

SKRIPSI
RANCANG BANGUN MESIN DISTILASI DAUN KELOR DENGAN
METODE PENYULINGAN UAP LANGSUNG (*STEAM*
***DISTILLATION*)**

Disusun dan diajukan oleh

FARIED FAJRIN ABSAR

D21116326



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN MESIN DISTILASI DAUN KELOR DENGAN
METODE PENYULINGAN UAP LANGSUNG (*STEAM
DISTILLATION*)**

Oleh:

FARIED FAJRIN ABSAR

D211 16 326

Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas
Hasanuddin

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**RANCANG BANGUN MESIN DISTILASI DAUN KELOR
DENGAN METODE PENYULINGAN UAP LANGSUNG
(STEAM DISTILLATION)**

Disusun dan diajukan oleh :

Faried Fajrin Absar

D211 16 326

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 2 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

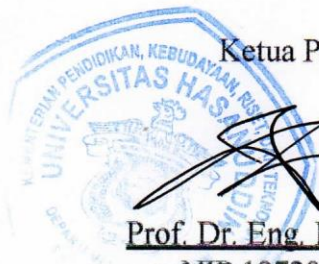


Prof. Dr. Ir. Zurvati Djafar, MT.
NIP. 19680301 199702 2 001



Prof. Dr.-Ing. Ir. Wahyu Haryadi Piarah, MSME
NIP. 19600302 198609 1 001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Eng. Ir. Jalaluddin, ST, MT
NIP 19720825200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Faried Fajrin Absar
Nomor mahasiswa : D21116326
Program studi : Teknik Mesin
Jenjang : Program Sarjana (S1)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul :

RANCANG BANGUN MESIN DISTILASI DAUN KELOR DENGAN METODE PENYULINGAN UAP LANGSUNG (STEAM DISTILLATION)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan pengambilan alihan tulisan orang lain, skripsi yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 Agustus 2023

Yang menyatakan



Faried Fajrin Absar

NIM : D21116326

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, oleh karena berkat dan tuntunan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Mesin Distilasi Daun Kelor dengan Metode Penyulingan Uap Langsung (*Steam Distillation*).” Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini dapat selesai karena bantuan, motivasi, dukungan serta doa dari banyak pihak. Pada kesempatan ini, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberkati penulis senantiasa, dan menjadi sumber kekuatan dan pengharapan penulis.
2. Kedua orang tua, Bapak Absar Malamu dan Ibu Erni Effendy yang dukungannya selalu mengalir buat penulis. Tak hanya berperan sebagai orang tua namun juga sebagai kawan, dan yang tiada henti memberi kasih kepada penulis, doa, serta motivasi khususnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Dr.Eng Ir. Jalaluddin, S.T.,M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Prof. Dr.-Ing. Ir. Wahyu Haryadi Piarah, MSME. selaku Dosen Pembimbing II saya pada tugas akhir ini. Terima kasih atas segala kesempatan, kesabaran, waktu, bimbingan, arahan, serta ilmu yang boleh saya peroleh selama ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta Staff Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada saya dan juga membantu dalam hal administrasi selama saya kuliah.
6. Teman-teman COMPREZZOR 2016 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu di sini, yang mewarnai dunia perkuliahan saya dari awal hingga akhir.
7. Teman-teman Junior di Lab Mesin Heating and Cooling yang telah membantu saya selama berada di Lab, dan sebagai teman penghibur selama berada di Lab
8. Teman-teman saya serta semua pihak yang namanya tidak bisa saya sebutkan satu per satu, yang juga turut membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Demikian tugas akhir ini penulis buat, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat, baik itu bagi penulis, pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini, serta para pembaca untuk menambah wawasan ataupun sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Gowa, 27 Maret 2022

Penulis

ABSTRAK

Potensi sumber daya alam Indonesia yang mampu menyumbang devisa Negara cukup besar yaitu minyak atsiri yang dapat diperoleh baik dari bunga, tangkai dan daun Kelor. Minyak atsiri juga sangat bermanfaat dan digunakan pada berbagai industri seperti industri kosmetik, obat-obatan, makanan dan minuman. Setidaknya ada 70 jenis minyak atsiri yang selama ini diperdagangkan di pasar internasional dan 40 jenis di antaranya dapat diproduksi di Indonesia (Lutony, Rahmayati, 2000). Masalah yang timbul adalah pemanfaatan daun Kelor masih kurang dibandingkan dengan bunga dan tangkainya. Daun Kelor memiliki kandungan minyak atsiri 1-4% yang memungkinkan untuk dilakukan penyulingan minyak yang terkandung di dalamnya, sehingga limbah tersebut memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Nuryoto, 2011). Tujuan dari penelitian ini yaitu menguji produktivitas dari mesin distilasi minyak daun Kelor, menguji kualitas/kadar Kelor dari mesin distilasi minyak daun Kelor dan menghitung kebutuhan energi dari mesin distilasi minyak daun Kelor, dan melakukan uji rendemen dari mesin distilasi minyak daun Kelor.

Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan pada penelitian ini yaitu dengan rancang bangun alat mesin distilasi dengan sistem penyulingan uap langsung (*steam distillation*) yang memisahkan wadah pemanas air dan wadah bahan. Melalui rancang bangun alat, dapat diuji parameter-parameter yang telah ditentukan.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kapasitas efektifitas alat yang paling optimal yaitu 10,6 ml/jam. Sedangkan pada efisiensi alat, hasil yang diperoleh yaitu efisiensi 86,54% atau layak digunakan. Kemudian pada uji kualitas semuanya memenuhi Standar Nasional Indonesia 2006 (SNI 2006), terkecuali pada eugenol total dan beta-caryophyllene yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti bahan alat dari besi dan bukan aluminium maupun pada sistem pendinginan yang kurang maksimal, serta penampungan yang tidak sempurna. Kebutuhan energi dari mesin distilasi minyak daun Kelor berbanding lurus dengan durasi penyulingan. Hasil uji rendemen pada tiap- tiap percobaan yang dimulai dari percobaan I dengan durasi waktu 1 jam yaitu 2,80%, dan percobaan ke-II yaitu 1,67%. Kemudian percobaan ke-III dengan durasi waktu 2 jam yaitu 4,00%, dan percobaan ke-IV yaitu 3,53%. Lalu untuk durasi waktu 3 jam, terdiri dari percobaan ke-V dengan hasil rendemen 4,20%, dan percobaan ke-VI menunjukkan hasil rendemen 4,27%. Berdasarkan hasil yang paling optimal pada uji rendemen yaitu pada percobaan ke-VIII dengan durasi waktu 3 jam, yang menghasilkan rendemen total 4,70%.

Kata Kunci: Daun Kelor, Alat, Penyulingan uap langsung.

ABSTRACT

The potential of Indonesia's natural resources that are able to contribute to the country's foreign exchange is quite large, namely essential oils that can be obtained both from flowers, stalks, and Moringa leaves. Essential oils are also very useful and are used in various industries such as the cosmetics, medicine, food, and beverage industries. There are at least 70 types of essential oils that have been traded in the international market and 40 types of them can be produced in Indonesia (Lutony, Rahmayati, 2000). The problem that arises is that the use of Moringa leaves is still less than the flowers and stems. Moringa leaves have an essential oil content of 1-4% which makes it possible to distill the oil contained therein so that the waste has a high economic value (Nuryoto, 2011). The purpose of this research is to test the productivity of the Moringa leaf oil distillation machine, to test the quality/content of Moringas from the Moringa leaf oil distillation machine and calculate the energy requirements of the Moringa leaf oil distillation machine, and test the yield of the Moringa leaf oil distillation machine.

The method used to achieve the objectives in this study is to design a distillation machine tool with a direct steam distillation system (steam distillation) that separates the water heater container and the material container. Through the design of the tool, the parameters that have been determined can be tested.

Based on the results of the study, it was found that the most optimal tool effectiveness capacity was 25.5 ml/hour. While on the efficiency of the tool, the results obtained are 86.54% efficiency or suitable for use. Then in the quality test, all of them met the 2006 Indonesian National Standard (SNI 2006), except for total eugenol and beta-caryophyllene which were caused by several factors such as iron and non-aluminum equipment as well as a less than an optimal cooling system, and imperfect storage. The energy requirement of the Moringa leaf oil distillation machine is directly proportional to the duration of distillation. The yield test results for each experiment starting from experiment I with a duration of 1 hour were 2.80%, and experiment II was 1.67%. Then the third experiment with a duration of 2 hours is 4.00%, and the fourth experiment is 3.53%. Then for a duration of 3 hours, consisting of the fifth experiment with a yield of 4.20%, and the sixth experiment showing a yield of 4.27%. Based on the most optimal results in the yield test, namely in the VIII experiment with a duration of 3 hours, which resulted in a total yield of 4.70%.

Keywords: Moringa leaf, Tool, Steam distillation.

