

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Buah Rambutan**

Rambutan (nama botani: *Nephelium Lappaceum L.*) adalah sejenis pokok buah saka. Rambutan juga merupakan tanaman tropis yang tergolong ke dalam suku lerak-lerakan atau *sapindaceae*, berasal dari daerah kepulauan di Asia Tenggara. Kata rambutan berasal dari bentuk buahnya yang mempunyai kulit menyerupai rambut. Penyebaran tanaman rambutan pada awalnya sangat terbatas hanya di daerah tropis saja, saat ini sudah bisa ditemui di daratan yang mempunyai iklim subtropis. Hal ini disebabkan oleh karena perkembangan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dengan berhasil diciptakannya rumah kaca. Hingga saat ini rambutan banyak terdapat didaerah tropis seperti Afrika, Kamboja, Karibia, Amerika Tengah, India, Indonesia, Malaysia, Filipina, Thailand dan Sri Lanka. (Mahirworo, dkk, 1989)

Rambutan (*Nephelium sp.*) merupakan tanaman buah hortikultural berupa pohon dengan famili *Sapindaceae*. Tanaman buah tropis ini dalam bahasa Inggrisnya disebut *Hairy Fruit* berasal dari Indonesia. Hingga saat ini telah menyebar luar di daerah yang beriklim tropis seperti Filipina dan negara-negara Amerika Latin dan ditemukan pula di daratan yang mempunyai iklim sub-tropis melalui penyebaran alamiah salah satunya dengan menggunakan biji buah rambutan.

Rambutan (*Nephelium lappaceum*) merupakan salah satu jenis buah-buahan yang mengandung zat-zat yang diperlukan oleh tubuh manusia. Tanaman buah rambutan sengaja dibudidayakan untuk dimanfaatkan buahnya yang mempunyai gizi, zat tepung, sejenis gula yang mudah terlarut dalam air, zat protein dan asam amino, zat lemak, zat enzim-enzim yang esensial dan nonesensial, vitamin dan zat mineral makro, mikro yang menyehatkan keluarga, tetapi adapula masyarakat yang memanfaatkannya sebagai pohon pelindung di pekarangan sebagai tanaman hias.

Rambutan dapat tumbuh baik di daerah dengan ketinggian sampai 500 meter di atas permukaan laut dan dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah. Meski kurang baik tumbuh pada daerah yang banyak genangan air, namun rambutan perlu daerah dengan curah hujan yang merata sepanjang tahun atau sistem pengairan yang teratur. Tanaman rambutan dapat tumbuh dan menghasilkan walau dibiarkan tanpa perhatian. Namun bila menghendaki hasil yang optimum, tanaman rambutan juga membutuhkan pemeliharaan yang tidak memerlukan perhatian yang intensif. Pemeliharaannya hanya meliputi pemberian pupuk bila diperlukan, penyiangan tanah sekitar tanaman, dan pemangkasan yang biasanya dilakukan usai pemanenan. (Mahirworo, dkk, 1989)

Dalam memperbanyak tanaman rambutan, yang umum dilaksanakan adalah secara vegetatif, meskipun dengan cara generatif pun bisa dilakukan yaitu dengan menggunakan bijinya. Perbanyakan vegetatif pada buah rambutan dilakukan dengan cara mencangkok, sedang perbanyakan vegetatif – generatif dilakukan dengan okulasi. Untuk menanam rambutan perlu dipilih bibit yang baik, karena tanaman rambutan bukanlah jenis tanaman yang mampu menghasilkan dalam jangka waktu yang pendek. Apabila salah dalam memilih bibit maka akan rugi waktu dan biaya, sebab tidak diimbangi dengan perolehan hasil yang baik. Berikut merupakan gambar buah rambutan.



Gambar 1. Buah Rambutan

### **2.1.1 Taksonomi dan Morfologi**

Buah rambutan terbungkus oleh kulit yang memiliki rambut di bagian luarnya (eksokarp). Warnanya hijau ketika masih muda, lalu berangsur kuning hingga

merah ketika masak atau ranum. Endokarp berwarna putih, menutupi daging. Bagian buah yang dimakan, daging buah, sebenarnya adalah salut biji atau aril, yang bisa melekat kuat pada kulit terluar biji atau lepas (rambutan ace atau ngelotok).

