

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Umum Kunyit

Kunyit merupakan tanaman asli Asia Tenggara. Pusat penyebaran kunyit di daerah Semenanjung Melayu, Pulau Sumatera, Pulau Jawa dan menyebar hingga Australia. Kunyit termasuk salah satu tanaman temu-temuan (*zingiberaceae*) yang banyak ditanam dipekarangan, kebun, dan disekitar hutan jati. Kehadiran kunyit dimaksudkan untuk memberikan aroma, rasa, dan warna kuning yang khas baik pada makanan, tekstil, maupun tikar, juga untuk penetral bau anyir pada masakan seperti gulai, opor dan soto. Selain sebagai pewarna, kunyit juga dapat digunakan untuk obat. Umbi akar ini bersifat mendinginkan, membersihkan, mempengaruhi bagian perut, merangsang, melepas kelebihan gas di usus, menyetop pendarahan dan mencegah pengentalan darah, selain itu juga digunakan sebagai bumbu masak (bagian dari bubuk kari).

Kunyit dipakai juga sebagai anti gatal dan anti-kejang dan sebagai obat gingivitis (pembengkakan selaput lendir mulut). Kunyit diminum sebagai ekstrak atau dipakai sebagai salep untuk mengobati borok, absis, bengkak dan encok. Setelah dibakar dan dihisap asapnya, kunyit berkhasiat melegakan hidung tersumbat. Berdasarkan Farmakope Cina, umbi akar Kunyit dipakai sebagai obat sakit dada dan perut, lengan sakit, luka-luka dan borok.

Sifat kimia kunyit dapat membantu tubuh dalam menyembuhkan berbagai penyakit. Sistematika tanaman kunyit adalah sebagai berikut:

Divisio	: Spermatophyta
Sub-divisio	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Zingiberaceae
Genus	: Curcuma
Spesies	: Curcuma domestica Val.

Tanaman yang termasuk temu-temuan terdiri dari 45 genus dan lebih kurang ada 500 spesies. Asal kata *zingiberaceae* adalah zingiber yang berasal dari bahasa sansekerta singaberi. Kata singaberi dalam bahasa sansekerta itu berasal dari bahasa arab *zanzabil* atau bahasa yunani *zingiberi*. *Curcuma* berasal dari bahasa arab kurkum yang berarti kuning. Kelompok tanaman temu-temuan ini mempunyai sel minyak yang sangat halus di seluruh bagian tanaman, sehingga akar, batang, bunga, dan bijinya menghasilkan minyak atsiri (Winarno, 2003).

2.1.1. Kandungan Senyawa Kimia

Rimpang kunyit kering mengandung kurkuminoid sekitar 10%, kurkumin 1-5% dan sisanya demetoksikurkumin, serta bisdemetoksikurkumin. Disamping itu, kunyit juga mengandung zat warna lain seperti monodesmetoksi kurkumin dan bidesmetoksikurkumin. Selain itu, rimpang kunyit juga mengandung minyak atsiri 1-3%, lemak 3%, karbohidrat 30%, protein 8%, pati 45-55%, dan sisanya terdiri dari vitamin C, garam-garam mineral seperti zat besi, fosfor, dan kalsium. Didalam minyak asiri terdapat bau karakteristik dan rasa yang tajam. Bau dan rasa dipengaruhi dan berasal dari beberapa zat yang terdapat di dalam minyak tersebut. Zat-zat tersebut, meliputi D- α - Pelandren (1%), D- sabinen (0,6%), Cineol (1%) burneol (0,5%), Zingibera (25%) Tirmeron (58%), Sekulterpen alkohol(5,8%), alfa-aflanton dan gama-aflanton (Nugroho, 1998). Tabel 2.1 menyajikan komponen kimia dalam rimpang kunyit per 100 gram bahan yang dapat dimakan.

Tabel 2.1. Komponen Kimia Dalam Rimpang Kunyit per 100 gram Bahan Yang Dapat Dimakan (Winarto, 2003).