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Minyak Atsiri.....	5
1. Sifat-sifat Minyak Atsiri	6
2. Daun Kelor.....	6
B. Minyak Atsiri Daun Kelor	7
C. Pengambilan Minyak Atsiri Daun Kelor.....	7
D. Distilasi.....	8
1. Macam-macam Proses Distilasi.....	9
E. Metode Distilasi (Penyulingan).....	10
1. Penyulingan dengan Air.....	10
2. Penyulingan dengan air dan uap.....	11
3. Penyulingan dengan Uap Langsung.....	12
F. Ketel Uap (Boiler).....	13
1. Efisiensi Ketel Uap (Boiler).....	13
G. Rendemen dan Durasi Distilasi	14
H. LPG (Liquid Petroleum Gas)	14

BAB III	16
METODE PENELITIAN	16
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
B. Alat dan Bahan yang digunakan	16
C. Rancang Bangun Alat	20
D. Prosedur Kerja.....	21
1. Pembuatan Alat.....	21
E. Parameter yang diamati	22
1. Kapasitas Efektivitas Alat.....	22
2. Rendemen	23
3. Efisiensi Alat	23
F. Diagram Alir.....	24
BAB IV	25
HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Gambaran Umum Penelitian.....	25
B. Kapasitas Efektifitas Alat	27
C. Kebutuhan Energi dari Mesin Distilasi Daun Kelor	29
D. Rendemen	30
E. Proses Pemisahan Air dan Minyak Kelor	31
F. Kebutuhan Energi dari Mesin Distilasi Daun Kelor.....	32
G. Prosedur Skrining Fitokimia.....	33
H. Manfaat Uji Kadar Total Flavanoid	35
BAB V	36
PENUTUP	36
A. Kesimpulan.....	36
B. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Negara dengan wilayah daratan yang sangat luas, Indonesia memiliki sejumlah potensi yang jika dikelola dengan baik, akan memiliki nilai jual dan bisa menghasilkan devisa bagi Negara. Salah satunya adalah minyak atsiri. Minyak atsiri atau yang disebut juga dengan *essential oils*, *etherial oils*, atau *volatile oils* adalah salah satu komoditi yang memiliki potensi besar di Indonesia. Minyak atsiri adalah ekstrak alami dari jenis tumbuhan tertentu, baik berasal dari daun, bunga, kayu, biji-bijian bahkan putik bunga.

Minyak atsiri merupakan salah satu produk yang dibutuhkan pada berbagai industri seperti industri kosmetik, obat-obatan, makanan dan minuman. Minyak atsiri juga dapat digunakan sebagai aroma terapi (Nurdjannah, 2004).

Buku Trubus Info Kit, 2009 : 2 disebutkan bahwa setiap tahun konsumsi minyak atsiri beserta turunannya meningkat 8-10% (Bambang. Dkk. 2009). Kegunaan minyak atsiri sangat banyak. Industri komestik dan minyak wangi menggunakan minyak atsiri sebagai bahan pembuatan sabun, pasta gigi, samphoo, lotion dan parfum. Industri makanan menggunakan minyak atsiri sebagai penyedap atau penambah cita rasa. Industri farmasi menggunakannya sebagai obat anti nyeri, anti infeksi, pembunuh bakteri. Fungsi minyak atsiri sebagai wewangian juga digunakan untuk menutupi bau tak sedap bahan-bahan lain seperti obat pembasmi serangga yang diperlukan oleh industri bahan pengawet dan bahan insektisida (Rahmawati, 2000 dalam Sulaksana, 2015).

Setidaknya ada 70 jenis minyak atsiri yang selama ini diperdagangkan di pasar internasional dan 40 jenis di antaranya dapat diproduksi di Indonesia. Industri pengolahan minyak atsiri di Indonesia telah muncul sejak jaman penjajahan (Lutony, Rahmayati, 2000). Namun jika dilihat dari kualitas dan kuantitasnya tidak mengalami banyak perubahan. Ini disebabkan karena sebagian besar pengolahan minyak atsiri masih menggunakan teknologi sederhana atau tradisional dan umumnya memiliki kapasitas produksi yang

terbatas. Diantara sekian banyak tumbuhan yang bisa menghasilkan minyak atsiri, Kelor merupakan komoditas yang paling populer di Indonesia. Tanaman Kelor (*Syzygium aromaticum*) dapat digunakan untuk menghasilkan minyak Kelor (*Moringa oil*), minyak tangkai Kelor (*Moringa stemoil*), dan minyak daun Kelor (*Moringa leaf oil*).

Daun Kelor merupakan hasil dari pohon Kelor yang belum banyak dimanfaatkan oleh petani dibandingkan dengan bunga atau tangkai Kelor yang banyak digunakan. Menurut Guenther, tanaman Kelor yang berumur lebih dari 20 tahun, setiap minggunya dapat terkumpul daun kering sebanyak rata-rata 0,96kg/pohon, sedangkan tanaman yang berumur kurang dari 20 tahun dapat terkumpul sebanyak 0,46 kg/pohon (Supriatna dkk., 2004).

