

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tembakau

Tembakau adalah tanaman musiman yang tergolong dalam tanaman perkebunan. Pemanfaatan tanaman tembakau terutama pada daunnya yaitu untuk pembuatan rokok. Tanaman tembakau diklasifikasikan sebagai berikut :

Famili : *Solanaceae*

Sub Famili : *Nicotianae*

Genus : *Nicotianae* Spesies : *Nicotiana tabacum* dan *Nicotiana rustica* (Cahyono, 1998)

Nicotiana tabacum dan *Nicotiana rustica* mempunyai perbedaan yang jelas. Pada *Nicotiana tabacum*, daun mahkota bunganya memiliki warna merah muda sampai merah, mahkota bunga berbentuk terompet panjang, daunnya berbentuk lonjong pada ujung runcing, kedudukan daun pada batang tegak, merupakan induk tembakau sigaret dan tingginya sekitar 120 cm. Adapun *Nicotiana rustica*, daun mahkota bunganya berwarna kuning, bentuk mahkota bunga seperti terompet berukuran pendek dan sedikit gelombang, bentuk daun bulat yang pada ujungnya tumpul, dan kedudukan daun pada batang mendatar agak terkulai. Tembakau ini merupakan varietas induk untuk tembakau cerutu yang tingginya sekitar 90 cm (Cahyono, 1998).

2.2 Morfologi Tanaman Tembakau

Tanaman tembakau terdiri dari akar, batang, daun dan bunga dengan akar tunggang hingga 75 cm. Perakaran pada tanaman tembakau dapat berkembang dengan baik apabila tanahnya gembur, subur, dan mudah menyerap air. Bentuk

batang agak bulat, agak lunak tetapi kuat, makin keujung makin kecil. Diameter batang tembakau rata-rata sekitar 5 cm (Hanum, 2008).



Gambar 2.1 Tembakau

(litbang, 2012)

2.3 Kandungan Senyawa Kimia Batang Tembakau

Senyawa kimia pada tanaman tembakau yang dapat diekstraksi menggunakan air yaitu saponin, flavonoid, terpenoid, alkaloid, piridin.

Tabel 2.1 Senyawa kimia batang tembakau dalam ekstrak air (Sharma, 2016).

No	Senyawa	Akuades
1	Saponin	+
2	Tanin	-
3	Flavonoid	+

4	Terpenoid	+
5	<i>Napthoquinone</i>	-
6	Alkaloid	+
7	Piridin	+
8	Karbohidrat	-
9	Fenol	-

Keterangan : (+) = Senyawa kimia yang dapat larut dalam air

(-) = Senyawa kimia yang tidak larut dalam air

2.4 Pirolisis

Pirolisis adalah pengembangan dari teknik karbonisasi kayu atau bahan sejenis yang berkembang di masyarakat umumnya dengan pembakaran kayu atau bahan sejenisnya secara langsung dalam suatu tungku, drum, lubang yang ditutup sehingga tidak menggunakan oksigen dengan suhu tinggi dalam waktu tertentu, dimana asap yang dihasilkan dari pembakaran tidak dilepaskan ke udara, tetapi dikondensasi sehingga terbentuk cairan yang disebut asap cair atau cairan *pirolygneous liquor/crud* (Hendra, 1992).

2.5 Asap Cair

Asap cair (*liquid smoke*) merupakan cairan hasil kondensasi asap dari hasil pirolisis kayu atau bahan sejenis untuk memberikan aroma dan rasa. Asap cair berwarna coklat muda sampai coklat tua yang mempunyai fungsi untuk membunuh mikroba dan mempunyai daya anti oksidan untuk pengawetan suatu produk (Purnama, 1997).

2.6 Biopestisida batang tembakau

Biopestisida adalah pestisida alami yang digunakan untuk kembali mengontrol hama pada tanaman dengan menggunakan zat racun dari tembakau. Tembakau dapat digunakan sebagai pestisida organik dikarenakan mengandung nikotin. Nikotin berperan sebagai racun kontak bagi serangga.

