

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Susu

Susu merupakan bahan pangan yang sudah dikenal sejak zaman dahulu dan merupakan bahan makanan yang istimewa bagi manusia karena kelezatan dan komposisinya yang ideal serta mengandung semua zat yang dibutuhkan oleh tubuh. Dari segi gizi, susu merupakan makanan yang hampir sempurna dan merupakan makanan alamiah bagi hewan menyusui yang baru lahir, dimana susu merupakan satu-satunya sumber makanan segera sesudah kelahiran. (Buckle,1985).

Susu adalah suatu sekresi kelenjar dari ternak yang sedang laktasi, yang diperoleh dari pemerahan secara sempurna (tidak termasuk kolostrum), dengan tanpa penambahan atau pengurangan suatu komponen (Suardana dan Swacita, 2009). Danasaputra (2005), menjelaskan bahwa susu segar dan susu murni memiliki definisi yang berbeda, yaitu susu murni adalah cairan yang berasal dari ambing hewan yang sehat dan bersih, yang diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, yang kandungan alaminya tidak dikurangi atau ditambahkan sesuatu apapun dan belum mendapatkan perlakuan apapun, sedangkan susu segar adalah susu murni yang tidak mendapat perlakuan apapun kecuali proses pendinginan tanpa mempengaruhi kemurniannya.

Susu merupakan salah satu bahan makanan yang banyak mengandung zat gizi, diantaranya protein dengan kandungan yang tinggi, karbohidrat, lemak, vitamin, dan beberapa mineral. Warna susu yang normal bervariasi dari putih keabuabuan sampai kuning kecoklatan tergantung dari jumlah lemak dan bahan padat bukan lemak (Lampert, 1970). Rata –rata kandungan gizi pada susu tersaji pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Kandungan Gizi Susu dalam 100 Gram Bahan

Kandungan	Satuan	Jumlah
Air	%	88
Lemak	%	3,5
Protein	%	3,2
Laktosa	%	4,3
Ca	(Mg/100 gram)	143
P	(Mg/100 gram)	60
Fe	(Mg/100 gram)	1,7
Vitamin A	N	130
Vitamin B	(Mg/100 gram)	0,003
Vitamin C	(Mg/100 gram)	1

(Judkins and Keener, 1996)

### 2.1.1 Susu Evaporasi

Susu evaporasi adalah hasil olahan susu yang dibuat dengan menguapkan sebagian air dari susu segar atau dengan merekonstitusi susu bubuk dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang diizinkan. (SNI, 1992)

## 2.2 Protein

Protein berasal dari bahasa Yunani yaitu *proteos*, yang berarti yang utama atau yang di dahulukan. Kata ini diperkenalkan oleh ahli kimia Belanda, Geraldus Mulder (1802-1880). Ia berpendapat bahwa protein adalah zat yang paling penting dalam setiap organisme (Ellya, 2010).

Protein merupakan polimer yang panjang dari asam-asam amino yang bergabung melalui ikatan peptida. Komposisi rata-rata unsur kimia yang terdapat dalam protein adalah karbon 55%, hidrogen 7%, oksigen 23%, nitrogen 16%, sulfur 1% dan kurang dari 1% fosfor (Winarno, 1991; Tarigan, 1983).

### 2.2.1 Ciri-ciri Molekul Protein

1. Berat molekulnya besar, ribuan sampai jutaan sehingga merupakan suatu makromolekul.
2. Umumnya terdiri dari 20 macam asam amino.
3. Terdapat ikatan kimia lain yang menyebabkan terbentuknya lengkungan-lengkungan rantai polipeptida menjadi struktur tiga dimensi protein.
4. Strukturnya tidak stabil terhadap beberapa faktor seperti pH, radiasi, temperatur, medium pelarut organik dan deterjen.
5. Umumnya reaktif dan sangat spesifik, disebabkan terdapatnya gugusan samping yang reaktif dan susunan khas struktur makromolekul (Ellya, 2010).