Masalah yang timbul adalah bagaimana memanfaatkan daun Kelor yang umumnya selama ini dianggap sampah baik oleh petani maupun masyarakat, Padahal daun Kelor memiliki kandungan minyak atsiri 1-4%. Dengan kandungan tersebut memungkinkan untuk dilakukan penyulingan minyak yang terkandung di dalamnya, sehingga limbah tersebut memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Nuryoto, 2011). Minimnya pengetahuan masyarakat mengenai manfaat dari daun Kelor serta kurangnya alat yang dapat digunakan untuk mempermudah pengolahan daun Kelor tersebut membuat pengerjaan dilakukan secara konvensional.

Adapun metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu penyulingan uap langsung (*steam distillation*) sebagai metode penyulingan yang cukup sering digunakan untuk penyulingan daun Kelor.

Berdasarkan latar belakang inilah maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Rancang Bangun Mesin Distilasi Daun Kelor dengan Metode Penyulingan Uap Langsung (*Steam Distillation*).”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latarbelakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana hasil efektifitas mesin distilasi daun Kelor?
- b. Bagaimana menghitung kebutuhan energi mesin distilasi daun Kelor?
- c. Bagaimana hasil uji rendemen dari mesin distilasi daun Kelor?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Menghitung kapasitas efektifitas alat mesin daun Kelor.
- b. Menghitung kebutuhan energi dari mesin distilasi daun Kelor.
- c. Melakukan prosedur skrining fitokimia hasil distilasi daun Kelor.

D. Batasan Masalah

Untuk membatasi lingkup penelitian ini, maka adapun batasan-batasan yang diteliti yaitu:

- a. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan minyak daun Kelor, hanya daun Kelor saja.
- b. Berat sampel yang digunakan ± 250 gram atau sekitar 1 karung daun Kelor.
- c. Pemanasan sampel menggunakan mesin distilasi modifikasi.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yang dapat dirasakan oleh pihak terkait antara lain yaitu:

- a. Bagi Mahasiswa
 - 1) Mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang selama ini diperoleh secara praktik.
 - 2) Mahasiswa dapat menambah dan memperdalam wawasan mengenai topik yang diambil.
 - 3) Mahasiswa mendapatkan keterampilan berkomunikasi maupun bekerja sama, sebagai bekal untuk dunia kerja nantinya.
 - 4) Sebagai bahan referensi untuk mengembangkan pemanfaatan maupun alternatif lain tentang daun Kelor.

b. Bagi Universitas

- 1) Mengetahui sejauh mana ilmu yang diserap oleh mahasiswa selama kuliah.
- 2) Memperoleh gambaran nyata tentang kondisi dan hasil dari penelitian mahasiswa terkait topik yang diambil sebagai informasi untuk mengembangkan kurikulum yang ada dan memperbaharui peran mahasiswa dalam masyarakat.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang gambaran mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori dan studi lainnya yang berkaitan dengan permasalahan dan digunakan dalam memecahkan masalah penelitian, serta terdapat penelitian tendahulu sebagai pembanding dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat langkah-langkah dalam penulisan penelitian, mulai dari objek penelitian, identifikasi masalah, jenis data yang digunakan, metode pengambilan data, sampai dengan penggunaan metode analisa data.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Atsiri

Minyak Atsiri atau yang biasa disebut juga dengan *essential oils*, *etherial oils*, atau *volatile oils* adalah salah satu komoditi yang memiliki potensi besar di Indonesia. Minyak Atsiri adalah ekstrak alami dari jenis tumbuhan tertentu, baik berasal dari daun, bunga, kayu, biji-bijian bahkan putikbunga.

Komponen minyak atsiri secara umum mudah menguap sehingga banyak yang menyebut minyak terbang. Minyak atsiri disebut juga etherial oil atau minyak eteris karena bersifat seperti eter, dalam bahasa internasional biasa disebut *essential oil* (minyak essen) karena bersifat khas sebagai pemberi aroma/bau. Minyak atsiri dalam keadaan segar dan murni umumnya tidak berwarna, namun pada penyimpanan yang lama warnanya berubah menjadi lebih gelap. Minyak atsiri bersifat mudah menguap karena titik uapnya rendah sebagaimana minyak lainnya, sebagian besar minyak atsiri tidak larut dalam air dan pelarut polar lainnya. Secara kimiawi, minyak atsiri tersusun dari campuran yang rumit berbagai senyawa, namun suatu senyawa tertentu memberi suatu aroma yang khas. Minyak atsiri sebagian besar termasuk dalam golongan senyawa organik terpena dan terpenoid yang bersifat larut dalam minyak atau lipofil (Guenther, 1987 dalam Lestari, 2017).

