

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Mesin *Rotary Screw*

Proses penyulingan ini menggunakan sistem uap langsung, Pada sistem ini bahan baku tidak kontak langsung dengan air maupun api namun hanya uap bertekanan tinggi yang difungsikan untuk menyuling minyak. Uap yang di hasilkan dari boiler di tahan di dalam storage steam hingga suhu yang ingin di capai selanjutnya uap di lepaskan ke dalam ketel bahan setelah uap masuk ke dalam ketel bahan, uap yang mengandung partikel minyak cengkeh akan masuk ke dalam alat destilasi di sini temperatur uap di dalam tube akan di buang ke dalam media pendingin yang ada dalam shell hingga uap akan mengembun, proses ini di namakan proses Distilasi, hasil uap dari proses distilasi ini dinamakan kondensat. Kondensat akan di tampung di tempat penampung yang mana air dan minyak akan terpisah di akibatkan perbedaan masa jenis.

*Rotary Screw* berfungsi untuk mengatur kelembaban, pemanasan dan pendinginan udara di dalam ruangan tersebut. Demi memperoleh temperatur suhu udara yang sesuai dengan yang diinginkan banyak alternatif yang dapat diterapkan, diantaranya dengan meningkatkan koefisien perpindahan kalor kondensasi dan dengan menambahkan kecepatan udara pendingin pada kondensor sehingga akan diperoleh harga koefisien yang lebih besar.



Gambar 2.1. Rotary Screw

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2019)

### 2.1.1 Prinsip Kerja *Rotary Screw*

*Rotary Screw* menggunakan satu sekrup untuk mencampur potongan cengkeh dengan uap hasil pembakaran yang selanjutnya dikompresi gas hasil pencampuran tersebut. Screw ini terdiri dari motor yang bekerja untuk memutar screw yang berada didalam rotary.

### 2.1.2 Penggunaan *Rotary Screw*

Penggunaan *Rotary Screw* pada aliran ini bertujuan untuk mencampurkan potongan cengkeh dengan hasil uap pembakaran dari evaporator yang kemudian akan ditampung kedalam tangki penyimpanan sebelum dimasukan kedalam kondensor.

## 2.2 Cengkeh



Gambar 2.2. Daun Cengkeh

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2020)

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*, [syn. \*Eugenia aromaticum\*](#)), dalam [bahasa Inggris](#) disebut *cloves*, adalah kuncup [bunga](#) kering beraroma dari keluarga pohon [Myrtaceae](#). Cengkih adalah tanaman asli [Indonesia](#), banyak digunakan sebagai [bumbu masakan](#) pedas di negara-negara [Eropa](#), dan sebagai bahan utama [rokok kretek](#) khas Indonesia. Cengkih ditanam terutama di Indonesia ([Kepulauan Banda](#)) dan [Madagaskar](#); selain itu juga dibudidayakan di [Zanzibar](#), [India](#), dan [Sri Lanka](#).

Cengkeh merupakan tanaman rempah yang termasuk dalam komoditas sektor perkebunan yang mempunyai peranan cukup penting antara lain sebagai penyumbang pendapatan petani dan sebagai sarana untuk pemerataan wilayah pembangunan serta turut serta dalam pelestarian sumber daya alam dan lingkungan.

### 2.2.1 Kandungan Kimia Dalam Daun dan Batang Cengkeh

Minyak cengkeh dapat diperoleh dari bunga cengkeh (*clove bud oil*), tangkai atau gagang bunga cengkeh (*clove stem oil*) dan dari daun cengkeh (*clover leaf oil*). Kandungan minyak atsiri di dalam bunga cengkeh mencapai 21,3% dengan kadar *eugenol* antara 78-95%, dari tangkai atau gagang bunga mencapai 6% dengan kadar *eugenol* antara 89-95%, dan dari daun cengkeh mencapai 2-3% dengan kadar *eugenol* antara 80-85%. Kandungan terbesar minyak cengkeh adalah 3 *eugenol*, yang bermanfaat dalam pembuatan *vanilin*, *eugenil metil eter*, *eugenil asetat*, dll. *Vanilin* merupakan bahan pemberi aroma pada makanan, permen, coklat dan parfum (Nurdjannah 2004).