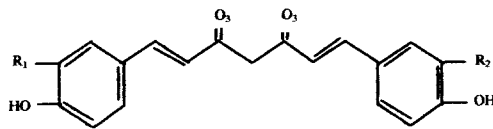
No	Komponen	Komposisi
1.	Air	11,4 g
2.	Kalori	1480 kal
3.	Karbohidrat	64,9
4.	Protein	7,8 g
5.	Lemak	9,9 g
6.	Serat	6,7 g
7.	Abu	6,0 g
8.	Kalsium	0,182 g
9.	Fosfor	0,268 g
10.	Besi	41 g

11.	Vitamin A	-
12.	Vitamin B	5 mg
13.	Vitamin C	26 mg
14.	Minyak atsiri	3%
15.	Kurkumin	3%

Mutu kunyit dari rimpang yang telah dikeringkan ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain kandungan zat warna (kurkumin), sifat organoleptik. Penampakan secara umum, ukuran dan bentuk fisik. Standar yang ditentukan berbeda-beda tergantung dari produk akhir yang diinginkan. Dua komponen utama yang menentukan mutu kunyit adalah komposisi kurkumin dan minyak atsirinya. Jika kunyit akan dibuat menjadi zat warna, maka komposisi kurkuminnya harus tinggi, tetapi kandungan minyak atsirinya tidak terlalu besar, karena dapat menimbulkan bau yang tidak diinginkan. Beberapa sifat fisis kurkumin antara lain:

1. Kurkumin memberikan warna kuning terang kehijauan dalam asam (pH 3). Dengan kenaikan pH, maka tingkat kehijauannya akan semakin berkurang. Pada kondisi basa sekitar (pH 9) warnanya menjadi orange terang.
2. Kurkumin sensitif terhadap cahaya.
3. Kurkumin pada dasarnya stabil terhadap panas dan tahan terhadap pembakaran.
4. Bobot molekul 368,4 g/mol
5. Rumus molekul $C_{21}H_{20}O_6$.
6. Titik leleh 103°C .

Warna yang tampak dan jelas pada kunyit adalah berwarna kuning jingga, yang disebabkan oleh adanya turunan diferloil metana yang tidak mudah menguap dengan pemanasan. Komponen yang terdapat dalam pigmen kunyit adalah kurkumin, desmetoksi dan bis-desmetoksi kurkumin (*Nugroho, 1998*). Gambar 2.1 menyajikan strukur Kurkumin.



Gambar 2.1 Struktur Kurkumin (Nugroho, 1998)

2.2. Membran

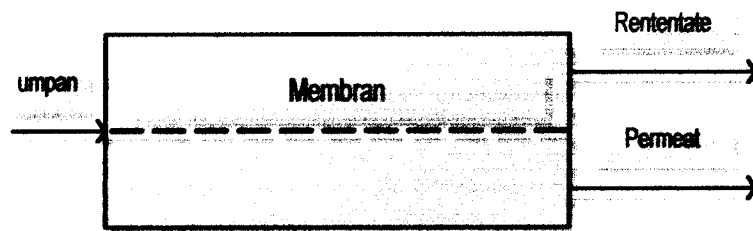
Membran atau yang lebih lengkapnya disebut sebagai semipermeabel membran adalah sebuah lapisan tipis yang memiliki kemampuan untuk memisahkan materi sebagai fungsi dari sifat-sifat fisik dan kimia ketika suatu *driving force* diaplikasikan kepadanya. Secara resmi, membran didefinisikan sebagai lapisan tipis (film) yang memisahkan dua fasa dan berfungsi sebagai *selective barrier* untuk transportasi antar materi (Mulder. M., 1996).

Pada dasarnya disekeliling kita dapat kita temukan membran. Membran alamiah di tubuh kita juga banyak dan vital. Seperti membran sekeliling inti sel, organel dalam sel, juga syaraf. Sel-sel yang menyusun tubuh kita dan makhluk hidup lainnya dibungkus dengan membran semipermeabel yang sangat selektif sehingga hanya zat-zat tertentu saja mampu masuk dan keluar dari tubuh kita, sehingga kulit tubuh kita juga dapat dikategorikan sebagai membrane (Albercht. R dan Rautenbach. R., 1989).

2.2.1. Operasi Membran

Operasi membran dapat diartikan sebagai operasi pemisahan dua atau lebih komponen dari aliran fluida melalui suatu membran. Contoh operasi membran, misalnya: mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi, pervorasi, elektrodialisis, dan osmosis terbalik (*reverse osmosis*). Membran memisahkan material atas dasar bentuk dan ukuran molekul, menahan komponen dari umpan yang memiliki ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen dengan ukuran yang lebih kecil. Larutan yang terdiri atas komponen yang tertahan disebut konsentrat atau rententat dan larutan yang terdiri atas komponen yang terlewatkan (tidak tertahan) disebut permeat. Dengan cara ini,

selain berfungsi sebagai sarana pemisahan, membran juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan melalui membran tersebut (Peter, 1996). Gambar 2.2 menyajikan operasi membran.