Setidaknya ada 70 jenis Minyak Atsiri yang selama ini diperdagangkan di pasar internasional dan 40 jenis di antaranya dapat diproduksi di Indonesia, 12 jenis di antaranya diklasifikasikan sebagai komoditi ekspor. Meskipun banyak jenis Minyak Atsiri yang bisa diproduksi di Indonesia, baru sebagian kecil jenis Minyak Atsiri yang telah diusahakan di Indonesia. Kegunaan Minyak Atsiri sangat banyak, tergantung dari jenis tumbuhan yang diambil hasil sulingnya. Minyak Atsiri digunakan sebagai bahan baku minyak wangi, komestik dan obat-obatan. Minyak Atsiri juga digunakan sebagai kandungan dalam bumbu maupun pewangi (*flavour and fragrance ingredients*). Industri

komestik dan minyak wangi menggunakan Minyak Atsiri sebagai bahan pembuatan sabun, pasta gigi, shampoo, lotion dan parfum (Atase Perdagangan KBRI Berlin, 2014).

1. Sifat-sifat Minyak Atsiri

Adapun sifat-sifat minyak atsiri yang diketahui yaitu tersusun oleh bermacam-macam komponen senyawa. Memiliki bau khas, umumnya bau ini mewakili bau tanaman asalnya. Bau minyak atsiri satu dengan yang lain berbeda-beda, sangat tergantung dari macam dan intensitas bau dari masing-masing komponen penyusunnya. Mempunyai rasa getir, kadang-kadang berasa tajam, menggigit, memberi kesan hangat sampai panas, atau justru dingin ketika terasa di kulit, tergantung dari jenis komponen penyusunnya.

Minyak atsiri dalam keadaan murni (belum tercemar oleh senyawa lain) mudah menguap pada suhu kamar. Bersifat tidak stabil terhadap pengaruh lingkungan, baik pengaruh oksigen udara, sinar matahari (terutama gelombang ultra violet) dan panas, karena terdiri dari berbagai macam komponen penyusun. Bersifat tidak bisa disabunkan dengan alkali dan tidak bisa berubah menjadi tengik (rancid). Bersifat optis aktif dan memutar bidang polarisasi dengan rotasi yang spesifik. Mempunyai indeks bias yang tinggi. Pada umumnya tidak dapat bercampur dengan air, dapat larut walaupun kelarutannya sangat kecil, tetapi sangat mudah larut dalam pelarut organik (Guenther, 1987).

2. Daun Kelor

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) dapat tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi di daerah berpasir atau sepanjang sungai. Daun kelor berbentuk bulat telur dengan tepi daun rata dan ukurannya kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai. (Ramdhan, 2015). Daun kelor bertindak sebagai sumber antioksidan alami yang baik karena adanya berbagai jenis senyawa antioksidan seperti asam askorbat, flavonoid, fenolik dan karotenoid. Kehadiran dua flavonoid dengan kemampuan antioksi dan terbukti dapat memberikan nilai tambah untuk minyak atsiri, karena sifatnya berpotensi anti kanker (Marrufo et al., 2013).

B. Minyak Atsiri Daun Kelor

Minyak atsiri dari daun kelor banyak dimanfaatkan pada industri farmasi karena memiliki sifat biologis yang berguna seperti anti hipertensi, anti jamur, anti tumor dan anti kanker (Zhao and Zhang, 2013). Kemudian minyak atsiri daun kelor dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan sabun, lilin, plastik, dan kosmetik karena pada minyak atsiri daun kelor terdapat kandungan asam stearat, dan minyak atsiri daun kelor digunakan sebagai precursor sintesis vitamin E dan vitamin K (Fitriana, 2017).

C. Pengambilan Minyak Atsiri Daun Kelor

Pengambilan minyak atsiri dapat dilakukan dengan metode konvensional dan non konvensional. Metode konvensional yang umum dilakukan adalah metode penyulingan air, uap maupun kukus serta ekstraksi dengan bahan kimia seperti ekstraksi soxhlet, enfleurasi dan maserasi. Sedangkan untuk metode non konvensional yang telah dikembangkan saat ini adalah metode Ekstraksi berbantuan gelombang mikro, metode Ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik (EBU), dan metode Supercritical Fluid Extration (Zhao and Zhang, 2013; Gotama, Rahman and Anjarwadi, 2017). Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan bahan baku daun kelor yaitu ekstrak minyak atsiri daun kelor dengan metode maserasi dengan pelarut heksana menghasilkan rendemen 9,976 %, kemudian pada metode ekstraksi soxhlet dengan pelarut heksana menghasilkan rendemen 11,406 % dan dengan pelarut air menghasilkan rendemen 9,3% (Kiswandono, 2011; Zhao and Zhang, 2013). Komponen utama minyak atsiri daun kelor adalah senyawa phytol 7,7 – 21,6% (Marrufo et al., 2013), hexacosane 11,2 – 13, 9%, pentacosane 13,3 – 17,4%, dan heptacosane 11,4% (Chuang et al., 2007; Marrufo et al., 2013).