Buah rambutan bentuknya bulat lonjong, panjang 4-5 cm, dengan duri tempel yang bengkok, lemas sampai kaku. Kulit buahnya berwarna hijau dan menjadi kuning atau merah jika sudah masak. Dinding buah tebal. Biji berbentuk ellips, terbungkus daging buah berwarna putih transparan yang dapat dimakan dan banyak mengandung air, rasanya bervariasi dari masam sampai manis. Kulit biji tipis berkayu.

Pohon dengan buah masak sangat menarik perhatian karena biasanya rambutan sangat banyak menghasilkan buah. Jika pertumbuhan musiman, buah masak pada bulan Desember hingga Maret, dikenal sebagai musim rambutan. Masanya biasanya bersamaan dengan buah musiman lain, seperti durian dan mangga. Klasifikasi ilmiah buah rambutan dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Klasifikasi Ilmiah Rambutan

Taksonomi	Klasifikasi
<i>Kingdom</i>	<i>Plantae</i> (Tumbuhan)
<i>Subkingdom</i>	<i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	<i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Divisi	<i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	<i>Magnoliopsida</i> (berkeping dua/dikotil)
Sub Kelas	<i>Rosidae</i>
<i>Ordo</i>	<i>Sapindales</i>
Famili	<i>Sapindaceae</i>
Genus	<i>Nephelium</i>
Spesies	<i>Nephelium lappaceum L.</i>

Sumber : Redaksi tani, klasifikasi dan morfologi tanaman.

Kerabat dekat rambutan antara lain kepulauan (*N. Mutabile Bl.*) dan leci (*N. Litchi Camb. = Litchi chinensis Sonn.*). Rambutan merupakan tanaman tahunan (*perennial*). Secara alami, pohon rambutan dapat mencapai ketinggian 25 meter atau lebih, namun bila di budidayakan pada umumnya hanya dapat mencapai ketinggian 5-9 meter. Habitus tanaman berbentuk seperti payung, dengan tajuk pohon antara 5 – 10 meter, dan memiliki sistem perakaran yang cukup dalam.

Batang rambutan berkayu keras, berbentuk gilig, tumbuh tegak (kokoh), dan berwarna kecokelat-cokelatan sampai putih kecoklatan. Percabangan tumbuh secara horizontal, namun kadang-kadang sedikit miring ke arah atas. Daun rambutan berbentuk bulat panjang dengan ujung tumpul atau meruncing, dan pada umumnya berwarna hijau tua sampai hijau muda, tergantung varietasnya.

Bunga muncul dari ketiak daun atau di ujung cabang, tersusun dalam malai (tandan). Setiap tandan terdiri atas 50 – 2.000 kuntum bunga. Bunga rambutan berukuran kecil, berwarna agak kekuning-kiuningan, dan bertangkai pendek.

Bunga rambutan kadang-kadang hanya memiliki sifat bunga jantan (*masculus*) ataupun bunga sempurna (*hermaphrodite*). Bunga jantan hanya memiliki benang sari (*stamen*) dan hanya terdapat pada pohon jantan, sehingga tidak akan menghasilkan buah.

### **2.1.2 Jenis-Jenis Buah Rambutan**

Produksi rambutan di Indonesia sebagian besar berasal dari pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Dari data yang ada di Balai Penelitian Tanaman Holtikultura – Pasar Minggu, Jakarta, terdapat berbagai jenis rambutan di Indonesia. Berbagai jenis buah rambutan baik yang berasal dari galur murni maupun hasil okulasi atau penggabungan dari dua jenis dengan galur yang berbeda. Okulasi biasanya dilakukan untuk memperoleh jenis rambutan yang baik dalam arti rasa maupun produksinya.

