BAB II
DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Rahayoe, dkk (2007) melakukan penelitian tentang kajian kinetika pengaruh kadar air dan perajangan terhadap laju destilasi minyak atsiri. Adapun hasil penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, semakin tinggi kadar air bahan baku, rendemen yang dihasilkan semakin besar, namun pada daun nilam ternyata rendemen daun utuh lebih rendah dibandingkan daun rajangan, sedangkan daun kayu putih memiliki fenomena berkebalikan.

Yuliantoro, dkk (2012) melakukan penelitian tentang pengaruh ukuran bahan dan metode destilasi (destilasi air dan destilasi uap-air) terhadap kualitas minyak atsiri kulit kayu manis (*cinnamomum burmannii*). Adapun hasil penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, Ukuran bahan dan metode destilasi kulit kayu manis mempengaruhi randemen dan viskositas minyak atsiri yang dihasilkan. Sedangkan bila ditinjau dari berat jenis, indeks bias, dan kelarutan dalam alkohol, maka ukuran bahan dan metode destilasi tidak memberikan pengaruh (beda nyata).

Tanasale (2012) melakukan penelitian tentang aplikasi perlakuan bahan baku dan penyulingan air-uap terhadap rendemen dan sifat organoleptik minyak atsiri. Adapun hasil penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, bahan baku yang melalui perlakuan awal sebelum penyulingan memberikan hasil yang lebih baik dalam rendemen dan sifat organoleptik minyak atsiri yang dihasilkan.

Budiarti, dkk (2012) melakukan penelitian tentang proses pengambilan minyak atsiri dari daun nilam dengan pemanfaatan gelombang mikro (*Microwave*). Adapun hasil penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, Perlakuan daun cacah (±2cm) lebih baik secara kuantitas dibandingkan dengan perlakuan daun utuh. Hal ini dibuktikan dari % rendemen minyak atsiri yang dihasilkan pada daun cacah (±2cm) yaitu sebesar 2,4566 % untuk metode MDP

Feriyanto, dkk (2013) melakukan penelitian tentang pengambilan minyak atsiri dari daun dan batang serai wangi (*Cybopogan winterianus*) menggunakan metode distilasi uap dan air dengan pemanasan microwave. Adapun hasil penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, Pengaruh kondisi bahan dari daun dan batang serai wangi yang menghasilkan % rendemen yang tinggi adalah saat kondisi bahan layu dibandingkan segar dan kualitas tinggi pada daun adalah saat kondisi daun segar.

2.2. Pengertian Minyak Atsiri

Minyak Atsiri adalah zat cair yang mudah menguap bercampur dengan persenyawa yang berbeda dalam hal komposisi dan titik cairnya, kelarutan dalam pelarut organik dan keluratan dalam air yang diperoleh dari bagian : tanaman, akar, kulit, batang, daun, buah, biji maupun dari bunga. Minyak atsiri merupakan senyawa minyak yang berasal dari bahan tumbuhan dengan beberapa sifat yaitu sangat mudah menguap bila dibiarkan diudara terbuka, memiliki bau khas seperti tumbuhan aslinya, umumnya tidak berwarna tetapi memiliki warna gelap karena mengalami oksidasi dan pendamaran. Karena sifatnya yang mudah menguap minyak atsiri sering disebut sebagai minyak menguap atau minyak eteris. Minyak atsiri dikenal dengan beberapa nama, yaitu : Minyak menguap (*volatile oils*), Minyak essensial, dan Minyak eteris.

2.2.1. Sifat Minyak Atsiri

Minyak atsiri memiliki sifat-sifat khas yang tidak dimiliki oleh minyak jenis lainya, sifat-sifat itu adalah :

a. Mudah menguap bila dibiarkan pada udara terbuka.
b. Tidak larut dalam air.
c. Larut dalam pelarut organik.
d. Memiliki bau yang khas seperti pada tumbuhan aslinya.

2.2.2. Titik Didih Minyak Atsiri

Pada Buku "*Minyak Atsiri*" karangan Guenter (Guenter E, 311, 1987), disebutkan bahwa "*penentuan titik didih pada tekanan 1 atm (760 mmHg) atau pada kisaran 720-780 mmHg,harus dikoreksi pada faktor 0,1°C setiap perubahan tekanan 2,7 mmHg*". Dengan kata lain titik didih minyak atsiri tidak dapat ditentukan secara pasti, melainkan menggunakan percobaan. Keadaan tersebut dikarenakan di dalam minyak atsiri tedapat bermacam-macam komponen dengan titik didih yang berbeda-beda. Komponen-komponen pembentuk minyak kayu putih (*cajuput oil, oleum-melaleuca-cajeputi, oleum cajeputi*) antara lain : *eukapitol* (1,8-*cienol*) (komponen paling banyak, sekitar 60%), *a-terpineol* dan *ester asetat*nya, *a-pinen*, dan *limonen*.

2.3. Pengertian Minyak Kayu Putih

Minyak kayu putih merupakan salah satu produk kehutanan yang telah dikenal luas oleh masyarakat. Minyak kayu putih berasal dari pepohonan anggota suku jambu-jambuan (*myrtaceae*) yang dimanfaatkan sebagai sumber minyak kayu putih (*cajuput oil*). Minyak diekstrak (biasanya disuling dengan uap) terutama dari daun dan rantingnya. Namanya diambil dari warna batangnya yang memang putih. Minyak kayu putih yang diambil dari penyulingan biasa dipakai sebagai minyak balur atau campuran minyak pengobatan lain (seperti minyak telon) atau campuran parfum serta produk rumah tangga lain.