2.7 Senyawa kimia yang digunakan sebagai biopestisida

Senyawa kimia pada batang tembakau yang digunakan sebagai biopestisida, yaitu:

1. Nikotin

Nikotin merupakan kelompok alkaloid yang diekstraksi dari tanaman tembakau. Nikotin mengandung racun yang tinggi dimana dapat digunakan sebagai biopestisida. Sebagai insektisida kontak, nikotin masuk ke dalam tubuh serangga melalui spirakel dalam sistem trakea yang menyebabkan paralisis terhadap sistem saraf serangga (Baehaki, 1993).

2. Saponin

Saponin merupakan senyawa aktif permukaan glikosida triterpenoid ataupun glukosa steroid. Senyawa ini memiliki rasa pahit dan bersifat racun (Harborne, 1987).

3. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa fenolik yang terdapat pada jaringan tumbuhan dan berperan sebagai antioksidan. Senyawa ini dapat dimanfaatkan sebagai biopestisida (Abdi, 2010).

4. Piridin

Piridin merupakan senyawa yang tidak berwarna dan tidak memiliki bau yang tajam. Zat ini dimanfaatkan untuk mengubah sifat alkohol sebagai pelarut dan pembunuh hama (Gondodiputro, 2007).

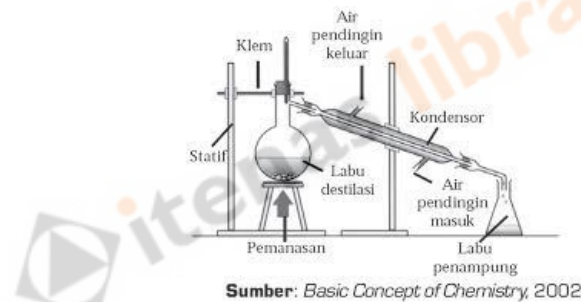
2.8 Destilasi

Destilasi adalah proses penyulingan untuk memisahkan komponen dari campuran cairan dengan titik didih yang berbeda. Pada dasarnya proses ini untuk pemisahan bahan kimia berdasarkan kecepatan atau kemudahan menguap, dalam proses penyulingan campuran zat di didihkan sehingga menguap dan uap ini kemudian di dinginkan kembali ke dalam bentuk cairan.

2.9 Macam-Macam Destilasi

Destilasi dapat dibedakan menjadi beberapa macam yaitu:

1. Destilasi biasa, umumnya dengan menaikkan suhu tekanan uapnya diatas cairan atau tekanan atmosfer (titik didih normal).

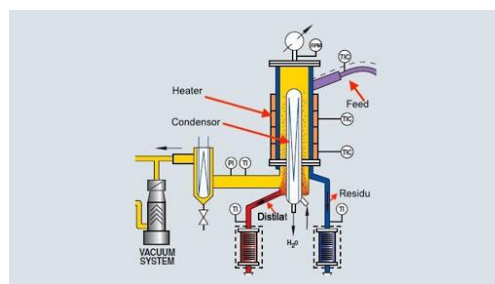


Sumber: *Basic Concept of Chemistry*, 2002

Gambar 2.2 Destilasi biasa

(Dwi, 2011)

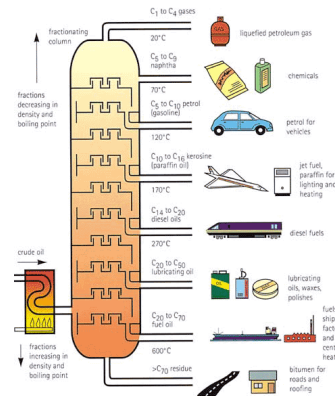
2. Destilasi vakum, umumnya cairan diuapkan pada tekanan rendah, jauh dibawah titik didih dan mudah terurai.



Gambar 2.3 Destilasi Vakum

(Dwi, 2011)

3. Destilasi bertingkat atau destilasi terfraksi yaitu dimana komponen-komponennya secara bertingkat diuapkan dan diembunkan.