D. Distilasi

Destilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan atau didefinisikan juga teknik pemisahan kimia yang berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang

memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Metode ini merupakan termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya (Choirul Anwar, 1994).

Destilasi juga bisa dikatakan sebagai proses pemisahan komponen yang ditujukan untuk memisahkan pelarut dan komponen terlarutnya. Hasil destilasi disebut destilat dan sisanya disebut residu. Pada suatu peralatan destilasi umumnya terdiri dari suatu kolom, pemanas, kondensor, penampung refluks, pompa, packed (bahan isian kolom destilasi) dan alat pengukur suhu atau thermometer (Ria Amiriani dan Ria Yunisa, 2006).

Prinsip dari proses ini adalah campuran yang akan dipisahkan dimasukkan dalam alat destilasi. Dibagian bawah alat terdapat pemanas yang berfungsi untuk menguapkan campuran yang ada. Zat yang memiliki titik didih paling rendah dalam campurannya akan menguap terlebih dahulu. Uap yang terbentuk akan mengalir keatas dan terkondensasi pada kondensor dan membentuk cairan kembali lalu ditampung sebagai destilat (Choirul Anwar, 1994).

1. Macam-macam Proses Distilasi

Proses destilasi dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu sebagai berikut :

a. Destilasi Sederhana

Destilasi sederhana adalah salah satu cara pemurnian zat cair yang tercemar oleh zat cair lain dengan perbedaan titik didih yang besar, sehingga zat pencemar atau pengotor akan tertinggal sebagai residu. Destilasi ini digunakan untuk memisahkan campuran cair-cair. Misalnya air-alkohol atau air-aseton.

b. Destilasi Fraksionisasi

Fungsi destilasi fraksionasi adalah memisahkan komponen-komponen cair, dua atau lebih, dari suatu larutan berdasarkan perbedaan titik didihnya. Destilasi ini juga dapat digunakan untuk campuran dengan perbedaan titik didih kurang dari 20°C dan bekerja pada tekanan atmosfer atau dengan tekanan rendah. Destilasi jenis ini digunakan pada industri minyak mentah, untuk memisahkan komponen-komponen dalam minyak mentah.

c. Destilasi Uap

Destilasi uap digunakan pada campuran senyawa-senyawa yang memiliki titik didih mencapai 200°C atau lebih. Destilasi uap dapat menguapkan senyawa-senyawa ini dengan suhu mendekati 100°C dalam tekanan atmosfer dengan menggunakan uap atau air mendidih. Sifat yang fundamental dari destilasi uap adalah dapat mendestilasi campuran senyawa dibawah titik didih dari masing-masing senyawa campurannya. Selain itu destilasi uap dapat digunakan untuk campuran yang tidak larut dalam air di semua temperatur, tetapi dapat didestilasi dengan air. Aplikasi dari destilasi uap adalah untuk mengekstrak beberapa produk alam seperti bromelin dari nanas, minyak citrus dari lemon dan untuk ekstraksi minyak parfum dari tumbuhan.

d. Destilasi Vakum

Distilasi vakum adalah distilasi yang tekanannya di bawah tekanan atmosfer. Prinsip ini didasarkan pada hukum fisika di mana zat cair akan mendidih di bawah titik didih normalnya apabila tekanan pada permukaan zat cair itu diperkecil atau vakum. Distilasi vakum biasanya digunakan jika senyawa yang ingin didistilasi tidak stabil, dengan pengertian dapat terdekomposisi sebelum atau mendekati titik didihnya atau campuran yang memiliki titik didih sangat tinggi (di atas 150°C) dengan menurunkan tekanan permukaan lebih rendah dari 1 atm, sehingga titik didihnya menjadi sangat rendah. Suhu yang digunakan untuk proses distilasi tidak perlu terlalu tinggi. Untuk memperkecil tekanan permukaan zat cair dipergunakan dengan alat *jet ejector* dan *barometric condenser*.

(Widayat et al, 2015 dalam Widhi, 2017).