Minyak atsiri hasil destilasi atau penyulingan daun kayu putih (*melaleuca leucadendron linn*) ini memiliki bau dan khasiat yang khas. Karena penggunaannya yang luas tersebut, mutu minyak kayu putih yang dijual di pasaran perlu mendapat perhatian. Mutu minyak kayu putih diklasifikasikan menjadi dua, yaitu mutu Utama (U) dan mutu Pertama (P). Keduanya dibedakan oleh kadar *cineol*, yaitu senyawa kimia golongan ester turunan terpen alkohol yang terdapat dalam minyak atsiri seperti kayu putih. Minyak kayu putih mutu U

Secara umum, kayu putih dikatakan bermutu apabila mempunyai bau khas minyak kayu putih, memiliki berat jenis yang diukur pada suhu 15°C sebesar 0,90–0,93, memiliki indeks bias pada suhu 20°C berkisar antara 1,46–1,47 dan putaran optiknya pada suhu 27,5°C sebesar (-4)°–0°. Selain itu, minyak kayu putih yang bermutu akan tetap jernih bila dilakukan uji kelarutan dalam alkohol 80%, yaitu dalam perbandingan 1:1, 1:2, dan seterusnya s.d. 1:10. Dalam minyak kayu putih tidak diperkenankan adanya minyak lemak dan minyak pelican.

Minyak kayu putih didapatkan dari hasil penyulingan daun kayu putih. Kandungan utama minyak kayu putih adalah sineol (*cineol*). Semakin besar kadar sineolnya, kualitas minyak kayu putih semakin tinggi. Selain itu daun kayu putih juga mengandung komponen lain, seperti: *terpineol benzaldehyde, dipentene, limonene* dan *pinene.*

Proses ekstraksi minyak kayu putih dari daun tanaman ini dilakukan dengan cara atau proses yang sederhana yaitu berupa penguapan minyak dari daun dan kemudian dikondensasikan. Selanjutnya dilakukan pemisahan antara komponen minyak dengan air, yang diperoleh dari semua bahan cair yang diperoleh dalam proses kondensasi.

2.3.1. Kegunaan Minyak Kayu Putih

Kayu putih sudah sejak zaman dan dimanfaatkan untuk mengatasi aneka gangguan kesehatan. Pemanfaatan itu tentu jauh sebelum dikenal teknologi massal untuk mengeksplorasi kandungan minyaknya. Perkembangan teknologi penyulingan telah menggeser penggunaan kayu putih secara utuh. Kandungan utama tanaman ini adalah minyak atsiri, yang dapat diolah setelah melalui proses penyulingan. Dalam setahun produksi mencapai ribuan liter untuk beragam keperluan rumah tangga maupun industri, dari mulai minyak gosok, bahan campuran sabun, parfum, hingga obat.

Kayu putih memang termasuk komoditi yang bernilai ekonomis tinggi. Secara umum sumber sulingan minyak kayu putih berasal dari daunnya, dan biasa

dimanfaatkan untuk mengurangi rasa sakit maupun bengkak akibat gigitan serangga. Daunnya yang telah dijadikan ekstrak atau dikeringkan biasa dimanfaatkan untuk ramuan penambah stamina. Minyak kayu putih bermanfaat sebagai pengusir nyamuk, obat gosok untuk mengurangi pembengkakan maupun rasa gatal karena gigitan serangga, sakit gigi, sakit kepala, pegal-pegal, otot kram, perut kembung, luka memar, hingga untuk campuran obat batuk, reumatik, radang usus, diare, radang kulit, batuk, demam, flu, sakit kepala, sakit gigi, ekzema, nyeri pada tulang dan saraf, lemah tidak bersemangat (*neurasthenia*), susah tidur, dan asma.

Sejumlah penelitian juga membuktikan, tanaman ini berkhasiat *diaforetik* (peluruh keringat), *analgesik* (pereda nyeri), *desinfektan* (pembunuh kuman), *ekspektoran* (peluruh dahak), dan *antispasmodik* (pereda nyeri perut).

Tabel 2.1

Syarat mutu minyak kayu putih

NO	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
1.1	Warna	-	Jernih sampai kuning kehijauan
1.2	Bau	-	Khas kayu putih
2.	Bobot Jenis 20°C/20°C	-	0,900-0,930
3.	Indeks bias (nD^{20})	-	1,450-1,470
4.	Kelarutan dalam etanol 70%	-	1:1 sampai 1:10 jernih
5.	Putaran optic	-	(-) 4° s/d 0°
6.	Kandungan sineol	%	50-65

2.3.2. Manfaat Minyak Kayu Putih

Minyak kayu putih memiliki manfaat sebagai berikut :

1. Mengobati Penyakit Kulit
2. Merileksasikan Tubuh
3. Menghaluskan Kulit
4. Anti-Bakteri
5. Perawatan Kulit

1. Mengobati Penyakit Kulit

Minyak kayu putih termasuk pewangi alami terbaik yang bisa membantu penyembuhan penyakit kulit, seperti luka pada vagina atau infeksi kulit. Selain itu, minyak kayu putih bisa mengobati luka yang bernanah.