Gambar 2.4 Destilasi Bertingkat

(Dwi, 2011)

2.10 Alat Penukar Kalor (*Heat Exchanger*)

Heat Exchanger merupakan suatu alat yang menghasilkan perpindahan panas dari suatu fluida yang temperaturnya tinggi ke fluida yang temperaturnya rendah, proses perpindahan panas tersebut dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung.

2.11 Kondesor

Kondesor adalah salah satu jenis mesin penukar kalor (*Heat Exchanger*) yang berfungsi untuk mengkondensasikan fluida kerja.

Kondesor biasanya mengubah fasa zat gas menjadi zat cair dari temperatur yang tinggi keluar melewati dinding-dinding kondesor melewati media kondensasi, sebagai akibatnya uap akan didinginkan hingga fasanya berubah menjadi fasa cair pada temperatur rendah.

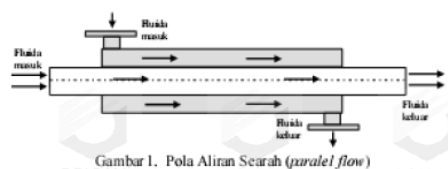
2.12 Jenis-Jenis Kondensor

2.12.1 *Shell and Tube*

Alat penukar kalor jenis *Shell and Tube* adalah alat penukar kalor yang paling banyak digunakan dalam berbagai macam industri dan paling sederhana dibanding dengan alat penukar kalor lainnya, hal ini karena :

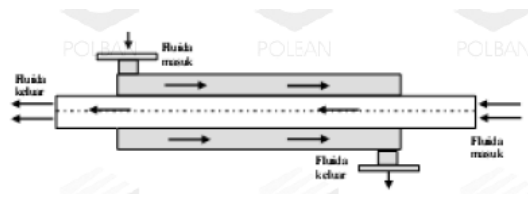
1. Hanya terdiri dari sebuah *Shell* dan *Tube*, dimana *Tube* terletak secara konsentrik yang berada di dalam *Shell*.
2. Kemampuannya untuk bekerja dalam tekanan dan temperature yang tinggi.
3. Kemampuannya untuk digunakan pada satu aliran volume yang besar.
4. Kemampuannya untuk bekerja dengan fluida kera yang mempunyai perbedaan satu aliran volume yang besar.
5. Tersedia dalam berbagai bahan atau material.
6. Konstruksi yang kokoh dan aman.
7. Secara mekanis dapat beroperasi dengan baik dan handal (*reliability* tinggi).

Pada jenis alat penukar kalor ini, fluida panas mengalir di dalam *tube* sedangkan fluida dingin mengalir di luar *Tube* atau di dalam *Shell*. Karena kedua aliran fluida melintasi penukar kalor hanya sekali, maka susunan ini disebut penukar kalor satu lintasan. Jika kedua fluida ini mengalir dalam arah yang sama, maka disebut dengan (*Parallel Flow*). Jika kedua aliran itu mengalir dalam arah yang berlawanan, maka disebut dengan (*Counter Flow*) (Kreith, 1997).



Gambar 2.5 *Parallel Flow*

(Kreith, 1997)

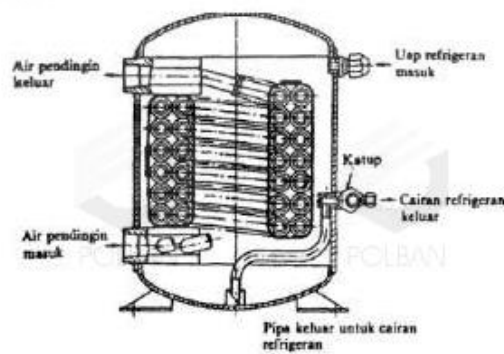


Gambar 2.6 *Counter Flow*

(Kreith, 1997)

2.12.2 *Shell and Coil*

Kondensor tabung dan koil banyak digunakan pada unit pendingin dengan Freon refrigerant berkapasitas kecil, misalnya untuk penyegar udara, pendingin air dan sebagainya. Kondensor tabung dan koil dengan tabung pipa pendingin di dalam tabung yang dipasang pada posisi vertical. Koil pipa pendingin tersebut biasanya dibuat dari tembaga, berbentuk tanpa sirip maupun dengan sirip.