Gambar 2.2 Operasi Membran (Peter, 1996)

Pemisahan dengan membran yang menggunakan gaya dorong beda tekanan sangat dipengaruhi oleh ukuran dan distribusi pori membran. Membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi dan osmosis terbalik dibedakan berdasarkan ukuran porinya, secara otomatis tingkat rejeksinya juga turut ditentukan oleh ukuran pori. Tabel 2.2 menyajikan ketebalan dan pori berbagai jenis membran.

Tabel 2.2 Ketebalan dan Pori Membran (Mulder, 1996).

Proses membran	Ketebalan	Ukuran pori
Mikrofiltrasi	20-150 μm	0,05-10 μm
Ultrafiltrasi	1-20 μm	1-200 μm
Nanofiltrasi	Sublayer ; 150 μm ; Top layer ; 1 μm	< 2 μm
Reverse osmosis	Sublayer ; 150 μm ; Top layer ; 1 μm	< 2 μm

Tabel 2.3 Berbagai Operasi Membran (Peter, 1996)

Membran Operation	Driving force	Mechanism of Separation	Membrane Structure	Phase	
				1	2
Microfiltration	Pressure ; ΔP	Sieve	Macropores	L	L
Ultrafiltration	Pressure ; ΔP	Sieve	Macropores	L	L
Nanofiltration	Pressure ; ΔP	Sieve + (solution/difution,+ exclusion)	Macropores	L	L
Reverse osmosis	Pressure ; ΔP	Solution/difution + exclusion	Dense	L	L
Pervaporation	Activity (partial pressure) ; ΔP	Solution – difusion	Dense	L	G
Membrane Stripping	Activity (partial pressure) ; ΔP	Evaporation	Macropores (gas membrane)	L	G
Membrane Distillation	Activity (partial pressure) ; ΔP	Evaporation	Macropores (gas membrane)	L	L
Dialysis	Activity (concentration) ; ΔC	difusion	Mesopores	L	L
Electrodialysis	Electric Potential ; ΔE	Ion exchange	Ion Exchange	L	L

2.2.2. Klasifikasi Membran

Secara garis besar membran dapat diklasifikasikan berdasarkan parameter sebagai berikut:

1. Gaya Dorong (driving force)

- **Mikro Filtrasi.** Memiliki ketebalan 20-150 μm dan ukuran pori 0,05-10 μm . Operasi tekanan berkisar antara 0,1-20 bar dan batasan fluksnya lebih besar dari 50 $\text{L/m}^2\text{jam.bar}$ (Mulder, 1996). Operasi membran ini diterapkan untuk sterilisasi minuman dan farmasi, pemanenan sel (*cell harvesting*), klarifikasi juice, metal recovery dalam bentuk koloid, pengolahan limbah cair dan fermentasi secara kontinu.

- **Ultra filtrasi.** Memiliki ketebalan 1-20 μm dan ukuran pori 1-200 nm. Operasi tekanan antara 1-5 bar dan batas fluksnya 10-50 $\text{L/m}^2\text{jam.bar}$ (Mulder, 1996). Kemampuan membran ini dapat menahan koloid, partikel, semua jenis mikro organisme seperti bakteri dan virus atau makromolekul yang berukuran antara 0,0001-0,02 μm tetapi dapat dilalui zat terlarut seperti kation dan anion sederhana. Membran ini dapat dibuat dari bahan polimer dan zat anorganik seperti selulosa asetat (CA), poliakrilat, polisulfon, akrilik, polikarbonat, PVC, poliamida, poliasetat, polivinil demefluorida. Juga dapat dibuat dari bahan keramik, alumunium oksida, zinkonium dan sebagainya.
- **Nano filtrasi.** Memiliki ketebalan *sublayer* 150 μm , *toplayer* 1 μm dengan ukuran pori lebih kecil dari 2 nm. Operasi tekanan antara 5-20 bar dan batasan fluksnya mencapai 1,4-12 $\text{L/m}^2\text{jam.bar}$. Membran ini dipergunakan untuk proses pelunakan air atau senyawa berukuran dibawah 1 nm dan didesain untuk memisahkan *multivalent ions* (seperti kalsium dan magnesium) dalam operasi pelunakan air atau senyawa yang berukuran dibawah 1 nm.
- **Reverse osmosis.** Memiliki ketebalan *sublayer* 150 μm , *toplayer* 1 μm dan ukuran pori lebih kecil dari 2 nm. Operasi tekanan berkisar antara 10-100 bar dengan batasan fluksnya mencapai 0,05-1,4 $\text{L/m}^2\text{jam.bar}$. Operasi berjalan dengan adanya gaya dorong. Pemisahan bahan berdasarkan ukuran molekul tetapi berdasarkan *solution-diffusion*. Membran ini disebut juga operasi *Hiper Filtration* karena tekanan yang digunakan harus lebih besar dari tekanan osmosis sebelum dilewatkan ke membran. Diterapkan untuk mendapatkan garam-garam dari larutan dengan berat molukul rendah (Mulder, 1996).