2. Merileksasikan Tubuh

Sebagai obat analgesik alami, minyak yang mempunyai aroma khas ini dapat mengurangi nyeri sendi, merileksasikan pikiran, serta tubuh. Jika badan kurang terasa enak, berendam dalam air panas yang ditetesi minyak kayu putih beraroma lavender. Cara ini akan membuat tubuh dan pikiran terasa ringan.

3. Menghaluskan Tubuh

Dilakukan dengan cara memijat dengan minyak kayu putih supaya kulit lebih halus. Selain halus, minyak ini dapat menghilangkan flek atau tanda pada kulit. Untuk bahu dan punggung, pijat dengan minyak kayu putih yang mengandung vitamin E karena bisa memudahkan saat pemijatan memijat.

4. Anti Bakteri

Minyak kayu putih digunakan setelah mencukur bulu yang tumbuh di atas permukaan kulit. Minyak kayu putih dapat menenangkan kulit serta

juga dapat mengobati infeksi kulit serius seperti *candidiasis* (biasa hidup di rongga mulut, vagina, dan usus).

5. Perawatan Kulit

Minyak kayu putih dapat membuat kulit lebih halus dan lembut. Cara menggunakannya dengan mencampurkan beberapa tetes minyak kayu putih dengan krim untuk scrub. Lakukan perawatan ini secara teratur kalau ingin mendapatkan hasil yang maksimal.

2.4. Daun Kayu Putih

Daun merupakan bagian tumbuhan yang terpenting, karena dari daun inilah akan dihasilkan minyak kayu putih. Tanaman kayu putih termasuk jenis tumbuhan kormus karena tubuh tanaman secara nyata memperlihatkan diferensiasi dalam tiga bagian pokok, yaitu akar (*radix*), batang (*caulis*), dan daun (*folium*). Daun kayu putih terdiri atas dua bagian, yaitu tangkai daun (*petiolus*) dan helaian daun (*lamina*).

2.4.1. Tangkai Daun (*petiolus*)

Tangkai daun merupakan bagian daun yang mendukung helaian daun, yang berfungsi untuk menempatkan helaian daun pada posisi yang tepat, sehingga dapat memperoleh cahaya matahari sebanyak-banyaknya. Tangkai daun berbentuk bulat kecil, sedangkan panjang tangkainya bervariasi.

2.4.2. Helaian Daun (*lamina*)

Helaian daun kayu putih bercirikan berwarna hijau muda untuk daun muda dan hijau muda untuk daun tua karena mengandung warna hijau atau klorofil. Selain itu daun kayu putih memiliki tulang daun dalam jumlah yang bervariasi antara 3 – 5 buah, tepi daun rata dan permukaan daun dilapisi oleh bulu-bulu halus. Ukuran lebar daun kayu putih berkisar antara 0,66 cm – 4,30 cm dan

panjangnya antara 5,40 – 10,15 cm. Daun-daun tumbuh pada cabang- cabang tanaman secara selang-seling, pada satu tangkai daun terdapat lebih dari satu helai daun (sehingga disebut sebagai jenis daun majemuk). Daun kayu putih mengandung cairan yang disebut sineol (*cineol*) (dimana apabila daun diremas, cairan ini akan keluar dan mengeluarkan aroma yang khas). Selain itu daun kayu putih juga mengandung komponen lain, seperti: *terpineol, benzaldehyde, dipentene, limonene* dan *pinene.*

2.5. Praktek Destilasi

Pada bagian ini akan diuraikan tentang teori penyulingan dan teknik yang digunakan dalam penyulingan minyak atsiri dari daun kayu putih.

2.5.1. Perlakuan Terhadap Bahan Baku

Untuk mendapatkan minyak atsiri, perlu dilakukan perlakuan awal pada bahan baku yang akan di destilasi. Perajangan berguna untuk membebaskan minyak atsiri yang terdapat pada jaringan tanaman. Selain itu, cara penyimpanan bahan olahan berperan penting sebelum melakukan penyulingan.

2.5.1.a. Perajangan Terhadap Bahan Baku

Proses destilasi adalah proses pemisahan minyak atsiri dari bahan tanaman aromatik. Penanganan ini antara lain penangan bahan yang bersifat padat (daun, batang, akar, dan sebagainya) dan persiapan bahan. Minyak atsiri pada bahan dikelilingi oleh kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh, dan kantung minyak. Kecepatan minyak yang terekstaksi ditentukan oleh kecepatan proses difusi. Uap akan lebih mudah menembus jaringan minyak dan menguapkan minyak pada bahan terutama pada daun dengan perajangan dibanding dengan tanpa perajangan.

Tujuan perajangan adalah untuk menyiapkan bahan siap didestilasi

dirajang harus segera disuling. Jika tidak, kandungan minyak akan berkurang atau terbuang karena penguapan di udara bebas ini disebabkan karena di dalam bahan terdapat kandungan minyak yang bertitik didih rendah dan mudah menguap.

Namun dalam proses perajangan terdapat kekurangan. Kekurangan dari perajangan adalah : pertama, jumlah rendaman minyak akan berkurang, seimbang dengan penguapan di udara bebas yang terjadi selama perajangan dan sesudah perajangan. Kedua, komposisi minyak akan berubah dan akan mempengaruhi baunya. Hal ini terjadi karena minyak atsiri sendiri terdiri dari campuran beberapa komponen minyak.

