

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Evaporator

##### 2.1.1 Prinsip Dasar Evaporator

Prinsip dasar evaporator adalah memekatkan larutan yang mengandung zat yang sulit menguap (*non-volatile solute*) dan pelarut yang mudah menguap (*volatile solvent*) dengan cara menguapkan sebagian pelarutnya. Pelarut yang ditemui sebagian besar sistem larutan adalah air. Menurut Asep (2008), umumnya, dalam evaporasi, larutan pekat merupakan produk yang diinginkan, sedangkan uapnya diembunkan dan dibuang.

Prinsip kerja pemekatan larutan dengan evaporasi didasarkan pada perbedaan titik didih yang sangat besar antara zat-zat yang terlarut dengan pelarutnya. Pada industri susu, titik didih normal air (sebagai pelarut susu) 100°C, sedang padatan susu praktis tidak bisa menguap. Jadi, dengan menguapnya air dan tidak menguapnya padatan, akan diperoleh larutan yang makin pekat (Saleh,2015).

Proses evaporasi yang paling sederhana adalah evaporasi pada tekanan atmosfer. Dimana pada evaporasi ini cairan di dalam suatu wadah terbuka dipanaskan dan uap air dikeluarkan ke udara atmosfer. Evaporator jenis ini adalah evaporator yang paling sederhana, tetapi prosesnya lambat dan kurang efisien dalam pemanfaatan energi (Saleh., 2015).

Untuk produk makanan yang sensitif terhadap suhu tinggi, titik didih cairan atau pelarut harus diturunkan lebih rendah dari titik didih pada kondisi normal (tekanan atmosfer). Menurunkan titik didih pelarut atau cairan dilakukan dengan cara menurunkan tekanan di atas permukaan cairan menjadi lebih rendah dari tekanan atmosfer atau disebut vakum (Sanam,2015). Karena menurut (Sanam, 2015), memperlama bahan pangan yang sensitif terhadap panas pada temperatur tinggi selama proses evaporasi terbuka menyebabkan hilangnya rasa dan menurunnya kualitas produk. Maka, dikembangkanlah evaporator yang dioperasikan pada temperatur rendah yang dilakukan pada ruang vakum. Perlu diperhatikan bahwa titik didih cairan murni dipengaruhi oleh tekanan. Makin tinggi tekanan, maka titik didih juga semakin tinggi.

Titik didih larutan yang mengandung zat yang sulit menguap akan tergantung pada tekanan dan kadar zat tersebut. Pada tekanan yang sama, makin tinggi kadar zat, makin tinggi titik didih larutannya. Beda antara titik didih larutan dengan titik didih pelarut murninya disebut kenaikan titik didih (*boiling point rise*).

### 2.1.2 Agitated Thin-Film Evaporator

Menurut William. (2004), evaporator tipe ini digunakan untuk memekatkan fluida yang sangat kental. Pada evaporator tipe ini, pindah panas dapat ditingkatkan dengan cara melakukan penyapuan sinambung pada lapisan sekeliling permukaan pindah panas (gambar 1b). Pengadukan juga dapat berfungsi mengurangi lengket/menempel bahan pada permukaan penukar panas. Untuk memekatkan fluida dengan evaporator tipe ini, fluida dimasukkan pada bagian atas pada permukaan pindah panas, kemudian fluida turun secara gravitas dan diaduk dengan blade yang berputar terus menerus. Produk yang telah dipanaskan dimasukkan ke dalam ruangan penguapan dan dalam ruangan ini uap airnya dipisahkan dengan konsentratnya. Evaporator tipe ini digunakan untuk fluida yang sangat kental dan sangat sensitif terhadap panas atau fluida yang cenderung menempel/lengkat pada permukaan pemanas. Salah satu contoh produk yang cocok diuapkan dengan evaporator tipe ini adalah pasta tomat dan gelatin. Keuntungan evaporator tipe ini adalah waktu kontak dapat dibuat sangat pendek dan kebanyakan digunakan pada operasi efek tunggal dengan perbedaan suhu yang tinggi untuk memaksimalkan efisiensi penguapan. Skema evaporator tipe ini dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Skema Evaporator Agitated Thin-Film Evaporator  
William (2004)**

## 2.2 Susu Sapi

Susu merupakan hasil sekresi kelenjar susu hewan mamalia betina sebagai sumber gizi bagi anaknya. Kebutuhan gizi pada setiap hewan mamalia betina bervariasi sehingga kandungan susu yang dihasilkan juga tidak sama pada hewan mamalia yang berbeda. Susu merupakan makanan alami yang hampir sempurna. Sebagian besar zat gizi esensial ada di dalam susu, diantaranya yaitu protein, kalsium, fosfor, vitamin A, dan vitamin B. Susu merupakan sumber kalsium paling baik, karena di samping kadar kalsium yang tinggi, laktosa di dalam susu membantu absorpsi susu di dalam saluran cerna. (Sanam, dkk, 2015)

Kandungan air di dalam susu sekitar 30%. Meskipun kandungan gulanya 5%, tetapi rasanya tidak manis. Daya kemanisannya hanya seperlima kemanisan gula pasir (Sukrosa), Kandungan laktosa bersama dengan garam bertanggung jawab terhadap rasa susu yang spesifik. (Zakaria, dkk., 2014).