Dari sejumlah jenis rambutan yang dikenal hanya beberapa varietas rambutan yang digemari orang dan dibudidayakan dengan memilih nilai ekonomis relatif tinggi diantaranya :

1. Rambutan Rapih, buah tidak terlalu lebat tetapi mutu buahnya tinggi, kulit berwarna hijau-kuning-merah tidak merata dengan berambut agak jarang, daging buah manis dan agak kering, kenyal, ngelotok dan daging buahnya tebal, dengan daya tahan dapat mencapai 6 hari setelah dipetik.
2. Rambutan Aceh Lebak bulus, pohonnya tinggi dan lebat buahnya dengan hasil rata-rata 160-170 ikat per pohon, kulit buah berwarna merah kuning,

halus, rasanya segar manis-asam banyak air dan ngelotok daya simpan 4 hari setelah dipetik, buah ini tahan dalam pengangkutan.

3. Rambutan Cimacan, kurang lebat buahnya dengan rata-rata hasil 90-170 ikat per pohon, kulit berwarna merah kekuningan sampai merah tua, rambut kasar dan agak jarang, rasa manis, sedikit berair tetapi kurang tahan dalam pengangkutan.
4. Rambutan Binjai, merupakan salah satu rambutan yang terbaik di Indonesia dengan buah cukup besar, dengan kulit berwarna merah darah sampai merah tua rambut buah agak kasar dan jarang, rasanya manis dengan asam sedikit, hasil buah tidak selebat aceh lebak bulus tetapi daging buahnya ngelotok.
5. Rambutan Sinyonya, jenis rambutan ini lebat buahnya dan banyak disukai terutama orang Tionghoa, dengan batang yang kuat cocok untuk diokulasi, warna kulit buah merah tua sampai merah anggur, dengan rambut halus dan rapat, rasa buah manis asam, banyak berair, lembek dan tidak ngelotok.

Berikut merupakan gambar dari beberapa jenis buah rambutan :



Gambar 2. Rambutan Rapih, Aceh Lebak Bulus dan Binjai  
(Sumber : *ekonomi.kompasiana.com*)

Banyaknya jenis rambutan rambutan yang ada disebabkan oleh karena tanaman ini melakukan penyerbukan secara menyilang. Sehingga dalam kondisi alami variasi genetik dari rambutan menjadi banyak, di samping jenis-jenis yang diusahakan oleh manusia sendiri. Ciri-ciri yang membedakan setiap jenis

rambutan dilihat dari sifat buah (dari daging buah, kandungan air, bentuk, warna kulit, panjang rambut), kandungan vitamin C dan jumlah buah per tanaman. Namun sering pula nama jenis rambutan disesuaikan dengan nama tempat tumbuhnya atau asal tanaman tersebut diintroduksi. Akibatnya sebagian rambutan memiliki nama yang tidak sama, tetapi secara kualitatif memiliki kemiripan, atau sebaliknya. Hal ini lebih disebabkan karena belum adanya publikasi yang merata ke setiap daerah serta kurang jelas dan langkanya pertelaan mengenai rambutan.

### **2.1.3 Kandungan Nutrisi Buah Rambutan.**

Rambutan adalah salah satu tanaman yang multi guna selain dapat dikonsumsi buahnya tetapi semua bagian dari tanaman ini, dari kulit, daun, biji, sampai akar, dapat berfungsi sebagai obat demam, uban, disentri, sariawan, sampai kencing manis, bisa luntur dengan ramuan yang tepat. Bagian tanaman yang bermanfaat adalah kulit buah, kulit kayu, daun, biji, dan akarnya. Selain itu, rambutan yang berfungsi sebagai penghasil buah yang bernilai ekonomi cukup tinggi, juga dapat dimanfaatkan tanamannya sebagai vegetasi tanah pengendali erosi.