Kehilangan senyawa mudah menguap jumlahnya lebih besar dari pada komponen bertitik didih tinggi dan komponen yang tidak dapat menguap. Penyusutan berat akibat penguapan minyak adalah sebesar 0,5%. Bila diinginkan kandungan minyak besar dan mutu minyak baik, maka bahan yang telah dirajang harus segera dimasukkan ke dalam alat destilasi.

2.5.1.b. Penyimpanan Bahan Baku

Tempat penyimpanan Bahan baku sebelum perajangan juga mempengaruhi penyusutan kandungan minyak dalam bahan, namun pengaruhnya tidak begitu besar seperti perajangan. Kehilangan minyak atsiri dalam tanaman biasanya dipengaruhi oleh proses pengeringan setelah panen. Beberapa macam tanaman yang masih segar dengan kadar air tinggi (misalnya mawar, tansi, akar kalamus) akan kehilangan sebagian minyak atsiri selama pengeringan di udara. Sedangkan pada beberapa jenis tanaman lainnya, besarnya minyak yang hilang tidak begitu besar.

Jika bahan harus disimpan sebelum proses, maka penyimpanan dilakukan pada udara kering dan udara tidak disirkulasikan. Namun penyimpanan dalam udara kering masih terdapat penyusutan minyak.

metode penyimpanan, dan lama penyimpanan, serta komposisi kimia minyak dalam bahan. Penyimpanan bahan baku dalam waktu yang lebih lama membutuhkan suhu penyimpanan yang rendah dan ruangan yang kelembabannya dapat diatur. Jika mungkin ruangan penyimpanan dilengkapi dengan *air-conditioned.* Kehilangan minyak dalam bahan dapat dihindari, jika bahan diproses dengan segera setelah di panen.

2.6. Destilasi

Destilasi adalah suatu proses pengambilan (pemisahan) minyak dari bahannya dengan bantuan uap air. Pemisahan minyak tersebut dapat terjadi karena adanya perbedaan titik didih (tekanan uap) di antara komponen-komponen bahan. Di dalam alat suling terdapat minyak dan air, dimana keduanya bersifat tidak dapat bercampur.

Minyak atsiri bersifat mudah menguap, yang terdiri dari campuran zat atau senyawa kimia yang mudah menguap, dengan komposisi dan titik didih yang berbeda-beda. Dengan demikian, berdasarkan persamaan matematik di atas dapat dirancang kondisi penyulingan (lama penyulingan, suhu dan tekanan) yang diperlukan.

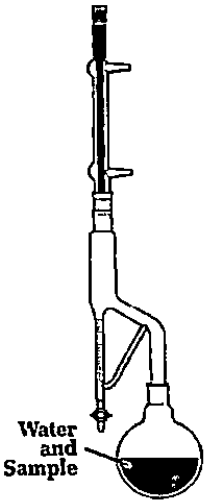
2.6.1. Metode Umum Destilasi

Dalam industri minyak atsiri dikenal empat macam metode destilasi. Perbedaan pokok dari keempat penyulingan terletak pada perbedaan cara penanganan bahan bakunya. Keempat metode ini antara lain :

a. Destilasi dengan air (*water destilation*)
b. Destilasi dengan uap langsung (*steam destilation*)
c. Destilasi dengan air dan uap (*water and steam destilation*)

2.6.1.a. Destilasi dengan air (*water destilation*)

Pada metode ini, bahan tanaman minyak kayu putih yang digunakan untuk dijadikan minyak kayu putih adalah daunnya. Daun kayu putih akan mengalami kontak langsung dengan air mendidih. Minyak kayu putih akan dibawa oleh uap air yang kemudian didinginkan dengan mengalirkannya melalui pendingin. Hasil penyulingan minyak kayu putih ini belum murni. Perlakuan ini sesuai untuk minyak kayu putih yang tidak rusak pada saat pemanasan. Ciri khas dari metode ini adalah kontak langsung antara bahan dan air mendidih. Jenis bahan yang bisa didestilasi dengan metode ini biasanya berupa bubuk dan bunga, seperti bubuk buah badam, bunga mawar, dan *orange blossom*. Destilasi dengan cara langsung ini dapat menyebabkan banyaknya rendemen minyak yang hilang (tidak tersuling) dan terjadi pula penurunan mutu minyak yang diperoleh.



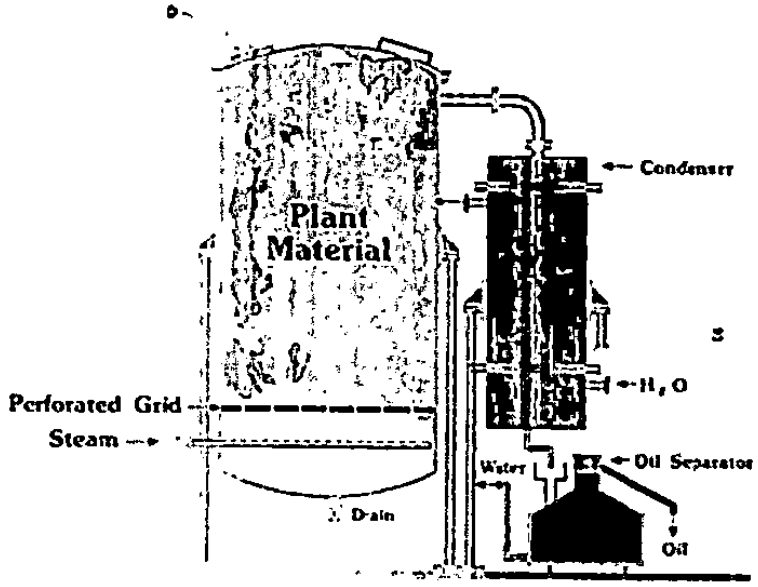
Gambar 2.1 Destilasi dengan air

(Caroline, 2011)

2.6.1.b. Destilasi dengan uap langsung (*steam destilation*)

Pada metode ini, penyulingan dengan uap dapat disebut juga sebagai penyulingan tidak langsung. Pada metode ini, bahan tumbuhan

selanjutnya dialirkan melalui pendinginan dan hasil sulingan belum merupakan hasil yang murni. Cara ini baik digunakan untuk bahan tumbuhan yang mempunyai titik didih yang tinggi.