### Gambar 2. Susu Sapi



(Lukman, 2009)

Susu merupakan sumber protein dengan mutu sangat tinggi. Kadar protein susu sapi sekitar 3,5%. Protein susu pada umumnya dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu kasein dan protein whey. Kasein merupakan komponen protein yang terbesar dalam susu dan sisanya berupa protein whey. Kadar kasein pada protein susu mencapai 80% dari jumlah total protein yang terdapat dalam susu sapi, sedangkan protein whey sebanyak 20%. Kasein penting dikonsumsi karena mengandung komposisi asam amino yang dibutuhkan tubuh. Susu merupakan bahan makanan penting karena mengandung kasein yang merupakan protein berkualitas dan mudah dicerna oleh saluran pencernaan. (Sunarlim, 2013).

Karbohidrat utama yang terdapat dalam susu adalah laktosa. Laktosa adalah disakarida yang terdiri dari glukosa dan galaktosa. Enzim Laktase bertugas memecah laktosa menjadi gula-gula sederhana yaitu glukosa dan galaktosa. (Lukman., 2013).

**Tabel 1. Kandungan Gizi Susu api per 100 gram**

<b>Komposisi</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Air	30
Lemak total	2
Protein	5
Karbohidrat total	3
Natrium	2
Kalium	2
Vitamin A	8
Vitamin C	3
Vitamin D3	6
Vitamin K	3
Vitamin B1	6
Vitamin B2	6
Vitamin B3	5
Vitamin B5	5
Vitamin B6	6
Vitamin B12	8
Biotin	6
Kolin	4
Kalsium	8
Zink	2
Magnesium	6
Fosfor	15
Selenium	3

(Andriyana,2014)

Selain zat-zat gizi di atas, pada susu sapi juga terkandung unsur gizi yang mampu menjaga kestabilan kualitas dan berat tubuh manusia. Hal ini disebabkan karena di dalam susu terdapat tiga kandungan gizi dan asam lemak susu yang cukup penting untuk manusia, yakni asam butirat, asam linoleat dan fosfolipid.(Andriyana,2014)

Susu memiliki berbagai jenis , salah satunya adalah susu kental. Susu kental adalah produk susu cair yang diperoleh dengan cara menghilangkan sebagian air dari susu segar, dengan menggunakan proses evaporasi hingga diperoleh tingkat kepekatan tertentu. Produk dikemas

secara kedap dan diproses dengan pemanasan setelah penutupan pengemasan. Susu jenis ini kadar lemak susunya tidak kurang dari 7,5% dan total padatan bukan lemaknya tidak kurang dari 8,25% (Andriyana,2014)

### 2.3. Viskositas

Viskositas atau kekentalan sebenarnya merupakan gaya gesekan antara molekul-molekul yang menyusun suatu fluida (fluida itu zat yang dapat mengalir, dalam hal ini zat cair dan zat gas). Viskositas adalah gaya gesekan internal fluida (internal = dalam). Jadi molekul-molekul yang membentuk suatu fluida saling gesek-menggesek ketika fluida tersebut mengalir. Pada zat cair, viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis). Sedangkan dalam zat gas, viskositas disebabkan oleh tumbukan antara molekul (Rian, 2016).

Jadi, viskositas adalah kekentalan suatu fluida yang disebabkan oleh adanya gaya gesekan antara molekul-molekul yang menyusun suatu fluida. Viskositas juga disebut sebagai ketahanan fluida jika menerima gaya dari luar. Berikut rumus viskositas :

$$\text{Viskositas terhadap waktu dengan rumus : } \varphi_x = \frac{t_x \cdot \rho_x}{t_0 \cdot \rho_0} \times \varphi_0$$

Keterangan :  $\varphi_x$  = viskositas bahan yang dicari (cp)

$\varphi_0$  = viskositas bahan pada  $t_0$  (cp)

$t_x$  = waktu alir bahan yang di cari (s)

$t_0$  = waktu alir bahan (s)

$\rho_x$  = densitas bahan yang di cari ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$\rho_0$  = densitas bahan pada  $t_0$  ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$$\text{Viskositas terhadap suhu dengan rumus : } \frac{\varphi}{\varphi_0} = \left(\frac{T}{303}\right)^n$$

Keterangan :  $\varphi$  = viskositas bahan yang dicari (cp)

$\varphi_0$  = viskositas bahan (cp)

T = Suhu yang dipakai ( $^{\circ}\text{K}$ )

n = nilai kostanta