### 2.2.2 Sifat Protein

1. Denaturasi

Pada umumnya, protein sangat peka terhadap pengaruh-pengaruh fisik dari zat kimia, maka mudah mengalami perubahan bentuk. Perubahan atau modifikasi pada struktur molekul protein disebut dengan denaturasi. Hal-hal yang menyebabkan terjadinya denaturasi adalah panas, pH, tekanan, aliran listrik, dan adanya bahan kimia seperti urea, alkohol, dan sabun. Temperatur merupakan titik tengah dari proses denaturasi yang disebut dengan *melting temperature* ( $T_m$ ) yang pada umumnya protein mempunyai nilai  $T_m$  kurang dari  $100^\circ\text{C}$ , apabila di atas suhu  $T_m$ , maka protein akan mengalami denaturasi. Protein yang mengalami

denaturasi akan menurunkan aktivitas biologinya dan berkurang kelarutannya, sehingga mudah mengendap (Yazid, 2006)

## 2. Ion Zwitter dan pH Isoelektrik

Larutan asam amino dalam air mempunyai muatan positif maupun negatif sehingga asam amino disebut ion zwitter. Setiap jenis protein dalam larutan mempunyai pH tertentu yang disebut pH isoelektrik (berkisar 4-4,5). Pada pH isoelektrik molekul protein mempunyai muatan positif dan negatif yang sama, sehingga saling menetralkan atau bermuatan nol. Pada titik isoelektrik, protein akan mengalami pengendapan (koagulasi) paling cepat (Yazid, 2006).

## 3. Sifat amfoter

Sifat ini timbul karena adanya gugus amino ( $-NH_2$ ) yang bersifat basa dan gugus karboksil ( $-COOH$ ) yang bersifat asam yang terdapat pada molekul protein pada ujung-ujung rantainya, maka dengan larutan asam atau pH rendah, gugus amino pada protein akan bereaksi dengan ion  $H^+$ , sehingga protein bermuatan positif, sebaliknya dalam larutan basa gugus karboksilat bereaksi dengan ion  $OH^-$ , sehingga protein bersifat negatif. Adanya muatan pada molekul protein menyebabkan protein bergerak dibawah pengaruh medan listrik (Yazid, 2006).

## 4. Pembentukan ikatan peptida

Pembentukan ikatan peptida terbentuk karena sifat amfoternya, maka dua molekul asam amino atau lebih dapat bersenyawa satu sama lain dengan melepaskan satu molekul air membentuk ikatan antara gugus karboksil ( $-COOH$ ) asam amino yang satu dengan gugus amino ( $-NH_2$ ) yang lain disebut dengan ikatan peptida. Senyawa yang dibentuk oleh 2 molekul asam amino dinamakan dipeptida, 3 molekul dinamakan tripeptida dan seterusnya sampai yang dibentuk oleh banyak molekul disebut polipeptida (Poedjiadi, 1994).

## **2.3 Metode Penentuan Protein**

### **2.3.1 Analisa Kualitatif**

#### 1. Reaksi Xanthoprotein

Larutan asam nitrat pekat ditambahkan hati-hati kedalam larutan protein. setelah dicampur terjadi endapan putih yang berubah menjadi kuning apabila dipanaskan. Reaksi ini terjadi adalah nitrasi pada inti benzena yang terdapat pada molekul protein. Reaksi ini positif untuk protein yang mengandung tirosin, fenilalanin, dan triptofan. (Poedjiadi, 1994)

#### 2. Reaksi Biuret

Larutan protein dibuat alkalis dengan NaOH kemudian ditambahkan larutan CuSO<sub>4</sub> encer. Uji ini untuk menunjukkan senyawa-senyawa yang mengandung gugus amida asam yang berada bersama gugus amida yang lain. Uji ini memberikan reaksi positif yang ditandai dengan timbulnya warna merah violet atau biru violet (Bintang, 2010).

### **2.3.2 Analisa kuantitatif**

#### 1. Metode Lowry

Konsentrasi protein diukur berdasarkan optikal density pada panjang gelombang 600 nm. Untuk mengetahui banyaknya protein dalam larutan, lebih dahulu dibuat kurva standar yang melukiskan hubungan antara konsentrasi dengan OD (absorbansi). Larutan lowry ada dua macam yaitu larutan A yang terdiri dari fosfotungstat-fosfomolibdat (1:1) dan larutan B yang terdiri dari Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2% dalam NaOH 0,1 N, CuSO<sub>4</sub> dan Na-K-tartrat 2%. Cara penentuannya adalah: 1 mL larutan protein ditambahkan 5 mL Lowry B, dikocok dan dibiarkan selama 10 menit. Kemudian ditambah 0,5 mL lowry A dikocok dan dibiarkan 20 menit, selanjutnya diamati OD-nya pada panjang gelombang 600 nm (Sudarmadji, 1989).