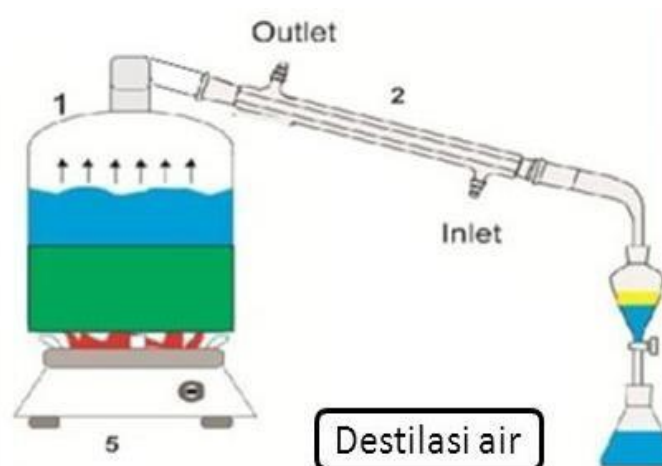
Fungsi dari Destilasi Vakum untuk menurunkan titik didih sehingga tidak merusak komponen zat yang dipisahkan. Prinsip penurunan tekanan ini sangat cocok untuk pemurnian minyak atsiri untuk menghindari terjadinya cracking atau kerusakan pada minyak atsiri (Machmud Lutfi et al, 2013).

E. Metode Distilasi (Penyulingan)

Penyulingan dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu: Penyulingan dengan air (*hydro distillation*), penyulingan dengan air dan uap (*hydro and steam distillation*) dan penyulingan dengan uap langsung (*steam distillation*).

1. Penyulingan dengan Air

Pada metode ini, bahan yang akan disuling dikontakkan langsung dengan air mendidih. Bahan tersebut mengapung di atas air atau terendam secara sempurna tergantung dari bobot jenis dan jumlah bahan yang disuling. Air dipanaskan dengan metode pemanasan yang biasa dilakukan, yaitu dengan panas langsung (Guenther, 1987).

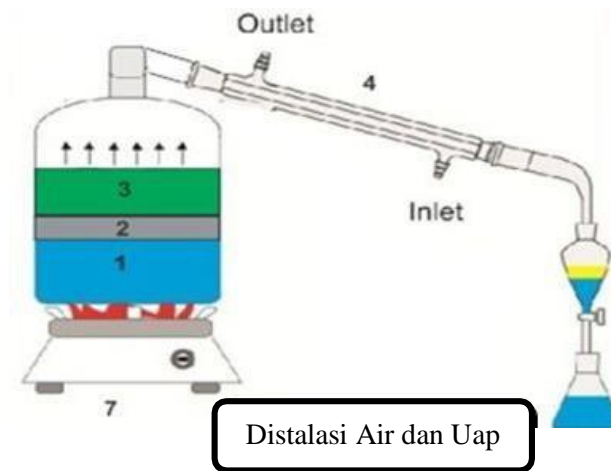


Gambar 2.1 Distilasi Air
 Sumber: Herlina (2015)

Prinsip kerja penyulingan dengan air adalah sebagai berikut: Ketel penyulingan diisi air sampai volumenya hampir separuh, lalu dipanaskan. Sebelum air mendidih, bahan baku dimasukkan ke dalam ketel penyulingan. Dengan demikian penguapan air dan minyak atsiri berlangsung bersamaan. Cara penyulingan seperti ini disebut: penyulingan langsung (*direct distillation*). Bahan baku yang digunakan biasanya dari bunga atau daun yang mudah bergerak di dalam air dan tidak mudah rusak oleh panas uap air. Penyulingan secara sederhana ini sangat mudah dilakukan, dan tidak perlu modal banyak. Namun kadar minyaknya sedikit (Hapsari, 2015).

2. Penyulingan dengan air dan uap

Penyulingan minyak atsiri dengan cara ini memang sedikit lebih maju dan produksi minyaknya pun relatif lebih baik daripada metode distilasi air (*hydro distillation*).



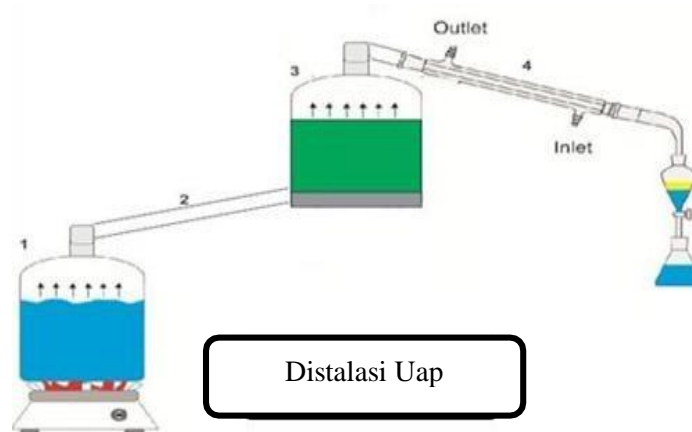
Gambar 2.2 Distalasi Air dan Uap

Sumber: Herlina (2015)

Bahan yang disuling tidak berhubungan langsung dengan air. Bahan diletakkan di atas piringan yang berlubang-lubang seperti ayakan dan terletak beberapa sentimeter di atas air yang akan dididihkan. Jadi penyulingan seperti ini juga dikenal dengan penyulingan secara kukus. Selanjutnya uap yang timbul akibat pemanasan air akan mengalir melalui lubang-lubang piringan dan terus mengalir melewati bahan sambil membawa minyak yang dikandung bahan. Uap ini akan dikondensasi agar kembali menjadi cair sehingga minyak dan air dapat dipisahkan. (Lubis, 2010).