Gambar 2.7 *Shell and Coil*

(Kreith, 1997)

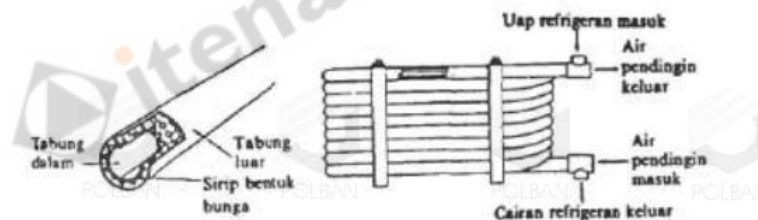
Pada kondensor tabung dan koil, aliran air mengalir di dalam koil pipa pendingin.

Adapun ciri-ciri kondensor tabung dan koil sebagai berikut :

1. Harganya murah karena mudah dalam pembuatannya.
2. Mudah dalam pemasangannya.
3. Tidak perlu mengganti pipa pendingin, tetapi hanya perlu pembersihan menggunakan detergent.

2.12.3 *Tube in Tubes*

Kondensor jenis pipa ganda merupakan susunan dari dua pipa koaksial dimana refrigerant mengalir melalui saluran yang terbentuk antara pipa dalam dan pipa luar yang melintang dari atas ke bawah. Sedangkan air pendingin mengalir di dalam pipa dalam dengan berlawanan arah, yaitu refrigerant mengalir dari atas ke bawah.



Gambar 2.8 *Tube in Tubes*.

(Kreith, 1997)

Adapun ciri-ciri kondensor jenis pipa ganda adalah sebagai berikut :

1. Konstruksi sederhana dengan harga yang memadai.
2. Dapat mencapai kondisi yang super dingin karena arah aliran refrigerant dan air pendingin yang berlawanan.
3. Penggunaan air pendingin relatif kecil.
4. Sulit dalam membersihkan pipa, harus menggunakan detergent

2.13 Parameter-parameter merancang kondensor

Langkah- langkah perhitungan untuk mendapatkan parameter-parameter yang dibutuhkan.

1. Mencari nilai q kondensasi (Q_h)

$$Q_h = \dot{m}_h \times h'_{fg} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : \dot{m}_h = laju aliran asap (Kg/s)

h'_{fg} = Enthalpy of vaporization (Kj/Kg)

2. Mencari bilangan *Reynolds* di satu tube

a. Mencari suhu film (T_f)

$$T_f = \frac{T_{hi} + T_{ho}}{2} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana : T_{hi} = suhu asap masuk kondensor ($^{\circ}\text{C}$)

T_{ho} = suhu asap keluar kondensor ($^{\circ}\text{C}$)

Karakteristik asap :

μ = Viskositas dinamis (Kg/m.s)

k = Konduktifitas termal (W/m.K)

b. Mencari bilangan *reynolds* (Re)

$$Re = \frac{4 \cdot \frac{\dot{m}_h}{Nt}}{\pi \cdot D_{dalam} \cdot \mu} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana : Nt = Jumlah tube

$D_{dalam\ tube}$ = Diameter dalam tube (mm)

$D_{luar\ tube}$ = Diameter luar tube (mm)

3. Mencari bilangan *Nusselt*

$$Nu = \frac{D_{dalam\ tube}}{D_{luar\ tube}} \text{ (aliran laminar).....(4)}$$

Tabel 2.2 *Nusselt number for laminar flow (Heat transfer&fluid, Incropera)*

D_i/D_o	Nu_i	Nu_o	Comments
0	—	3.66	See Equation 8.55
0.05	17.46	4.06	
0.10	11.56	4.11	
0.25	7.37	4.23	
0.50	5.74	4.43	
≈ 1.00	4.86	4.86	See Table 8.1, $b/a \rightarrow \infty$

$$Nu = 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.3} \text{ (aliran turbulen)...(5)}$$