Buah rambutan selain memiliki bentuk dan warna yang menarik, bulat, merah kekuningan atau merah menyala rasanya cukup khas, kenyal, renyah, manis, dan segar. Nilai gizi buah rambutan cukup tinggi, terutama kandungan vitamin C. (Mahirworo, dkk, 1989)

Meskipun memiliki ukuran yang relatif kecil, namun manfaat buah rambutan sangat banyak sekali. Buah rambutan tidak hanya bermanfaat dagingnya, kulit dan kayu rambutan bahkan dapat mengobati disentri.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh berbagai institusi dan ahli kesehatan menunjukkan jika buah rambutan memiliki manfaat dan kandungan yang hampir sama dengan buah jeruk dan apel. Di dalam buah rambutan terdapat berbagai senyawa penting seperti vitamin C, zat besi, fosfor, protein, dan karbohidrat dimana semua zat di atas diperlukan oleh tubuh setiap hari. Komposisi kimia daging buah rambutan secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Komposisi Kimia Daging Buah Rambutan

Unsur Penyusun Daging Buah	Kadar dalam 100 gr
Air	80,40 gram
Protein	1,00 gram
Lemak	0,30 gram
Glukosa	2,80 gram
Sukrosa	9,90 gram
Fruktosa	3,00 gram
Pati	0,00 gram
Serat makanan	2,80 gram
Asam malat	0,05 gram
Asam sitrat	0,31 gram
Abu	0,30 gram
Energi	297,00 Kj
Vitamin C	66,70 mg
Thiamin	0,01 mg
Ribo flavin	0,07 mg
Niacin	0,50 mg
Mineral	
K	140,00 mg
N	2,00 mg
Ca	13,00 mg
Mg	10,00 mg
Fe	0,80 mg
Zn	0,60 mg
P	16,00 mg
Bahan yang dapat dimakan	40 %

Sumber : (Wisnu Broto, 1990)

## 2.2 Sirup Gula Jagung

Sirup gula jagung merupakan suatu sirup yang didapat dari pati jagung. Mula-mula pati dipecah menjadi glukosa secara enzimatik kemudian glukosa ini diubah lagi secara enzimatik menjadi fruktosa yang memiliki rasa lebih manis. Gula sirup terdiri dari campuran dekstrin yaitu campuran dari proses pencairan gel pati, maltosa yaitu disakarida yang bersifat sebagai gula pereduksi yang terbentuk dari glukosa. Pada umumnya sirup gula jagung sangat kental dan rasanya kurang manis bila dibandingkan dengan gula tebu atau sukrosa yaitu gula non reduksi karena gugus aktifnya sudah terikat satu sama lain yang terdiri dari satu molekul fruktosa gula buah dan satu molekul glukosa (Wahyuni, 2009).

Sirup glukosa atau sering disebut juga gula cair biasanya dibuat dari proses hidrolisis. Perbedaannya dengan gula pasir atau sukrosa yaitu sukrosa merupakan gula disakarida, terdiri atas ikatan glukosa dan fruktosa, sedangkan sirup glukosa adalah monosakarida yang terdiri atas satu monomer yaitu glukosa.

Sirup glukosa dapat dibuat dengan cara hidrolisis asam atau dengan cara enzimatik. Dari kedua cara tersebut, pembuatan sirup glukosa dengan cara enzimatik lebih aman digunakan karena tidak menggunakan bahan kimia sehingga aman dan tidak mencemari lingkungan, sedangkan proses hidrolisis secara asam lebih mudah cara pembuatannya dan memerlukan waktu yang singkat serta biaya yang digunakan lebih murah.

Keuntungan sirup glukosa dalam pengolahan terutama penggunaannya dalam permen yang diadaptasi viskositas, kecemerlangan warna menjadi lebih baik, memperbaiki ketahanan (keawetan) produk akhir diantaranya tahan disimpan lebih lama, kesegaran lebih terjamin dan mencegah kristalisasi gula. Penggunaan campuran sirup glukosa yang optimum akan menghasilkan kekenyalan, kekerasan dan rasa manis yang disukai, namun pada jumlah sirup glukosa yang tetap peningkatan sukrosa dapat menyebabkan permen menjadi keras (wahyuni,2009).