#### 2. Metode Spektrofotometer UV

Kebanyakan protein mengabsorpsi sinar ultraviolet maksimum pada 280 nm. Hal ini terutama oleh adanya asam amino tirosin, triptofan, dan fenilalanin yang ada pada protein tersebut. Pengukuran protein berdasarkan absorpsi sinar UV adalah cepat, mudah, dan tidak merusak bahan (Sudarmadji, 1989).

#### 3. Metode Turbidimetri atau Kekeruhan

Kekeruhan akan terbentuk dalam larutan yang mengandung protein apabila ditambahkan bahan pengendap protein misalnya Tri Chloro Acetic (TCA), Kalium Ferri Cianida [K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>] atau asam sulfosalisilat. Tingkat kekeruhan diukur dengan alat Turbudimeter.

Cara ini hanya dipakai untuk bahan protein yang berupa larutan atau hasilnya, tetapi biasanya hasilnya kurang tepat (Sudarmadji, 1989).

#### 4. Metode Pengecatan

Beberapa bahan pewarna misalnya orange G, orange 12 dan amido black dapat membentuk senyawaan berwarna dengan protein dan menjadi tidak larut. Dengan mengukur sisa bahan pewarna yang tidak bereaksi dalam larutan (dengan colorimeter), maka jumlah protein dapat ditentukan dengan cepat (Sudarmadji, 1989).

#### 5. Titrasi Formol

Larutan protein dinetralkan dengan basa (NaOH), kemudian ditambahkan formalin akan membentuk dimethylol. Dengan terbentuknya dimethylol ini berarti gugus aminonya sudah terikat dan tidak akan mempengaruhi reaksi antara asam (gugus karboksil) dengan basa NaOH sehingga akhir titrasi dapat diakhiri dengan tepat. Indikator yang digunakan adalah fenolftalein, akhir titrasi bila tepat terjadi perubahan warna menjadi merah muda yang tidak hilang dalam 30 menit. Titrasi formol ini hanya tepat untuk menentukan suatu proses terjadinya pemecahan protein dan kurang tepat untuk penentuan protein (Sudarmadji, 1989).

#### 6. Metode Kjeldahl

Metode Kjeldahl merupakan metode sederhana untuk penetapan nitrogen total pada asam amino, protein, dan senyawa yang mengandung nitrogen. Metode Kjeldahl cocok untuk menetapkan kadar protein yang tidak larut atau protein yang mengalami koagulasi akibat proses pemanasan maupun proses pengolahan lain yang biasa dilakukan pada makanan. Metode ini digunakan untuk menganalisis kadar protein kasar dalam bahan makanan secara tidak langsung karena senyawa yang dianalisisnya adalah kadar nitrogennya. Dengan mengalikan hasil analisis tersebut dengan faktor konversi 6,25 diperoleh nilai protein dalam bahan makanan tersebut (Sudarmadji, 1984). Penentuan kadar protein dengan metode ini memiliki kelemahan karena adanya senyawa lain yang bukan protein yang mengandung N akan ditentukan sehingga kadar protein yang diperoleh langsung dengan metode Kjeldahl ini disebut dengan kadar protein kasar (*crude protein*) (Sudarmadji, 1984)

## 2.3 Evaporasi

Evaporasi adalah suatu proses yang bertujuan memekatkan suatu larutan yang terdiri atas pelarut (solvent) yang volatile dan zat terlarut (solute) yang nonvolatile. (Widjaja, 2010)

Dalam kebanyakan proses evaporasi, pelarutnya adalah air. Evaporasi dilakukan dengan menguapkan sebagian dari pelarut sehingga didapatkan larutan zat cair pekat yang konsentrasinya lebih tinggi. Evaporasi tidak sama dengan pengeringan. Dalam evaporasi sisa penguapan adalah zat cair yang sangat kental, bukan zat padat. Evaporasi berbeda pula dengan destilasi, karena uapnya adalah komponen tunggal. Evaporasi berbeda dengan kristalisasi, karena evaporasi digunakan untuk memekatkan larutan bukan untuk membuat zat padat atau kristal. (Mc Cabe, dkk., 1993)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses evaporasi menurut Haryanto dan Masyithah, (2006) antara lain.