2. Mekanisme Pemisahan

- Adanya perbedaan bentuk dan ukuran. Contoh: mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, dialisis membran yang digunakan adalah membran

berpori (*porous membran*). Membran ini dikategorikan atas tiga jenis: makropores (ukuran pori $> 50 \mu\text{m}$), mesopores (ukuran pori 2-50 nm), mikropores (ukuran pori $< 2 \text{ nm}$)

- Perbedaan kelarutan dan difusifitas material dalam membran. Contohnya: *gas permeation* (GP), *pervaporation* (PV) dan *reverse osmosis*. Membran yang digunakan termasuk dalam kategori *dense membran* atau *non porous membran*.
- Perbedaan potensial listrik suatu spesi (*electrochemical effect*). Contohnya: *elektrodialysis* (ED) dan *Donnan Dialysis* (DD). Membran yang digunakan biasanya disebut *ion exchange membrane*.

3. Morfologi/ Struktur Membran

Berdasarkan strukturnya membran terbagi atas:

- Membran *isotropic* yaitu membran yang memiliki pori sama antara lapisan atas dengan lapisan bawah.
- Membran *anisotropic* yaitu membran yang tidak sama ukuran pori antara lapisan atas dengan lapisan bawahnya. Lapisan atas sangat tipis dan memiliki pori yang sangat kecil yang berfungsi sebagai membran utama, sedangkan bagian bawahnya berupa lapisan yang lebih tebal dan berpori jauh lebih besar yang berfungsi sebagai *support*. Membran ini dibagi lagi menjadi membran komposit (*Composite Membran*) dan membran asimetrik (*Asimetric Membran*).

4. Material Penyusun

Berdasarkan bahan pembuatnya secara umum membran dapat dibagi menjadi membran biologis dan membran sintesis. Membran biologis sangat diperlukan untuk kelangsungan hidup setiap makhluk hidup. Setiap sel dikelilingi oleh membran, akan tetapi membran-membran tersebut memiliki perbedaan dalam struktur dan fungsi dari membran sintesis. Membran sintesis dapat dibuat dari berbagai jenis zat yaitu: bahan organik (polimer) dan anorganik (gelas, keramik dan logam).

- Membran organik. Bahan yang digunakan berasal dari selulosa dan turunannya. Membran ini banyak digunakan karena disamping

bersifat hidrofilik, juga memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap asam atau basa temperatur serta sangat sulit terurai oleh mikroorganisme. Contohnya: selulosa asetat, polimer polisulfon, akrilik, polikarbon, PVC, poliamida, poliasetat, poliakrilat dan polivinildenefluorida.

- Bahan anorganik. Zat anorganik umumnya mempunyai kelebihan pada ketahanan dan stabilitas terhadap sifat kimia dan temperatur jika dibandingkan dengan bahan organik (polimer). Namun membran anorganik memiliki kelemahan karena sifatnya yang rapuh dan harganya yang relatif mahal. Oleh karena itu, membran ini digunakan pada industri kimia yang menggunakan proses yang bertemperatur sangat tinggi dan industri farmasi yang menggunakan sterilisasi dengan cara termal.

2.2.3. Keunggulan dan Kelemahan Teknologi Membran

Dibandingkan dengan proses pemisahan konvensional, teknologi membran sebenarnya lebih sederhana dan memiliki keunggulan, diantaranya :

1. Pemisahan dilakukan berdasarkan ukuran molekul (bentuk dan muatan), tidak berdasarkan kesetimbangan fasa yang berarti tidak diperlukan banyak energi untuk mencapai dan mempertahankan kesetimbangan tersebut.
2. Unit membran desainnya sangat sederhana, tidak perlu banyak peralatan tambahan dan mudah dioperasikan.
3. Tidak ada buangan tambahan.
4. Peralatannya modular (modul membran dapat di-*scale up* dengan unit-unit lain).
5. Penyusunan model operasi secara kontinu dan *batch* mudah dilakukan.
6. Peralatannya kompak; ukuran sistem sebanding dengan ukuran luar permukaan membran.
7. Tempat yang diperlukan kecil; memungkinkan untuk diterapkan dalam skala yang besar.