Standar sirup gula jagung tropicana slim pada penelitian ini memiliki karakteristik pH sebesar 7, densitas 1,0445 – 1,3118 gr/ml dan viskositas sebesar 2,0123 – 3,4842 cP. Standar sirup gula jagung tropicana slim inilah yang akan dijadikan sebagai acuan dalam proses pemekatan sirup gula rambutan yang diproses baik secara evaporasi maupun dengan menggunakan teknologi membran.

Gula biasa (gula pasir) mengandung suatu molekul yang disebut dengan sukrosa, yaitu suatu molekul gula disakarida yang dalam kondisi asam (misal dalam saluran cerna) akan dipecah menjadi bentuk gula yang lebih sederhana, yaitu glukosa dan fruktosa dalam jumlah sama banyaknya. Sementara gula jagung hanya mengandung zat gula sederhana yang disebut fruktosa, yaitu jenis gula yang memang sering ditemukan pada buah-buahan dan memiliki rasa yang lebih manis dari gula biasa (1,7 kali lebih manis dari gula biasa).

Gula jagung (fruktosa) memang terbukti memiliki jumlah kalori yang lebih rendah dibandingkan dengan gula biasa (sukrosa). Dalam setiap gram sukrosa



mengandung 4 kalori. Sementara dalam setiap gram fruktosa mengandung 3 kalori.

### **2.3 Evaporasi**

Penguapan adalah proses berubahnya bentuk zat cair (air) menjadi gas (uap air) dan masuk ke atmosfer. *Evaporasi* adalah penguapan yang terjadi dari permukaan air (seperti laut, danau, dan sungai), permukaan tanah (genangan air di atas tanah dan penguapan dari permukaan air tanah yang dekat dengan permukaan tanah), dan permukaan tanaman (intersepsi). Apabila permukaan air tanah cukup dalam, evaporasi dari air tanah adalah kecil dan dapat diabaikan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi evaporasi diantaranya :

Proses perubahan bentuk dari air menjadi uap air terjadi pada evaporasi. Penguapan dipengaruhi oleh kondisi klimatologi, yang meliputi : radiasi matahari, temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin

#### ***Radiasi Matahari***

Pada setiap perubahan bentuk zat; dari es menjadi air (pencairan), dari zat cair menjadi gas (penguapan) dan dari es langsung menjadi uap air (penyubliman) diperlukan panas laten (*laten heat*). Panas laten untuk penguapan berasal dari radiasi matahari dan tanah. Radiasi matahari merupakan sumber utama panas dan mempengaruhi jumlah evaporasi di atas permukaan bumi, yang tergantung letak pada garis lintang dan musim.

#### ***Temperatur***

Temperatur udara pada permukaan evaporasi sangat berpengaruh terhadap evaporasi. Semakin tinggi temperatur semakin besar kemampuan udara untuk menyerap uap air. Selain itu semakin tinggi temperatur, energi kinetik molekul air meningkat sehingga molekul air semakin banyak yang berpindah ke lapis udara di atasnya dalam bentuk uap air. Oleh karena itu di daerah beriklim tropis jumlah evaporasi lebih tinggi, di banding dengan daerah di kutub (daerah beriklim dingin). Untuk variasi harian dan bulanan temperatur udara di Indonesia relatif kecil.

### ***Kelembaban Udara***

Pada saat terjadi penguapan, tekanan udara pada lapisan udara tepat di atas permukaan air lebih rendah di banding tekanan pada permukaan air. Perbedaan tekanan tersebut menyebabkan terjadinya penguapan. Pada waktu penguapan terjadi, uap air bergabung dengan udara di atas permukaan air, sehingga udara mengandung uap air.

Udara lembab merupakan campuran dari udara kering dan uap air. Apabila jumlah uap air yang masuk ke udara semakin banyak, tekanan uapnya juga semakin tinggi. Akibatnya perbedaan tekanan uap semakin kecil, yang menyebabkan berkurangnya laju penguapan. Apabila udara di atas permukaan air sudah jenuh uap air tekanan udara telah mencapai tekanan uap jenuh, di mana pada saat itu penguapan terhenti. Kelembaban udara dinyatakan dengan kelembaban relatif.