1. Luas permukaan bidang kontak

Semakin luas permukaan bidang kontak antara cairan dengan pemanas, maka semakin banyak molekul air yang teruapkan, sehingga proses evaporasi akan semakin cepat.

2. Tekanan

Kenaikan tekanan sebanding dengan kenaikan titik didih. Tekanan bisa dibuat vakum untuk menurunkan titik didih cairan sehingga proses penguapan semakin cepat.

3. Konsentrasi

Walaupun cairan yang diumpangkan ke dalam evaporator cukup encer sehingga beberapa sifat fisiknya sama dengan air, tetapi jika konsentrasinya meningkat, larutan itu akan semakin bersifat individual.

4. Pembentukan busa

Beberapa bahan tertentu, terutama zat-zat organik berbuisa pada waktu diuapkan. Buisa yang dihasilkan akan ikut ke luar evaporator bersama uap.

5. Kepekaan terhadap suhu

Beberapa bahan kimia, bahan kimia farmasi dan bahan makanan dapat rusak bila dipanaskan pada suhu tinggi dalam waktu yang lama. Dalam mengatur konsentrasi bahan-bahan seperti itu maka diperlukan teknik khusus untuk menurunkan suhu zat cair dan mengurangi waktu pemanasan.

## 6. Kerak

Beberapa larutan tertentu menyebabkan pembentukan kerak pada permukaan pemanasan.

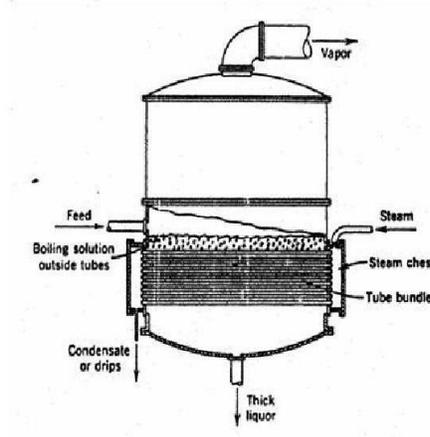
Hal ini menyebabkan koefisien menyeluruh semakin lama semakin berkurang.

### 2.3.1 Macam – macam Evaporator

Menurut Kern, (1983) ada 6 jenis evaporator, antara lain sebagai berikut.

#### 1. Evaporator Tabung-Horizontal

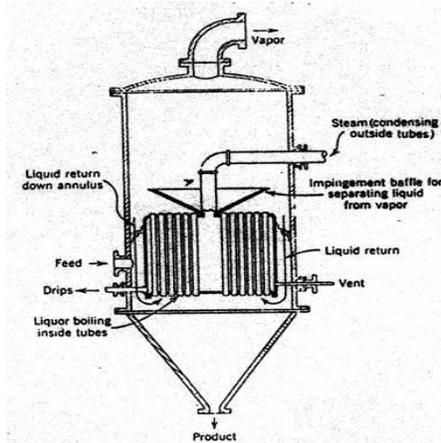
Evaporator tabung-horizontal, sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 2.1, merupakan evaporator jenis klasik yang telah lama digunakan. Larutan yang akan dievaporasikan berada diluar tabung horizontal dan uap mengalir di dalam tabung horizontal. Tabung horizontal diliputi dan dikelilingi oleh sirkulasi alami dari cairan yang mendidih, sehingga meminimumkan pengadukan cairan. Sebagai hasilnya evaporator jenis ini mempunyai koefisien perpindahan panas keseluruhan yang lebih rendah dibanding pada evaporator ini bermanfaat khususnya untuk mengevaporasikan larutan yang viskos.



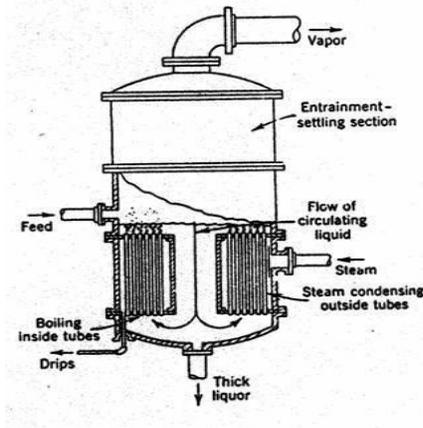
*Gambar 1. Evaporator Tabung Horizontal*

#### 2. Evaporator Satu Lintas dan Evaporator Sirkulasi

Evaporator dapat dioperasikan sebagai unit satu lintas atau sebagai unit sirkulasi. Evaporator satu lintas dan evaporator sirkulasi ditunjukkan pada gambar 2.2 dan gambar 2.3 secara berurutan. Pada kedua evaporator ini larutan mendidih di dalam tabung vertikal dan media pemanas di luar tabung vertikal dan media pemanas yang digunakan berupa uap yang terkondensasi. Pada evaporator satu lintas, cairan umpan dilewatkan melalui tabung satu kali lewat saja.