Standar minyak cengkeh di Indonesia sudah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN). Minyak cengkeh yang sudah terverifikasi adalah minyak cengkeh yang berasal dari daun tanaman cengkeh. Namun, minyak cengkeh yang berasal dari bagian lain dapat disesuaikan dengan standar minyak cengkeh yang berasal dari daun tanaman cengkeh. Syarat mutu minyak cengkeh tercantum pada SNI 06-2387-2006 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2.1. Syarat Mutu Minyak Daun Cengkeh

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan	-	
1.1	Warna	-	Kuning – coklat tua
1.2	Bau	-	Khas minyak cengkeh
2	Bobot Jenis 20 <sup>o</sup> C/20 <sup>o</sup> C	-	1,024 – 1,049
3	Indeks bias ( <sup>n</sup> D <sub>20</sub> )	-	1,528 – 1,535
4	Kelarutan dalam etanol 70%	-	1: 2 Jernih
5	Eugeno Total	%, v/v	Minimum 78
6	Beta caryophyllene	%	Maksimum 17

Sumber: Badan Standarisasi Nasional ICS 71.100.60

### 2.3 Penyulingan

Minyak atsiri, bisa dikategorikan sebagai minyak yang sangat mudah sekali menguap, atau juga minyak terbang yang merupakan campuran dari senyawa yang berwujud cairan atau padatan yang memiliki komposisi maupun titik didih yang

beraneka ragam. Penyulingan dapat didefinisikan juga sebuah proses pemisahan komponen-komponen suatu campuran yang terdiri atas dua cairan atau lebih berdasarkan perbedaan tekanan uap itu sendiri atau berdasarkan perbedaan titik didih komponen-komponen senyawa tersebut. (Hardjono, 2004). Bila dilihat secara umum, terdapat dua jenis penyulingan, diantaranya:

1. Penyulingan suatu campuran yang berwujud cairan yang tidak saling bercampur, hingga membentuk dua fasa atau lapisan. Keadaan ini terjadi pada pemisahan minyak atsiri dengan uap air. Penyulingan dengan uap air disebut juga *hidrodestilasi*. Pengertian umum ini memberikan gambaran bahwa penyulingan dapat dilakukan dengan cara mendidihkan bahan tanaman atau minyak atsiri dengan air. Pada proses ini akan dihasilkan uap air yang dibutuhkan oleh alat penyuling. Uap air tersebut dapat juga dihasilkan dari alat pembangkit uap air yang terpisah (seperti pada alat destilasi rotary screw yang digunakan menggunakan penghasil uap air yang terpisah).
2. Penyulingan satu fasa. Pada keadaan ini pemisahan minyak atsiri menjadi beberapa komponennya, sering disebut fraksinasi, tanpa menggunakan uap air.

#### **2.4 Cara Umum Penyulingan**

Secara umum cara isolasi minyak atsiri adalah sebagai berikut: uap menembus jaringan spesimen atau tanaman dan menguapkan semua senyawa yang mudah menguap. Jika hal ini benar, maka seakan-akan isolasi minyak atsiri dari spesimen atau tanaman cara hidrodestilasi merupakan proses yang sederhana, hanya membutuhkan jumlah uap yang cukup. Namun kenyataannya hal tersebut tidak sederhana yang kita bayangkan. Hidrodestilasi atau penyulingan dengan air terhadap spesimen atau tanaman meliputi beberapa proses (Hardjono, 2004). Dalam pengertian di dalam industri minyak atsiri dibedakan tiga tipe hidrodestilasi, yaitu:

1. Penyulingan air;
2. Penyulingan uap dan air;
3. Penyulingan uap langsung.

Pada dasarnya ketiga tipe diatas memiliki kesamaan yaitu suatu pengertian penyulingan dari sistem dua fasa. Perbedaannya terutama terletak pada cara penanganan bahan tanaman yang akan diproses.

## **2.5 Peralatan untuk Proses Penyulingan**

Peralatan yang akan digunakan dalam penyulingan spesimen atau bahan tanaman tergantung pada kapasitas dan juga tipe penyulingan yang akan digunakan. Namun demikian terdapat tiga bagian yang paling utama yang merupakan bentuk dasar untuk semua tipe-tipe hidrodestilasi. Tiga bagian utama tersebut yaitu:

1. Alat penyulingan;
2. Pendingin;
3. Penampung hasil daripada penyulingan atau juga disebut kondensat.

Sebenarnya masih ada satu komponen lagi yaitu alat pembangkit uap. Alat pembangkit uap ini digunakan pada penyulingan uap yang terpisah. Keempat bagian daripada alat penyulingan akan dijabarkan secara terpisah.

