

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. AIR TAHU

Tahu merupakan salah satu jenis bahan makanan yang dapat dibuat dari kacang kedele yang telah direndam, dikuliti, dihaluskan, dimasak menjadi bubur kedele dan disaring. Pada proses pembuatan tahu ini terdapat sisa buangan yang terdiri dari ampas tahu dan air tahu. Ampas tahu dimanfaatkan sebagai makanan ternak, sedangkan air tahu dibuang ke lingkungan. Kacang kedele dengan nama ilmiahnya *Glycina maxima* pada industri diproses menjadi minyak dan makanan. Minyak tersebut digunakan pada industri untuk membuat sabun, cat dan varnish, sedangkan pada industri makanan untuk membuat susu, tepung, mentega, mayonais.

Tabel 1 : Komposisi kimia ampas tahu dan air tahu.

Komponen (% berat kering)	Tahu		Air Tahu
	Ampas Basah	Kering	
Bahan kering (% berat basah)	17,24	84,36	1,05
Protein	29,00	27,98	15,00
Lemak	6,96	8,77	4,12
Pati	40,51	38,47	8,94
Serat kasar	18,91	19,56	0,36
Abu	4,64	5,22	0,57

Sumber : Hariyadi H.R., dkk., 1986.

Pada table 1 dapat dilihat zat-zat gizi yang terdapat di dalam ampas tahu dan air tahu ternyata masih cukup tinggi. Untuk ampas tahu basah dengan kadar air 82% masih mengandung protein sebesar 29% berat kering, dan 27,98 % berat kering untuk ampas tahu kering dengan kadar air 12 %, sedangkan air tahu masih mengandung protein sebesar 15 % berat kering. Protein terdapat dalam semua jaringan hidup baik tumbuhan maupun hewan. Jaringan biji-bijian, daging tidak berlemak, kulit dan rambut mengandung protein dalam jumlah yang lebih besar daripada jaringan-jaringan yang berlemak.

2.2. MEMBRAN

Membran didefinisikan sebagai pembatas berupa lapisan tipis yang dapat memisahkan dua komponen atau lebih secara selektif [Mulder, 1991]. Membran memiliki berbagai variasi baik dari segi ketebalan maupun struktur homogen atau heterogen. Membran dapat dibedakan dalam beberapa jenis berdasarkan asal, struktur morfologinya dan prinsip pemisahannya [Mulder, 1991].

Berdasarkan asalnya membran terdiri dari dua tipe, yaitu membran sintesis dan membran biologis. Membran sintesis dibagi atas dua golongan yaitu golongan organik (PVA, selulosa asetat) dan membran anorganik (keramik). Sedangkan membran biologis adalah membrane yang berasal dari sel makhluk hidup.

Membran dapat dibedakan berdasarkan strukturnya yaitu simetri dan asimetri. An simetri mempunyai struktur yang homogen dan relatif sama, sedangkan membran asimetri mempunyai dua lapisan atas yang ketebalannya dari 0,1 sampai dengan 0,5 μm dan lapisan pendukung berpori dengan ketebalan antara 50 μm sampai dengan 150 μm .

Berdasarkan prinsip pemisahannya, membran dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu membran berpori (*porous membrane*), membran tidak berpori (*nonporous membranes/dense membranes*) dan membrane cair (*carrier-mediated transport*). Membran berpori mempunyai selektifitas tinggi, dan selektifitas ditentukan oleh ukuran pori membran dengan ukuran partikel yang dipisahkan. Contoh membran berpori adalah membran ultrafiltrasi dan membrane mikrofiltrasi. Membran nonpori mampu memisahkan molekul yang sama ukurannya satu dengan lain, pemisahannya berdasarkan perbedaan kelarutan atau perbedaan difusifitas, yang berarti sifat-sifat material membrane ditentukan oleh tahapan-tahapan dari selektifitas dan permeabilitas (daya serap). Membran nonpori dipakai pada proses pervaporasi dan proses pemisahan gas. Sedangkan membran cair selektifitasnya ditentukan spesifikasi dari molekul pembawa. Cairan yang mengandung media pembawa diletakkan pada pori-pori membran. Pada membran cair perpindahan komponen tidak

ditentukan oleh material membran tetapi khusus oleh molekul pembawa., dan komponen ini dapat dipisahkan menjadi gas atau cairan ionic atau nonionic.