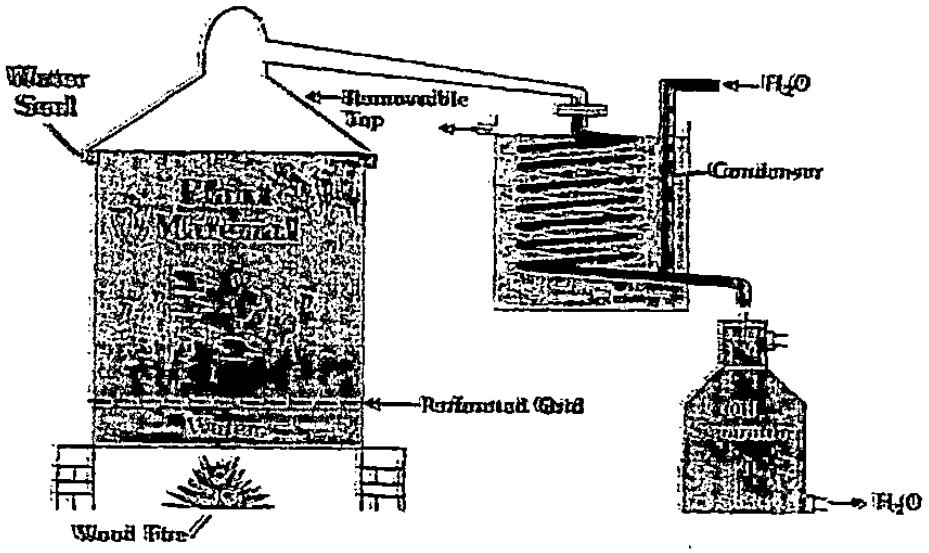


Gambar 2.2 Destilasi dengan uap langsung
(Caroline, 2011)

2.6.1.c. Destilasi dengan air dan uap (*water and steam destilation*)

Bahan tumbuhan yang akan disuling dengan metode penyulingan air dan uap ditempatkan dalam suatu tempat yang bagian bawah dan tengah berlubang-lubang yang ditopang diatas dasar alat penyulingan. Ketel diisi denagn air sampai permukaan air berada tidak jauh dibawah saringan, uap air akan baik bersama minyak kayu putih kemudian dialirkan melalui pendingin. Hasil sulingannya belum hasil yang murni. Ciri khas dari metode ini adalah :

a. Uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas.
b. Bahan yang didestilasi hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan atau mengenai air panas.



Gambar 2.3 Destilasi dengan uap dan air
(Caroline, 2011)

2.6.1.d. Destilasi dengan kohobasi (*destilation with cohobation*)

Kohobasi adalah teknik yang dapat digunakan untuk destilasi air atau untuk destilasi air dan uap. Teknik ini menggunakan proses mengembalikan cairan destilat ke dalam *distillation still* setelah minyak dipisahkan dari cairan tersebut sehingga dapat dididihkan kembali. Pada dasarnya, metode ini merupakan improvisasi dari unit destilasi uap dan air dengan api langsung untuk minyak yang memiliki *solubilitas* parsial dalam air.

Walaupun mayoritas minyak atsiri memiliki kelarutan yang terbatas dalam air, beberapa minyak seperti minyak yang berasal dari mawar, lavender, dan geranium memiliki kelarutan yang lebih tinggi. Pada ekstraksi semacam itu, hilangnya minyak bersama dengan air destilasi dapat menjadi besar. Hal ini dapat diatasi dengan mengembalikan air

saringan berfungsi untuk menjaga air yang mendidih tidak terkena dengan bahan baku yang di destilasi. Leher angsa biasanya dipasang pada bagian tengah tutup ketel, dan dihubungkan ke kondensor. Bagian vertikal pada leher angsa harus diisolasi dengan baik. Ini dimaksudkan untuk mengurangi panas yang terlepas atau keluar akibat kondensasi. Pipa penghubung ini berdiameter paling kecil 4 inci dan jika diinginkan proses penyulingan yang lebih cepat, maka diameternya harus lebih besar.

Semua sambungan pada ketel suling harus disolder dengan kuat, karena setiap tempat yang bocor akan mengakibatkan hilangnya sebagian minyak atsiri dan pemborosan bahan bakar. Supaya uap tidak menerobos keluar melalui celah antara ketel suling dan penutup, sebaiknya antara ketel sulingdan penutup ditambahkan karet, kain, atau bahan lain yang dapat menghambat keluarnya uap. Selain penambahan perapat pada ketel dan penutup, ketel suling juga dibuat dengan sistem "*water seal*".