### 2.5.1 Alat Penyulingan

Alat penyulingan sering disebut juga dengan tanki yang berfungsi sebagai wadah atau bejana untuk menempatkan spesimen atau bahan tanaman yang akan diproses. Dalam wadah tersebut terdapat air dan atau uap yang berhubungan dengan spesimen atau bahan tanaman dan menguapkan minyak atsiri yang ada di dalamnya. Alat penyulingan bila dilihat secara umum berbentuk silinder yang memiliki diameter yang hampir sama dengan atau sedikit lebih pendek bila dibandingkan dengan tingginya. Di dalam alat penyuling ini terdapat wadah yang ukurannya lebih kecil daripada wadah utamanya. Wadah ini dapat diangkat dan dikembalikan lagi. Bagian bawah wadah ini berlubang – lubang untuk masuknya uap. Untuk penyulingan uap dan air bagian wadah yang berlubang – lubang ini disokong oleh penyangga di atas dasar alat penyulingan, hingga air yang mendidih dan spesimen atau bahan tanaman tidak berhubungan. Lazim air yang terdapat dalam alat penyulingan dididihkan dengan api langsung. Sedangkan pada penyulingan uap

wadah bagian dalam yang berlubang – lubang tersebut diletakkan lebih dekat dengan dasar alat penyulingan. Uap yang dimasukkan atau diinjeksi kan sangat dekat dengan bagian dasar. Pada bagian dasar alat penyulingan dilengkapi kran untuk mengeluarkan air. Pada alat penyulingan uap dan air, maka air yang dikeluarkan adalah air sisa setelah proses penyulingan selesai. Sedangkan pada penyulingan uap, air ini merupakan hasil kondensasi uap yang digunakan. Tanki alat penyulingan terbuat dari baja, alumunium, atau bahkan tembaga. Bila tangki terbuat dari tembaga, minyak atsiri yang diperoleh akan mengandung tembaga hingga minyak atsiri akan berwarna kebiru – biruan. Warna yang harus dihilangkan terlebih dahulu sebelum minyak atsiri dijual ke pasaran. Tanki yang terbuat dari alumunium tidak baik untuk minyak atsiri yang mengandung senyawa fenol, karena fenol dapat merusak alumunium.

#### 2.5.2 Pendingin

Fungsi utama mesin pendingin adalah untuk mengubah uap air yang mengandung uap minyak atsiri menjadi cairan. Pada umumnya pendingin yang berwujud pipa kumparan yang direndam dalam suatu bejana yang dialiri dengan air dingin. Arah air pendingin masuk dari bagian bawah bejana dan alirannya berlawanan dengan arah uap air yang mengandung uap minyak atsiri. Pipa pendingin dapat terbuat dari berbagai macam logam, seperti tembaga, timah putih, alumunium, atau juga baja tahan karat. Pendingin yang dapat memberikan warna terhadap minyak atsiri seperti besi atau tembaga harus dihindarkan penggunaannya karena memengaruhi kualitas uap minyak atsiri.

#### 2.5.3 Pemisah Minyak Atsiri

Bagian ketiga ini merupakan yang paling penting dari alat penyulingan adalah alat penampung kondensat, decanter atau pemisah minyak atsiri. Fungsi pemisah adalah memisahkan secara sempurna minyak atsiri dari air yang terkondensasi atau terembun kan Karena kuantitas atau volume air yang terembun kan biasanya selalu lebih banyak daripada minyak atsiri yang dihasilkan, maka air tersebut harus dikeluarkan terus menerus. Kondensat mengalir dari