Gambar 2. Evaporator Satu Lintas

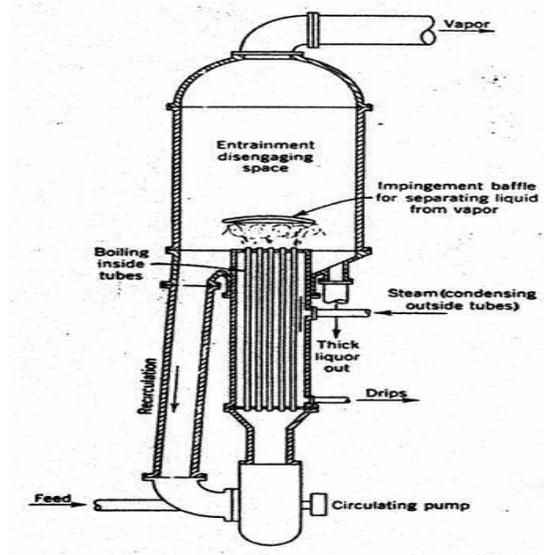


Gambar 3. Evaporator Sirkulasi

Pada evaporator sirkulasi (*circulation evaporator*) terdapat suatu kolam zat cair di dalam alat. Umpan masuk akan bercampur dengan zat cair di dalam kolam dan campuran itu dialirkan melalui tabung-tabung evaporator. Zat cair yang tidak menguap dikeluarkan dari tabung dan kembali ke kolam, sehingga hanya sebagian saja dari keseluruhan evaporasi yang berlangsung dalam satu lewat. Evaporator sirkulasi tidak terlalu cocok untuk memekatkan zat cair yang peka terhadap panas, namun evaporator ini dapat beroperasi dengan jangkauan konsentrasi yang cukup luas.

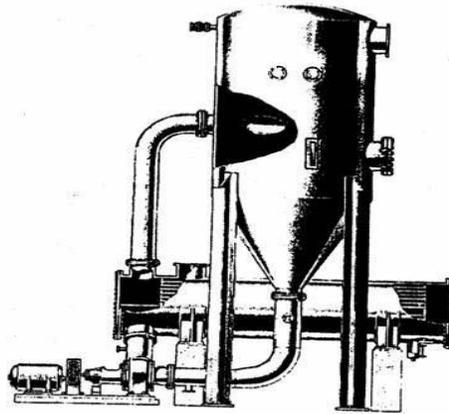
### 3. Evaporator Sirkulasi Paksa

Evaporator sirkulasi paksa mempunyai bentuk seperti ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5. Gambar 4 merupakan evaporator sirkulasi paksa dengan elemen pemanas tersusun vertikal yang berada di dalam tabung. Cairan yang akan dievaporasikan dipompakan melewati penukar panas (heat exchanger), dimana media pemanas mengelilingi pipa-pipa yang membawa cairan yang akan dievaporasikan.



*Gambar 4. Evaporator Sirkulasi Paksa dengan Pemanas Vertikal di dalam Tabung*

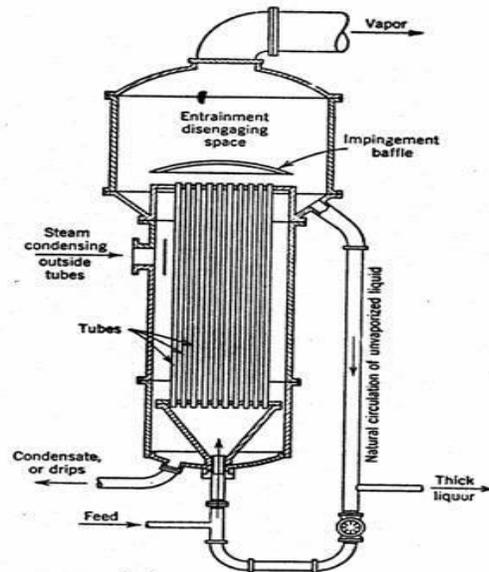
Gambar 4 merupakan evaporator sirkulasi paksa dengan elemen pemanas tersusun horizontal dan terletak terpisah dengan tabung. Pada evaporator dengan pemanasan luar, pendidihan dapat dicegah dengan meletakkan pemanas pada posisi yang lebih rendah dibandingkan letak ruang pemanasan.