2.7.2. Pendingin (*kondensor*)

Kondensor merupakan salah satu perlengkapan penyulingan. Ukuran dan bentuk kondensor dapat bermacam-macam. Kondensor berfungsi untuk mengubah seluruh uap air dan uap minyak menjadi fase cair. Jumlah panas yang dikeluarkan pada peristiwa kondensasi sebanding dengan panas yang diperlukan untuk penguapan uap dan minyak dan uap air

Pada buku Minyak Atsiri (Jilid I) karangan Ernest Geunter, Efisiensi maksimum kondensor tercapai jika kondensat telah cukup dingin (pada suhu yang cukup rendah), akibatnya perpindahan panas ke dalam air pendingin. Air pendingin keluar dari kondensor pada suhu yang mendekati suhu penguapan, namun hal ini jarang terjadi. Kondensasi telah sempurna jika suhu air pendingin yang mengalir ke luar kondensor adalah 80°C dan suhu destilat yang dihasilkan sekitar 25°C – 30°C.

Keseimbangan panas yang terjadi dalam kondensor di asumsikan

2.7.3. Penampung Minyak (*receiver*)

Alat ketiga yang penting pada perlengkapan penyulingan adalah alat penampung kondensat, pemisahan minyak (*decanter*). Alat ini berfungsi untuk memisahkan minyak dari air suling (*condensed water*). Jumlah volume air suling selalu lebih besar dari jumlah minyak, dalam hal ini diperlukan agar air suling tersebut terpisah secara otomatis dari minyak atsiri. Sebagian besar alat pemisah minyak dirancang dengan menggunakan rancangan botol *Florentine* kuno yang sering dinamakan botol *Florentine*. Minyak atsiri dan air suling tidak melarut karena perbedaan bobot jenis. Tipe tabung pemisah lainnya yang lebih baik mempunyai prinsip sebagai berikut:

Tabung berbentuk silinder atau yang berbentuk persegi panjang dibagi menjadi dua kamar oleh sebuah sekat pemisah. Sekat tersebut dipasangkan dengan jarak beberapa inci dari dasar tabung, sehingga kedua bagian ruangan ini dapat berhubungan satu sama lain. Destilat akan mengalir dari kamar ke kamar pertama, selanjutnya mengalir melalui celah menuju kamar kedua. Minyak yang lebih ringan dari air akam terkumpul dibagian atas pada kamar pertama dan mengalir keluar dari kamar kedua sedangkan minyak yang lebih berat dari air akan tenggelam dan keluar dari dasar tabung.

2.8. Laju Penyulingan

Laju penyulingan adalah perbandingan antara jumlah air suling dan waktu atau dengan kata lain jumlah air yang disuling per-jam. Kecepatan ini harus diatur sesuai dengan diameter alat dan volume antar ruang dari bahan atau derajad perajangan. Proses ekstraksi tidak berlangsung secara sempurna pada kecepatan uap yang terlalu rendah. Laju uap akan berhenti pada bahan yang padat. Sebaliknya, kecepatan uap yang terlalu tinggi akan memecahkan bahan dan membentuk jalur uap (*rat holes*). Ini akan menghambat aliran uap di dalam kondensor, karena partikel bahan masuk ke kondensor. Untuk mengontrol laju penyulingan dilakukan dengan menampung dan menimbang air suling yang

2.9. Energi yang dipakai saat Destilasi

Proses destilasi berkaitan erat dengan panas, energi-energi kalor dan besaran-besaran yang bekerja pada peralatan penyulingan minyak atsiri antara lain suhu dan perpindahan kalor.

2.9.1. Kalor

Kalor adalah suatu bentuk energi yang diterima oleh suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berubah suhu atau wujud bentuknya. Kalor yang berbeda dengan suhu. Kalor merupakan suatu kuantitas atau jumlah panas baik yang diserap maupun dilepaskan oleh suatu benda. Kalor merupakan asal kata dari *caloroic*, ditemukan oleh ahli kimia prancis yang bernama Antonnie Laurent Lavosier (1743 – 1794). Kalor memiliki satuan kalori (kal) dan kilokalori (kkal). Dalam SI, satuan kalor adalah joule. Satu kalori (kal) sama dengan kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur 1 gr air sebesar 1 °C (menaikkan suhu dari 14,5 °C menjadi 15,5 °C).

Besar kecilnya kalor yang dibutuhkan suatu benda atau (zat) bergantung pada 3 faktor antara lain : massa zat, jenis zat kalor (kalor jenis), dan perubahan suhu. Sehingga secara matematis untuk menghitung laju perpindahan kalor yang diserap pada fluida pendingin ($\bar{Q}_c$), dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{Q}_c = \dot{m}c \times Cpc \times \Delta Tc \quad \text{.....(2.1)}$$

Keterangan :

$\bar{Q}_c$ = Laju perpindahan kalor yang diserap pada fluida pendingin (Watt)

$\dot{m}_c$ = Laju aliran massa pendingin (kg/s)

Cp_c = Kalor spesifik pada tekanan dingin konstan (kJ/kg.°C)

ΔT = Beda temperatur air dingin masuk dan keluar (°C)

Sedangkan untuk menghitung laju perpindahan kalor yang diberikan fluida panas ($\bar{Q}_h$), dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{Q}_h = \dot{m}_h \times \Delta_h + \dot{m}_h \times Cp_h \times (T_2 - T_5) \quad \text{.....(2.2)}$$

Keterangan :

$\bar{Q}_h$ = Laju perpindahan aliran kalor yang diberikan fluida panas (Watt)
$\dot{m}_h$ = Laju aliran massa panas (kg/s)
Cp_h = Kalor spesifik pada tekanan panas konstan (kJ/kg.°C)
Δ_h = Entalpi penguapan/pengembunan (kJ/kg)
T_2 = Temperatur uap masuk (°C)
T_5 = Temperatur kondensat (°C)

Dalam pembahasan kalor ada 2 konsep yaitu kapasitas kalor (H) dan kalor jenis (c). Kapasitas kalor (H) adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu benda sebesar 1 derajat celcius.