### ***Kecepatan Angin***

Penguapan yang terjadi menyebabkan udara di atas permukaan evaporasi menjadi lebih lembab, sampai akhirnya udara menjadi jenuh terhadap uap air dan proses evaporasi terhenti. Agar proses penguapan dapat berjalan terus lapisan udara yang telah jenuh tersebut harus diganti dengan udara kering. Penggantian tersebut dapat terjadi apabila ada angin. Oleh karena itu kecepatan angin merupakan faktor penting dalam evaporasi. Di daerah terbuka dan banyak angin, penguapan akan lebih besar daripada di daerah yang terlindung dan udara diam.

## **2.4 Membran**

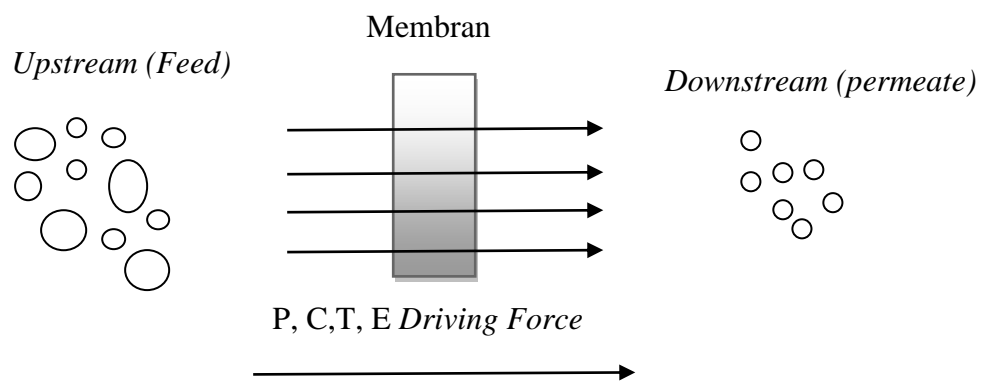
Operasi membran dapat diartikan sebagai proses pemisahan dua atau lebih komponen dari aliran fluida melalui suatu membran. Membran berfungsi sebagai penghalang (*barrier*) tipis yang sangat selektif diantara dua fasa, hanya dapat melewatkan komponen tertentu dan menahan komponen lain dari suatu aliran fluida yang dilewatkan melalui membran (Mulder, 1996).

Proses membran ultrafiltrasi (UF) merupakan upaya pemisahan dengan membran yang sangat dipengaruhi oleh ukuran dan distribusi pori membran

(Mallevia, 1996). Proses pemisahan terjadi pada partikel – partikel dalam rentang ukuran koloid.

Keunggulan membran dibandingkan dengan pengolahan secara konvensional dalam pengolahan air minum antara lain (Wenten, 1996) yaitu memerlukan energi yang lebih rendah untuk operasi dan pemeliharaan, desain dan konstruksi untuk sistem dengan skala kecil, peralatannya modular sehingga tidak membutuhkan kondisi ekstrim (temperatur dan pH). Walaupun demikian. Membran mempunyai keterbatasan seperti terjadinya fenomena polarisasi konsentrasi, fouling, yang menjadi pembatas bagi volume air terolah yang dihasilkan dan juga keterbatasan umur membran.

Ultrafiltrasi membran yang dirancang dengan filter dari keramik memiliki karakteristik yang berbeda dari membran organik. Biasanya selain harganya relatif murah dan keramik juga tahan panas. Keramik merupakan filter penyaring yang memiliki tingkat selektivitas tinggi dibandingkan dengan membran organik lainnya. Pengoperasian alat ultrafiltrasi dalam modul berbentuk silinder merupakan proses pemisahan menggunakan tipe tangensial atau *cross flow* (Kesting, 1981). Pada filtrasi *cross flow*, larutan umpan akan mengalir sepanjang permukaan membran sehingga hanya sebagian yang akan terakumulasi. Kecenderungan untuk terjadinya fouling lebih kecil bila dibandingkan dengan membran laminar. Bila fouling terjadi maka pencucian yang dilakukan terhadap filter membran keramik cukup mudah yaitu dengan melewati air panas pada posisi terbalik melawan umpan. Teknologi ultrafiltrasi ini pada negara maju sudah banyak dikembangkan.