pendingin ke dalam pemisah minyak atsiri dan akan terlihat bahwa air penyulingan dan minyak atsiri yang mudah menguap dengan air akan terpisah dengan sendirinya. Minyak atsiri yang mudah menguap dengan air akan terpisah karena minyak atsiri tidak mau larut dalam air karena berbeda berat jenis. Kedua cairan tersebut membentuk dua lapisan yang terpisah, biasanya minyak atsiri lebih ringan, mengambang diatas air. Namun demikian bila minyak atsiri memiliki berat jenis lebih besar daripada 1,0; maka minyak atsiri akan tenggelam di dasar alat pemisah. Dengan demikian perlu direkayasa alat pemisah untuk menampung hasil minyak atsiri yang lebih berat atau lebih ringan daripada air. Perlu diingat bahwa air yang terembun kan selalu jenuh dengan minyak atsiri, menurut Ernest (1990) menyatakan bahwa minyak yang baru disuling hampir tidak berwarna sampai kekuningan, cairan refraktif kuat, yang semakin menggelap oleh aging atau ketuaan. Bau dan flavor nya bersifat tipikal rempah, aromatik tinggi, kuat dan tahan lama. Bila air dipisahkan berarti ada sebagian minyak atsiri yang hilang. Bila yang digunakan adalah dengan cara penyulingan air atau penyulingan uap dan air maka air embunan yang akan dibuang bisa dikembalikan kedalam alat penyulingan untuk digunakan pada proses berikutnya dengan spesimen atau bagan tanaman yang sama. Proses penyulingan yang berkesinambungan ini disebut kohobasi. Untuk maksud ini maka letak pemisah minyak atsiri harus lebih tinggi daripada pipa saluran untuk memasukkan air dalam alat penyulingan.

#### 2.5.4 Alat Pembangkit Uap

Bila kita menggunakan penyulingan uap dan air atau penyulingan uap maka perlu dipikirkan perangkat pembangkit uap tergantung pada jumlah uap yang dibutuhkan. Pada dasarnya tidak ada patokan secara umum. Alat pembangkit uap yang digunakan dalam penelitian ini besarnya tidak lebih dari tanki wadah spesimen atau bahan tanaman, namun kapasitas untuk menampung air kurang lebih sebanyak lima puluh liter.

## 2.6 Kondensasi

Kondensasi atau pengembunan adalah perubahan wujud benda ke wujud yang lebih padat, seperti gas menjadi cairan. Kondensasi terjadi ketika uap didinginkan menjadi cairan, tetapi dapat juga terjadi bila sebuah uap dikompresi menjadi cairan, atau mengalami kombinasi dari pendinginan dan kompresi.

Proses terjadinya kondensasi merupakan pemampatan atau pendinginan yang apabila dapat tercapai tekanan maksimum dan suhu dibawah kritis. Proses terjadinya kondensasi apabila uap didinginkan menjadi cairan, akan tetapi dapat juga apabila sebuah uap dikompresi (yaitu tekanan ditingkatkan) menjadi cairan, atau mengalami suatu kombinasi dari pendinginan kompresi.

Menurut Karnaningroem (1990) bahwa proses pengembunan atau kondensasi adalah proses perubahan wujud gas menjadi wujud cair disebabkan oleh adanya perbedaan temperatur suhu. Temperatur pengembunan berubah seiring dengan tekanan uap yang terjadi.

Menurut Kreith (1991:524) bahwa pengertian kondensasi adalah proses yang terjadi apabila uap jenuh bersentuhan bersentuhan dengan suatu permukaan yang suhunya lebih rendah.

Oleh sebab itu temperature pengembunan atau kondensasi diartikan sebagai suhu temperature pada kondisi yang jenuh akan tercapai ketika udara didinginkan pada tekanan yang tetap tanpa penambahan kelembaban. Untuk menghasilkan pengembunan atau kondensasi dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Menurunkan temperatur sehingga mereduksi kapasitas daripada uap air
2. Menambah jumlah uap air
3. Proses terjadinya kondensasi terjadi apabila terdapat pelepasan kalor dari suatu sistem yang mana menyebabkan (uap) berubah kedalam bentuk yang cair (liquid)

Pada kondensor, terjadi kondensasi pada uap yang mengembun di luar pipa. Koefisien kondensasi yang terjadi di luar pipa dihitung dengan persamaan:



$$h_{ct} = 0.725 \left( \frac{g \rho^2 h_{fg} k^3}{\mu \Delta t N D} \right)^{1/4}$$

Dengan :

$h_{ct}$  = Koefisien kondensasi (W/m<sup>2</sup>K)

$g$  = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$\rho$  = Rapat massa fluida (kg/m<sup>3</sup>)  $h_{fg}$  = kalor laten penguapan (J/kg)

$\mu$  = Viskositas kondensat (Pa.detik)

$\Delta t$  = Perbedaan suhu antara kondensat dan pipa (K)

$N$  = Jumlah pipa dalam baris vertikal

$D$  = Diameter luar pipa (m)