Kalor jenis adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1 derajat celcius. Alat yang digunakan untuk menentukan besar kalor jenis adalah kalorimeter.

2.9.2. Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas, dingin suatu benda. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. Dalam kehidupan sehari-hari untuk mengukur suhu cenderung digunakan indera peraba. Skala suhu yangt digunakan di Indonesia secara umum ada 4 macam yaitu : Celcius, Fahrenheit, Kelvin, dan Reamur. Tetapi paling sering digunakan adalah Celcius.

2.9.3. Asas Black

Penemu adalah Joseph Black (1720 – 1799) dari Inggris. Menurut asas black apabila ada dua benda yang suhunya berbeda kemudian disatukan atau dicampur maka akan terjadi aliran kalor dari benda yang bersuhu tinggi menuju

termal (suhu kedua benda sama). Kalor akan dilepas benda yang bersuhu tinggi, dan kalor diterima oleh benda bersuhu rendah.

2.9.4. Perpindahan Kalor

Kalor dapat merambat melalui tiga macam cara yaitu :

a. Konduksi
b. Konveksi
c. Radiasi

2.9.4.a. Konduksi

Konduksi adalah perambatan kalor tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat perantara. Konduksi biasanya terjadi pada benda padat. Proses perpindahan kalor secara konduksi bila dilihat secara atomik merupakan pertukaran energi kinetik antar molekul (atom), dimana

Bila T_2 dan T_1 dipertahankan terus besarnya, maka kesetimbangan termal tidak akan tercapai. Dalam keadaan mantap/tunak (*steady state*), kalor yang mengalir persatuan waktu sebanding dengan luas penampang A, sebanding dengan perbedaan temperatur ΔT dan berbanding terbalik dengan lebar bidang Δl.

2.9.4.b. Konveksi

Konveksi adalah perambatan kalor yang disertai perpindahan bagian-bagian zat, karena perbedaan massa jenis. Kalor ditransfer dari suatu tempat ke tempatyang lain dengan pergerakan molekul, zat atau materi.

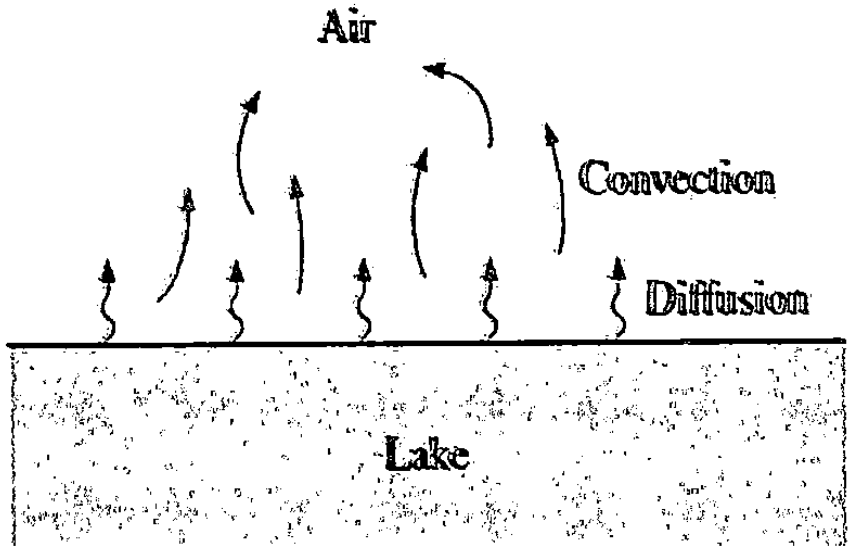
Perpindahan panas konveksi diklasifikasikan :

1. Konveksi bebas (alami)

   Terjadi karena perbedaan kerapatan (*densitas*) yang disebabkan gradient suhu dan disebabkan tanpa adanya alat bantu.