Disamping memiliki kelebihan, operasi membran juga memiliki beberapa keterbatasan, diantaranya adalah:

1. Terjadinya fenomena polarisasi konsentrasi (C_p): terjadinya gradien aliran umpan pada permukaan membran yang dapat mereduksi kinerja umpan.
2. Fouling; peristiwa dimana ada bahan yang melekat atau mengendap pada permukaan membran.
3. Permasalahan fluks dan selektifitas; karena dalam operasi membran umumnya terjadi bahwa fenomena fluks berbanding terbalik dengan selektifitasnya. Karena itu, operasi membran sangat cocok untuk diterapkan pada industri-industri yang menginginkan selektifitas tinggi, tanpa memperdulikan fluks yang dihasilkan.
4. Stabilitas umur membran; aplikasi bahan polimer sebagai material membran dibatasi oleh rentang pH dan temperatur operasional, serta resistensinya terhadap zat-zat kimia tertentu.

2.2.4. Parameter Utama dalam Proses Membran

Beberapa parameter utama dalam proses membran yaitu;

a. Permeabilitas

Permeabilitas suatu membran merupakan kecepatan dari suatu spesi menembus membran. Secara kuantitas, permeabilitas membran sering dinyatakan sebagai fluks atau koefisien permeabilitas. Definisi fluks adalah jumlah volume permeat yang melewati satuan luas membran dalam waktu tertentu dengan adanya gaya dorong dalam hal ini berupa tekanan. Secara sistematis fluks dirumuskan sebagai berikut:

$$J = \frac{V}{A.t} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : J = Fluks ($L / m^2.jam$)

V = Volume permeat (mL)

A = Luas permukaan membran (m^2)

t = Waktu (jam)

b. Permselektivitas

Permselektivitas suatu membran merupakan ukuran kemampuan suatu membran untuk menahan suatu spesi atau melewatkan suatu spesi tertentu. Parameter yang digunakan untuk menggambarkan permselektivitas membran adalah koefisien rejeksi (R). Koefisien rejeksi adalah fraksi konsentrasi zat terlarut yang tidak menembus membran, dan dirumuskan sebagai:

$$R = 1 - \frac{C_p}{C_f} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana, R = koefisien rejeksi (%)

C_p = konsentrasi zat terlarut dalam permeat

C_f = konsentrasi zat terlarut dalam umpan

c. Polarisasi Konsentrasi

Pada proses pemisahan dengan membran ada dua aliran yaitu, arah umpan dan arah aliran permeat. Pada saat permeat melewati membran, umumnya zat terlarut tidak semuanya lewat kesisi permeat, tetapi sebagian besar akan tertahan pada permukaan membran. Zat terlarut akan terakumulasi pada permukaan membran dan dari permukaan membran ini akan kembali kealiran umpan dengan cara difusi balik. Konsentrasi zat terlarut pada permukaan membran jauh lebih besar dari konsentrasi zat terlarut pada permeat maupun pada aliran umpan. Fenomena ini dikenal dengan fenomena polarisasi konsentrasi. Konsentrasi zat terlarut pada permukaan membran tergantung pada fluks rejeksi membran, koefisien dan difusi zat terlarut. Beberapa cara untuk mengurangi polarisasi konsentrasi adalah dengan memodifikasi permukaan menjadi hidrofilik, meningkatkan kecepatan aliran umpan (untuk *cross-flow*), membentuk aliran putar, desain modul dan lain-lain.

d. Fouling Dan Scalling

Fouling adalah penyebab utama penurunan fluks membran selama proses pemisahan terutama pada proses ultrafiltrasi. *Fouling* pada membran adalah akibat deposisi dan akumulasi partikel-partikel pada permukaan membran dan presipitasi solut yang lebih kecil dari permukaan pada pori membran. *Fouling* biasanya disebabkan oleh adanya pengendapan oksida logam, material koloid, pertumbuhan biologis oleh bakteri ataupun mikroorganisme. Sedangkan *scalling* biasanya terjadi akibat pelekatan material seperti CaSO_4 , CaCO_3 , BaSO_4 , SrSO_4 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, dan lain-lain.

Fouling dapat dikendalikan dengan cara mengurangi polarisasi konsentrasi, proses pencucian dan pemeliharaan membran. Proses terjadinya *fouling* pada membran meliputi tahapan sebagai berikut:

1. Polarisasi konsentrasi.
2. Perpindahan solut dari permukaan membran kedalam material membran.
3. Adsorpsi solut pada pori membran sehingga terjadi pemblokiran ataupun penyempitan ukuran pori membran.