4. Mencari koefisien konveksi fluida panas (h_h)

$$h_1 = \frac{Nu \cdot K}{D_{dalam}} \text{(6)}$$

5. Mencari nilai laju aliran air (\dot{m}_c)

a. Mencari suhu film (T_f)

$$T_f = \frac{T_{ci} + T_{co}}{2} \text{(7)}$$

Dimana : T_{ci} = suhu air masuk kondensor ($^{\circ}\text{C}$)

T_{co} = suhu air keluar kondensor ($^{\circ}\text{C}$)

Karakteristik air:

C_p = Panas spesifik (Kj/Kg.K)

μ = Viskositas dinamis (Kg/m.s)

k = Konduktifitas termal (W/m.K)

Pr = bilangan *Prandtl*

Dimana dengan menggunakan persamaan kesetimbangan panas

$$q_c = q_h$$

$$\dot{m}_c \cdot C_{p_c} \cdot (\Delta T) = \dot{m} \cdot h'_{fg} \dots \dots \dots (8)$$

b. Mencari nilai laju aliran air (\dot{m}_c)

$$\dot{m}_c = \frac{Q_c}{C_{p_c} \times \Delta T} \dots \dots \dots (9)$$

6. Mencari diameter hidrolis (D_h)

a. Mencari diameter keseluruhan yang dialiri air

$$\Sigma D_{to} = \sqrt{\frac{4 \times A_{total}}{\pi}} \dots \dots \dots (10)$$

$$A_{total} = A_{shell} - (A_{tube} \times Nt) \dots \dots \dots (11)$$

Dimana : A_{total} = Luas penampang yang teraliri air (mm^2)

A_{shell} = Luas penampang *shell* (mm^2)

A_{tube} = Luas penampang *tube* (mm^2)

b. Mencari diameter hidrolis (D_h)

$$D_h = D_{sh} - \Sigma D_{to} \dots \dots \dots (12)$$

Dimana : D_{sh} = Diameter *shell* (mm)

7. Mencari bilangan Reynolds (Re)

$$Re = \frac{4 \cdot \dot{m}_c}{\pi \cdot D_h \cdot \mu} \dots \dots \dots (13)$$

8. Mencari bilangan nusselt

$$Nu = 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.4} \dots \dots \dots (14)$$

9. Mencari koefisien konveksi fluida dingin (h_c)

$$h_c = \frac{Nu \times K}{D_h} \dots\dots\dots(15)$$

10. Mencari overall heat transfer coefficient (U_i)

$$U_i = \frac{1}{\frac{1}{h_h} + \frac{1}{h_c}} \dots\dots\dots(16)$$

11. Mencari $\Delta T_{overall}$

$$\Delta T_{overall} = \frac{(T_{hi} - T_{co}) - (T_{ho} - T_{ci})}{\ln\left[\frac{T_{hi} - T_{co}}{T_{ho} - T_{ci}}\right]} \dots\dots\dots(17)$$

Dimana : T_{hi} = suhu asap masuk kondensor ($^{\circ}\text{C}$)

T_{ho} = suhu asap keluar kondensor ($^{\circ}\text{C}$)

T_{ci} = suhu air masuk kondensor ($^{\circ}\text{C}$)

T_{co} = suhu air keluar kondensor ($^{\circ}\text{C}$)

12. Mencari panjang pipa (L)

$$Q = U_i \cdot A \cdot \Delta T_{overall}$$

$$Q = U_i \cdot \pi \cdot D_{luar \ tube} \cdot L \cdot Nt \cdot \Delta T_{overall}$$

$$L = \frac{Q}{U_i \cdot \pi \cdot D_{luar \ tube} \cdot Nt \cdot \Delta T_{overall}} \dots\dots\dots(18)$$

13. Mencari nilai kecepatan aliran (v)

$$v = \frac{\dot{m}}{\rho \times A} \dots\dots\dots(19)$$

Dimana : A = Luas penampang sisi masuk ($^{\circ}C$)

ρ = Densitas (Kg/m^3)