*Gambar 5. Evaporator Sirkulasi Paksa dengan Elemen Pemanas Horizontal*

#### 4. Evaporator Vertikal Tabung Panjang

Contoh evaporator vertikal tabung panjang dengan aliran zat cair ke atas terlihat pada gambar 6. Bagian-bagian utama evaporator jenis ialah, sebuah penukar panas jenis tabung dengan uap dalam selongsong, zat cair yang akan dipekatkan di dalam pipa/tabung, sebuah separator atau ruang uap (vapour space) untuk memisahkan zat cair yang terbawa uap. Umpan encer dengan suhu disekitar suhu kamar, masuk ke dalam sistem dan bercampur dengan zat cair yang kembali dari separator. Umpan mengalir ke atas tabung sebagai zat cair sambil menerima kalor dari uap. Di dalam zat cair terbentuk gelembung-gelembung. Di dekat ujung tabung gelembung bertambah besar. Pada zona ini gelembung uap berganti-ganti dengan zat cair dan keluar dengan kecepatan tinggi dari ujung atas tabung. Dari tabung, campuran zat cair selanjutnya masuk ke dalam separator.



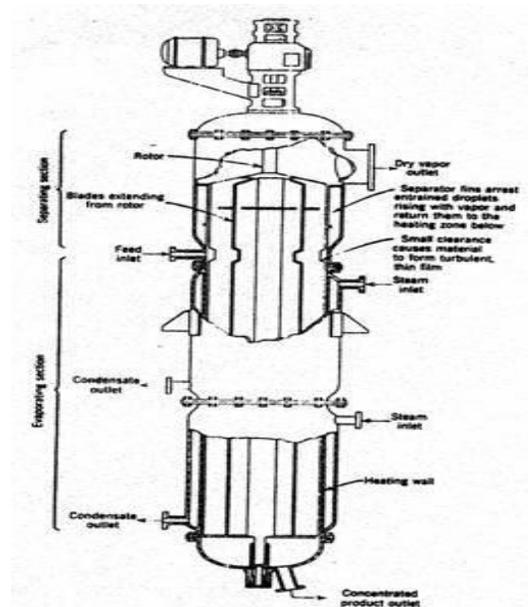
Gambar 6. Evaporator Vertikal Tabung Panjang

#### 5. Evaporator Film Jatuh

Masalah pemekatan bahan-bahan yang sangat peka terhadap panas, dapat diatasi dengan evaporator film jatuh. Pada evaporator film-jatuh satu lintas, zat cair masuk dari atas, lalu mengalir ke bawah tabung dalam bentuk film, kemudian keluar dari bawah. Uap yang keluar dari zat cair itu biasanya terbawa turun bersama zat cair, dan keluar dari bagian bawah. Evaporator dilengkapi dengan separator zat cair uap di bawah, dan distributor/penyebar zat cair di atas.

## 6. Evaporator Film Turbulen

Evaporator film-turbulen yang ditunjukkan pada gambar 7 yang bertujuan untuk menangani bahan yang viskos, peka, dan korosif. Cara meningkatkan turbulensi dengan pengadukan mekanik terhadap film zat cair itu. Umpan masuk dari puncak bagian bermantel dan disebarkan menjadi film tipis yang sangat turbulen, dengan bantuan daun-daun vertikal agitator (pengaduk). Di dalam separator, zat cair yang terbawa ikut dilemparkan ke arah luar oleh daun-daun agitator, sehingga menumbuk plat-plat vertikal yang stasioner. Tetesan-tetesan itu bergabung (koalesensi) pada plat dan kembali ke bagian evaporasi. Uap bebas zat cair lalu keluar melalui lubang pada bagian atas.



Gambar 7. Evaporator Film Turbulen