2.3. PROSES – PROSES PEMISAHAN DENGAN MEMBRAN

Membran dapat digunakan berdasarkan kebutuhan, maksudnya sifat dan kerja membrane dapat disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Kinerja membrane yang dihasilkan sangat penting dan ditunjukkan oleh fluks dan selektifitas membrane. Proses pemisahan dengan membran mempunyai banyak keunggulan yaitu membutuhkan energi rendah, mudah digabungkan dengan proses lain, kemampuan operasinya dapat berlangsung dalam proses kontinu, tidak membutuhkan zat kimia tambahan, serta mampu memisahkan zat yang sensitive terhadap perubahan suhu [Mulder, 1991].

Tabel 2 : Beberapa spesifikasi membran.

Proses membran	Gaya dorong	Fasa	Ukuran pori	Prinsip pemisahan	Struktur membran	Contoh aplikasi
Mikroultra filtrasi	10 – 100 k Pa	L/L	10 – 150 nm	sieving	Asimetrik	Filter bakteri
Ultrafiltrasi	0,1 – 1 Mpa	L?L	1 – 100 nm	sieving	Asimetrik	Pemisahan makromolekul
Reverse osmosis	2 – 10 MPa	L/L	<0,2 nm	Solution diffusion	Asimetrik/komposit	Desalinasi air laut & air payau
Pemisahan gas	0,1 – 10 MPa	G/G	Nonpori	Solution diffusion	Homogen/asimetrik/komposit	Pemisahan gas
Pervaporasi	ΔC	L/G	Nonpori	Solution diffusion	Homogen/asimetrik/komposit	Pemisahan cairan organik
Elektro dialisis	ΔE	L/L	Nonpori	Solution diffusion	Simetrik	Penghilangan logam dari air buangan

2.4. MEMBRAN ULTRAFILTRASI

Berdasarkan sifat fisik dan kimia membran, perpindahan molekul atau partikel yang melewati membran disebabkan oleh adanya gaya dorong (*driving force*) dalam umpan yang berupa perbedaan konsentrasi (C), beda tekanan (P), beda suhu (T) dan

beda potensial listrik (E) [Mulder, 1991]. Proses pemisahan dengan menggunakan membran memiliki kemampuan memindahkan satu komponen lebih cepat dari komponen lain.

Membran ultrafiltrasi adalah salah satu jenis polimer yang merupakan suatu materi pembatas ketidak kontinuan dua fasa yang dipisahkannya. Membran terdiri dari 2 golongan yaitu;

- a. Membran alam yaitu membrane yang ditemukan di alam, pada makhluk hidup maupun yang telah dimodifikasi.
- b. Membran sintesis terdiri dari; membrane anorganik (keramik, kaca), membrane organik (polialkohol, polisulfon), gabungan membrane anorganik dan organik.

Kecepatan suatu zat berdifusi melalui membrane dinyatakan menurut Hukum fick sebagai berikut (Anil K. & Rakesh K.G., 1998):

$$\frac{dQ}{dt} = - A_p D \frac{dc}{dx_1}$$

Dimana;

dQ = Jumlah zat terlarut yang terdifusi pada saat t melalui jarak x_1 (panjang rata-rata dari pori-pori).

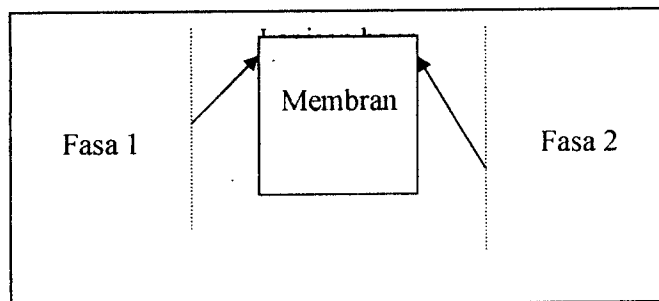
A_p = Luas penampang yang diperkirakan untuk berdifusi (penampang lintang efektif dari pori).

