunaan kembali <i>blowdown</i> menara pendingin	RO
Laundry	Pengambilan kembali air, deterjen, dan panas	UF
Limbah berminyak	Penggunaan kembali air	UF
Industri cat	Pengambilan kembali <i>electropaint</i>	UF
Industri susu (<i>cheese whey</i>)	Pengambilan kembali air Pengambilan kembali produk bernilai	UF
Industri tapioka	Pengambilan kembali air dan <i>soluble starch</i>	UF, RO

Sumber : Wenten, 2005

Gambar II. 6 Tabel aplikasi membran dalam pemanfaatan untuk pengolahan air limbah industri



LAPORAN HASIL PENELITIAN PEMBUATAN MEMBRAN SELULOSE ASETAT DARI BUAH KAPUK RANDU

B. Pada Pemisahan air membran memiliki aplikasi sebagai berikut ;

Tabel II. 7 Aplikasi membran sebagai pemisahan

Tipe membran	Aplikasi
Mikrofiltrasi	Air murni, pemulihan logam sebagai koloid atau hidroksida, pengolahan air-air limbah, fermentasi, pemisahan emulsi minyak-air
Ultrafiltrasi	Industri susu, industri tekstil, industri kimia, metalurgi, industri kertas, pengolahan air, industri farmasi
Nanofiltrasi & Reverse Osmosis	Desalinasi, penghilangan mikropolutan, pelunakan air, pengolahan air limbah, retensi pewarna (industri tekstil), air ultra murni (industri elektronik), konsentrasi makanan, jus, dan gula (industri makanan), konsentrasi susu (industri susu)
Pemisahan gas	Penghilangan air, uap organik dari udara, udara kering (udara bertekanan, gas alam, AC), gas asam dari flue gas

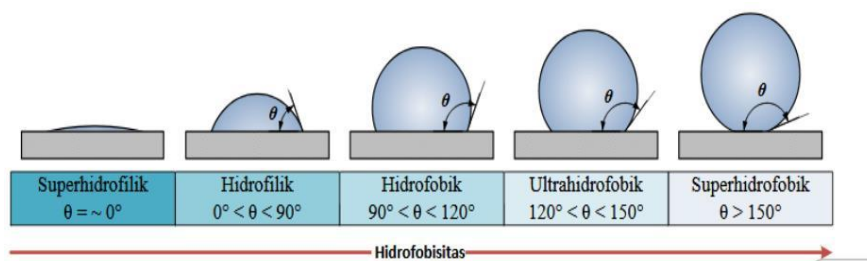
Sumber : Guilen 2020

II.8 Sudut Kontak

Hidrofobik merupakan sifat suatu material yang menolak air atau tidak mudah basah, berasal dari kata *hidro* yang berarti air dan *phobos* yang berarti takut. Tingkat hidrofobisitas suatu permukaan dapat ditentukan dengan mengukur sudut kontak antara droplet cairan dengan permukaan padat saat ditetaskan. Jika sudut kontak yang terbentuk berada dalam rentang 90° hingga 150° , maka permukaan tersebut dikategorikan sebagai hidrofobik. Permukaan dengan sudut kontak lebih dari 150° disebut superhidrofobik, sementara permukaan dengan sudut kontak

antara 10° hingga 90° diklasifikasikan sebagai hidrofilik. Adapun permukaan dengan sudut kontak kurang dari 10° disebut superhidrofilik.

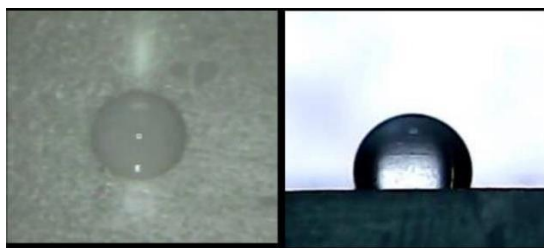
Pada dasarnya permukaan membrane dapat dianalisis dengan adanya sudut kontak. sifat permukaan membrane dibagi menjadi dua, yaitu hidrofilik dan hidrofobik. Pada membrane yang mempunyai karakteristik hidrofilik, air akan membasahi membrane secara spontan. sedangkan pada membran hidrofobik pembasahan membrane oleh air tidak terjadi. Hidrofobisitas suatu membrane dapat diindikasikan dengan nilai sudut kontak atau sudut geser (Subagyo,2017).



Gambar II.1 Profil tetesan air dan sudut kontak pada permukaan homogen dengan hidrofobisitas berbeda

II.9 Analisis ImageJ

ImageJ merupakan analisa yang digunakan untuk mengetahui profil tetesan cairan. Analisa gambar tetesan cairan pada bahan padatan untuk memperoleh nilai sudut kontak. Hal tersebut yang akan digunakan untuk mengetahui sifat hidrofobik pada membran tersebut.



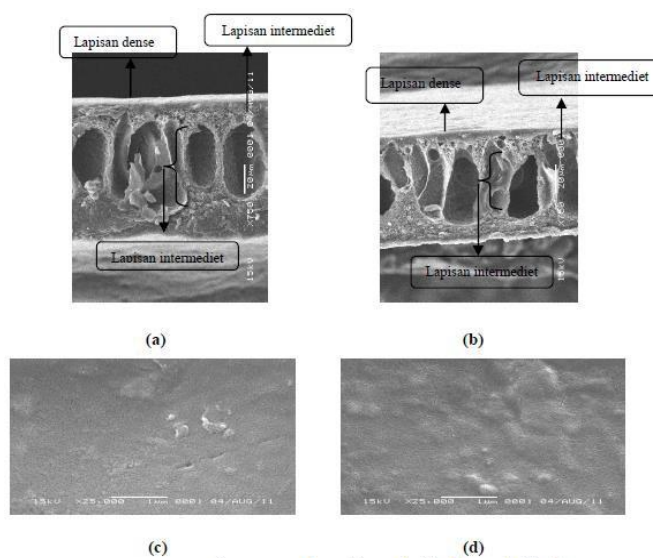
Sumber: Anggriawan,2015

Gambar II. 7 Hasil Analisa Sudut Kontak menggunakan ImageJ

(Anggriawan,2015)

II.10 SEM (Scanning Electron Microscopy)

Scanning Electron Microscopy dapat digunakan untuk mengetahui struktur morfologi membran. Hasil uji ini berupa foto kenampakan bagian atas dan melintang membran dengan memakai mikroskop elektron. Analisis SEM digunakan untuk mengamati bentuk serta perubahan morfologi permukaan pada sampel yang dianalisis. Prinsip dasarnya adalah ketika suatu bahan mengalami perubahan, seperti modifikasi pada struktur permukaannya, maka terjadi perubahan energi. Energi yang telah berubah ini dapat dipancarkan, dipantulkan, diserap, atau dikonversi menjadi gelombang elektron yang kemudian dapat dideteksi dan dianalisis. Contoh karakterisasi SEM terhadap membrane adalah sebagai berikut



Sumber: Yudhistira, 2012

Gambar II. 8 Skema karakterisasi membran dengan SEM (a) dan (b) perbesaran 750 kali, (c) dan (d) penampang permukaan membran dengan perbesaran 25.000 kali

(Yudhistira, 2012)

II.11 Hipotesis

Tanaman Buah Kapuk Randu dapat digunakan sebagai sumber selulosa dalam pembuatan membran selulosa asetat, diharapkan dengan variasi penggunaan siklus NaOH dan konsentrasi saat membuat membran digunakan untuk mendapatkan morfologi membran yang dihasilkan.