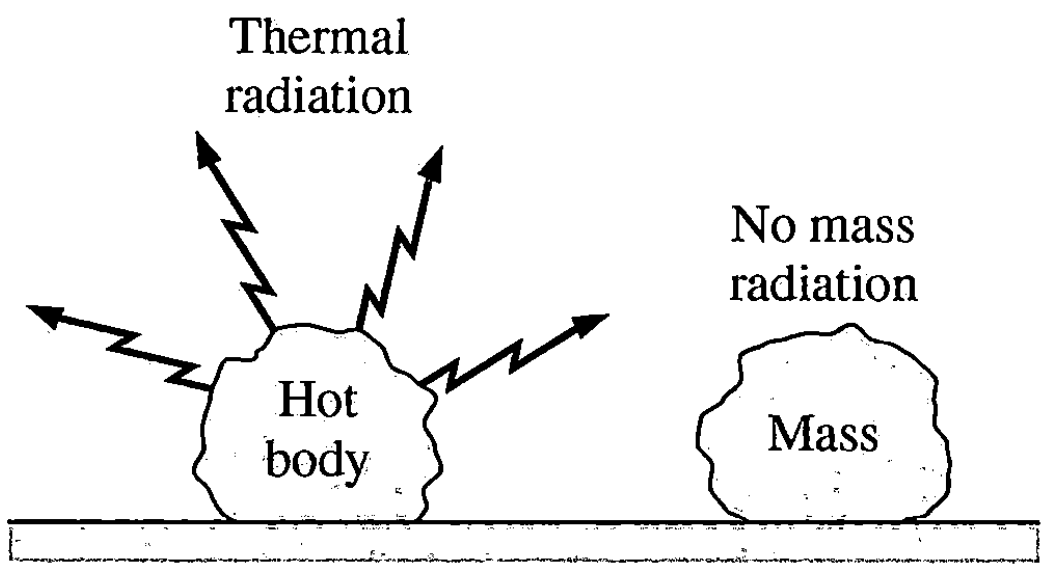
2. Konveksi paksa

   Konveksi paksa terjadi apabila gerakan pertukaran temperatur karna adanya pengaruh mekanik atau energi luar, seperti pompa, blower, dsb.



2.9.4.c. Radiasi

Radiasi adalah perambatan kalor dengan pancaran berupa gelombang-gelombang elektromagnetik. Pancaran kalor secara radiasi mengikuti *Hukum Stefan Boltzmann* :



Gambar 2.7 Bagan pengaruh radiasi datang

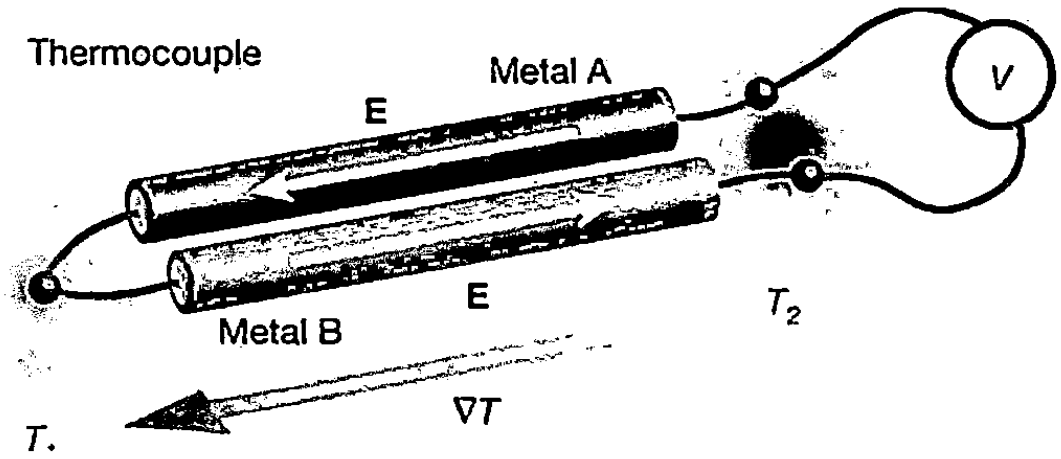
(Cengel, 2006)

2.10. *Thermocouple*

Thermocouple adalah salah satu dari beberapa jenis sensor temperatur yang menggunakan metode secara elektrik dan sensor ini adalah sensor yang paling luas digunakan pada dunia penindustrian .Sensor ini terdiri dari dua kawat dari logam-logam yang berbeda yang kemudian dilas (dikonneksikan) menjadi satu sama lain pada salah satu ujungnya. Thermocouple memiliki paling sedikit dua atau lebih hubungan yang berfungsi sebagai hubungan pertama sebagai variable pengukuran (*Hot Junction*) dan hubungan yang kedua sebagai referensi variable (*Cold Junction*) yang nantinya akan digunakan sebagai pembanding antar element.

Prinsip kerja dari *thermocouple* menggunakan efek *seebeck* (Efek *Seebeck* adalah konversi energi panas menjadi energi listrik). Arus listrik mengalir pada

mengalami beda temperatur. Bila rangkaian dibuka maka akan muncul tegangan *Seebeck* pada kedua terminal. jadi menurut efek *seebeck* ketika dua konduktor yang berbeda menerima panas maka akan menimbulkan EMF (*Electricmotive Force*) yang akan menimbulkan tegangan kecil dengan kisaran range 1 hingga 70 microvolt untuk setiap derajat kenaikan suhu. Dan kemudian akan dikonversikan sesuai dengan *reference* table yang telah ada (table ini sesuai dengan tipe dari *thermocouple* yang dipakai).



Gambar 2.8 Menunjukkan arah aliran elektron ketika *thermocouple* dipanaskan (http://elektronika-dasar.web.id/komponen/sensor-tranducer/sensor-suhu-thermocouple/)

2.10.1. Kalibrasi Thermocouple

Kalibrasi thermocouple adalah kegiatan untuk menentukan konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan tehadap standar ukur yang mampu telusur (*traceable*) ke standar nasional untuk satuan ukuran atau internasional. Setelah dilakukan kalibrasi maka didapat data untuk pengkalibrasian *thermocouple*, data tersebut digunakan untuk temperatur sebenarnya dengan menggunakan rumus :

Keterangan :

m	= massa kalibrasi
$T_{thermocouple}$	= temperatur *thermocouple* (^{o}C)