3. Penyulingan dengan Uap Langsung

Penyulingan dengan cara ini membedakan wadah pemanasan air dan wadah bahan. Air akan mengalami pemanasan sehingga mengeluarkan uap kemudian uap akan dialirkan menuju wadah bahan.



Gambar 2.3 Distalasi Uap
 Sumber: Herlina (2015)

Di dalam wadah bahan, bahan diletakkan di atas piringan yang berlubang-lubang sama seperti penyulingan dengan uap dan air. Selanjutnya uap tetap akan mengalami proses pendinginan untuk dicairkan (Lubis, 2010).

F. Ketel Uap (Boiler)

Boiler atau ketel uap adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanaskan air yang berada di dalam pipa-pipa dengan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Pembakaran dilakukan secara kontinue di dalam ruang bakar dengan mengalir bahan bakar dan udara dari luar.

Boiler berperan untuk menghasilkan uap yang dapat dipakai untuk mendistilasi daun Kelor yang akan diolah. Proses penguapan berlangsung pada keranjang daun, kemudian minyak yang terkandung akan menguap dan dialirkan pada bak penampung yang disediakan melalui pipa-pipa yang melewati air pendingin guna mengubah struktur embun menjadi cair dengan metode kondensasi menggunakan kondensator.

1. Efisiensi Ketel Uap (Boiler)

Efisiensi pada boiler merupakan pengukuran atau tingkat unjuk kerja boiler atau ketel uap yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan ke atau diserap oleh fluida kerja di dalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar. Terdapat dua metode pengkajian efisiensi boiler.

- a. Metode Langsung: energi yang didapat dari fluida kerja (air dan steam) dibandingkan dengan energi yang terkandung dalam bahan bakar boiler.
- b. Metode Tidak Langsung: efisiensi merupakan perbedaan antara kehilangan dan energi yang masuk.

(Shobari, 2019)

G. Rendemen dan Durasi Distilasi

Rendemen adalah perbandingan antara minyak yang dihasilkan dengan bahan tumbuhan yang diolah. Besarnya rendemen yang dihasilkan antara jenis bahan yang satu berbeda dengan yang lainnya.

Jenis tumbuhan, varietas, tempat pembudidayaan, dan cara melaksanakan penyulingan sangat mempengaruhi hasil penyulingan. Penyulingan dianggap selesai bila hasil sulingan yang ditampung tidak lagi mengeluarkan minyak. Waktu yang dibutuhkan untuk menyuling sangat tergantung pada jenis bahan yang disuling. Ada tumbuhan yang cepat melepaskan minyak, ada pula yang lambat. Contohnya, penyulingan minyak lada hanya memakan waktu satu jam, sereh selama tiga sampai empat jam, sedang minyak bunga kenanga memakan waktu lebih dari dua hari (Lutoni dan Rahmayati, 2002).

H. LPG (Liquid Petroleum Gas)

LPG (Liquid Petroleum Gas) adalah salah satu *refrigerant* hidrokarbon yang merupakan campuran dari propana dan butana. LPG yang dijual di Indonesia memiliki konsentrasi 50% propana dan 50% butana. Sebagai *refrigerant* hidrokarbon maka LPG tidak mempunyai potensi sebagai zat yang dapat menyebabkan efek pemanasan global karena tidak memiliki *Global Warming Potential* (GWP).

Komponen LPG didominasi propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). LPG juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil misalnya etana (C_2H_6), dan pentana (C_5H_{12}). Dalam kondisi atmosfer. LPG akan berbentuk gas. Volume LPG dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karen itu LPG dipasarkan dalam bentuk cair dalam tabung-tabung logam bertekanan. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi

panas (thermal expansion) dari cairan yang dikandungnya, tabung LPG tidak diisi secara penuh, hanya sekitar 80-85% dari kapasitasnya. Rasio antara volume gas bila menguap dengan gas dalam keadaan cair bervariasi tergantung komposisi, tekanan, dan suhu, tetapi biasanya sekitar 250 : 1 (Yudiworo 2014).