Gambar 3. Proses pemisahan melalui membran

Pada dasarnya ada dua tipe pemisahan, yaitu : filtrasi laminar dan filtrasi tangensial. Dalam filtrasi laminar, aliran umpan tegak lurus ke permukaan membran, sehingga partikel – partikel terakumulasi dan membentuk suatu lapisan pada permukaan yang akan menyebabkan menurunnya fluks membran. Dalam filtrasi tangensial umpan mengalir sepanjang permukaan membran sehingga hanya sebagian yang terakumulasi. Dalam aplikasi, filtrasi tangensial lebih disukai karena kecenderungan *fouling* lebih rendah dibandingkan filtrasi laminar (Kimura, 1991). Ditinjau dari bahannya membran terdiri dari bahan alami dan bahan sintetis. Bahan alami adalah bahan yang berasal dari alam misalnya kapas. Sedangkan bahan sintetis terbuat dari bahan kimia misalnya polimer.

Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen tertahan disebut konsentrat sedangkan larutan yang mengalir disebut permeat.

Beberapa keunggulan teknologi membran:

- Pemisahan dapat dilakukan secara kontinyu
- Konsumsi energi umumnya relatif rendah
- Proses membran dapat dengan mudah digabungkan dengan proses pemisahan lainnya (*hybrid processing*)
- Pemisahan dapat dilakukan dengan kondisi operasi yang dapat diatur
- Mudah dalam *scale up*
- Tidak memerlukan bahan tambahan
- Pemakaiannya mudah diadaptasikan karena material penyusun membran yang bervariasi

Membran terbagi menjadi beberapa bagian diantaranya adalah sebagai berikut :

Membran berdasarkan eksistensinya terbagi atas dua golongan, yaitu: (Albrecht, 1991)

1. Membran alamiah adalah membran yang terdapat di jaringan tubuh organisme, baik sel tumbuhan, hewan maupun manusia.

2. Membran sintetik adalah membran yang dibuat secara sengaja sesuai dengan kebutuhan disesuaikan dengan sifat membran alamiah.

Membran terbagi menjadi dua golongan berdasarkan morfologinya, yaitu :

1. Membran asimetrik yaitu membran yang mempunyai struktur pori yang tidak seragam.
2. Membran simetrik yaitu membran yang mempunyai struktur pori yang seragam disetiap tempat.

Berdasarkan fungsinya membran dibagi atas :

1. Membran mikrofiltrasi berfungsi untuk menyaring makromolekul  $> 500.000$  gr/mol atau partikel dengan ukuran  $0,1 - 10$   $\mu\text{m}$ . Tekanan yang digunakan  $0,5 - 2$  atm.
2. Membran ultrafiltrasi berfungsi untuk menyaring makromolekul  $> 5.000$  gr/mol atau partikel dengan ukuran  $0,001 - 0,1$   $\mu\text{m}$ . Tekanan yang digunakan  $1,0 - 3,0$  atm.
3. Membran osmosa balik berfungsi untuk menyaring garam-garam organik  $> 50$  gr/mol atau partikel dengan ukuran  $0,0001 - 0,001$   $\mu\text{m}$ . Tekanan yang digunakan  $8,0 - 12,0$  atm.
4. Membran dialisa berfungsi untuk memisahkan larutan koloid yang mengandung elektrolit dengan molekul kecil. Zat terlarut pada larutan dengan konsentrasi tinggi akan menembus membran menuju larutan dengan konsentrasi rendah.
5. Membran elektrodialisa berfungsi untuk memisahkan larutan dengan membran melalui pemberian muatan listrik.

Material membran dapat diklasifikasikan menjadi 3 antara lain :

1. Organik (Polimer)

Contoh material : *polycarbonate*, *polyamide*, *polysulfone*, dll. Jenis polimer yang dapat dijadikan sebagai material membran yaitu :

- Membran berpori (porous membrane), digunakan untuk aplikasi mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi.