D = Koefisien pemindahan massa melalui membrane.

dc = Gradien konsentrasi.

Tanda negatif menyatakan zat berdifusi searah dengan arah berkurangnya konsentrasi. Sedangkan hubungan A_p dengan luas penampang lintang pori sendiri (A_o) adalah sebesar ; $A_p = A_o (1 - a/r)^2$

a = jari-jari pada pori-pori.
 r = jari-jari molekul yang berdifusi.



Gambar 1: Difusi zat-zat melalui membrane.

Secara umum difusi zat-zat melalui membran (Gambar 1) mengikuti tahap-tahap berikut ini;

1. Fasa 1 berdifusi melalui lapisan baur.
2. Fasa 1 tersorpsi pada permukaan membran
3. Fasa 1 berdifusi melalui membran.
4. Fasa 2 terdesorpsi pada permukaan membran pada sisi lainnya.
5. Fasa 2 terdifusi melalui lapisan baur pada sisi lainnya.

2.5. POMPA.

Pompa merupakan salah satu alat transportasi fluida yang banyak digunakan di industri kimia, mulai dari pengumpanan reactor sampai dengan pendistribusian air dari unit utilitas air ketempat lainnya. Pompa sentrifugal merupakan mesin herbalang- baling yang menghasilkan aliran berputar, karena fluidanya yang masuk ke baling-baling pada suatu jari-jari dan keluar pada jari-jari yang lebih besar, sehingga perubahan energi kinetik, potensial dan tekanan dapat berlangsung. Beberapa keunggulan pompa ini dibandingkan dengan pompa jenis lainnya adalah, biaya pengoperasian dan perawatannya relatif lebih murah, hanya memerlukan tempat peletakkan yang lebih kecil dan tidak menghasilkan aliran yang berdenyut/bergerak (*nonpulsating flow*).

Prinsip pengoperasian pompa sentrifugal adalah mengubah kecepatan fluida menjadi energi tekanan. Secara umum, pompa sentrifugal terdiri dari 3 bagian, yaitu saluran masuk (*inlet duct*), baling-baling (*impeller*) dan saluran keluar (*volute*). Pada prinsipnya, fluida masuk ke pompa melalui saluran masuk, dengan adanya perputaran poros pengaduk maka impeller yang dihubungkan dengan poros tsb juga akan berputar, sehingga impeller tsb yang memiliki beberapa *blade* (daun) akan mengarahkan fluida ke arah luar, yang diakibatkan adanya gaya sentrifugal. Gaya ini menghasilkan kecepatan fluida yang sangat kencang. Kemudian fluida tersebut bergerak akan melalui pompa (*pump case*) dan masuk ke saluran keluar. Saluran keluar memiliki peningkatan luas penampang yang seragam. Peningkatan luas area mengurangi kecepatan fluida, yang mengubah energi kecepatan/gerak menjadi energi tekanan. penampang. (Coulson, J.M., et al. 1999).

Daya yang digunakan untuk menggerakkan pompa biasanya lebih besar dari daya yang dihasilkan pompa untuk menyemburkan fluida. Kehilangan daya disebabkan kehilangan hidrolis (*hydraulic losses*), kehilangan volume dan kehilangan mekanis (*mechanical losses*). Terdapat 2 bentuk pemindahan daya yang terjadi dalam sistem pompa yaitu daya listrik (*electrical power*), yang dipindahkan menjadi daya mekanis melalui motor pompa, daya mekanis yang memutar poros dan kemudian memutar baling-baling pompa, dan memindahkan gaya tsb ke fluida. Masing-masing pemindahan gaya tsb memiliki efisiensi tersendiri, termasuk efisiensi pompa keseluruhan (*overall pump efficiency*). Efisiensi pompa keseluruhan dapat ditentukan jika besarnya tegangan dan arus listrik yang memasok daya ke pompa diketahui (Fernandez, K et. al, 2002).