- Membran tidak berpori (non-porous membrane), digunakan untuk aplikasi permeasi gas, uap dan penguapan.

## 2. Anorganik

Tipe material anorganik membran ada 4 yaitu :

- Membran keramik, merupakan kombinasi dari logam (*aluminium, titanium, silicium* atau *zirconium*) dan non-logam (*oxide, nitride* atau *carbide*).
- Membran gelas / kaca, berupa silikon oksida / silika ( $\text{SiO}_2$ )
- Membran logam (termasuk karbon)
- Membran zeolit

## 3. Biologi

Merupakan material membran yang berasal dari makhluk hidup misalnya lipida (*phospholipid*). Struktur membran dari material ini sangat kompleks. Tiap molekul lipid terdapat bagian yang hidrofilik dan hidrofobik (Mulder, 1996).

Bahan membran yang sering digunakan adalah membran polimer dan keramik. Contoh membran polimer adalah selulosa asetat, polieter sulfon, *polynvinylenedifluoride* (PVDF) dan *politetrafluoroetilen* (PTFE). Selulosa asetat memiliki resistensi yang baik terhadap fouling termasuk dengan adanya komponen protein dan lemak.

Membran tersedia dalam berbagai bentuk yang disebut modul. Menurut Merry (1996), modul membran ada empat macam yaitu spiral wrap, tubular, hollow fibre, dan plate sheet. *Spiral wrap* merupakan modul *plate sheet* yang dibentuk seperti *catridge* dan dibagian tengahnya terdapat saluran untuk mengeluarkan *permeate*, sedangkan *plate sheet* merupakan modul yang berbentuk lapisan. Membran berbentuk tubular merupakan membran yang dibuat dengan meletakkan membran tersebut kedalam sebuah tube yang telah dibuat sebelumnya dan *hollow fibre* merupakan modul berbentuk silinder dengan membran yang dapat diletakkan dibagian luar, dalam, atau bahkan pada kedua permukaan (Kusumawardhani, 2001).

Dalam pengembangan desain modul membran, banyak dilakukan pengujian terhadap modul sesuai dengan penerapannya pada proses membran. Beltfort et al (1994) menyatakan bahwa fungsi utama pengujian modul membran adalah untuk pemisahan suspensi umpan dari larutan *permeate*, mempertahankan *pressure drop* sepanjang modul membran dan untuk mendapatkan *fluks permeate* serta selektivitas yang diinginkan (Kusumawardhani, 2001)

### **2.3.1 Masalah yang Sering Timbul dalam Proses Membran**

Masalah yang sering timbul dalam proses membran adalah fouling dan konsentrasi polarisasi yang secara signifikan akan menurunkan performance proses. Fouling merupakan proses terakumulasinya komponen-komponen secara permanen akibat filtrasi itu sendiri. Fouling disebabkan karena tertahannya partikel pada permukaan membran yang semakin lama semakin menumpuk sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan fluks dan perubahan selektivitas. Secara umum, mekanisme fouling dapat diklasifikasikan menjadi lima jenis, yaitu adsorpsi, penyempitan pori, penyumbatan pori (pore blocking), presipitasi, dan pembentukan gel. Polarisasi konsentrasi dan fouling dapat membatasi proses pemisahan dengan membran karena keduanya dapat menyebabkan penurunan fluks permeat sehingga dapat menurunkan seluruh kinerja membran. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu dilakukan pencucian terhadap membran pada waktu tertentu, saat permukaan membran tidak lagi dapat bekerja secara optimal (Agustina, 2009).

Menurut Cheryan (1986), fouling dapat diminimalkan dengan mengendalikan beberapa faktor antara lain, temperatur, tekanan, dan kecepatan crossflow. Selain itu juga perlu dilakukan modifikasi permukaan membran secara kimia untuk menurunkan gaya attractive dan meningkatkan gaya repulsive antara solut dan membran (Kusumawardhani, 2001).