

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Berbagai penelitian dengan tujuan untuk memaksimalkan proses distilasi daun nilam sudah dilakukan dengan berbagai cara, adalah dengan peningkatan temperatur distilasi, berbagai komposisi daun dan batang daun nilam, temperatur vakum yang dilakukan pada ketel dan variasi yang dilakukan pada macam daun nilam yang digunakan untuk proses distilasi.

Farhat (2009) melakukan penelitian tentang distilasi minyak esensial dengan menggunakan gelombang mikro untuk membandingkannya dengan metode distilasi uap secara konvensional. Tujuan dari penelitiannya adalah untuk mengetahui efisiensi dari penggunaan *microwave* dan untuk menjelaskan bagaimanakah ekstraksi menggunakan *microwave* dapat mempercepat proses ekstraksi tanpa mengubah komposisi dan sifat minyak esensial. Hasil yang didapatkan adalah proses ekstraksi paling cepat dengan menggunakan daya *microwave* 400 Watt. Sedangkan untuk uap yang digunakan paling cepat pada kapasitas uap dengan massa 60g/min. Sedangkan efisiensi paling tinggi untuk proses ekstraksi menggunakan *microwave* adalah pada kondisi aliran massa uap sebesar 25g/min dan daya *microwave* sebesar 200 Watt.

Wildan (2013) melakukan penelitian dengan membandingkan metode *steam distillation* dan *steam-hydro distillation* dengan *microwave* terhadap jumlah rendemen serta mutu minyak daun cengkeh. Dari hasil penelitian diperoleh pengambilan minyak cengkeh dengan menggunakan *steam hydro distillation* dengan *microwave* menghasilkan rendemen lebih banyak 0,07% sampai 1,77% daripada menggunakan *steam distillation* untuk daun cengkeh utuh dan 0,03% sampai 1,96% untuk daun cengkeh cacah. Waktu maksimal untuk metode *steam distillation* adalah 6 jam sedangkan untuk metode *steam hydro distillation* dengan *microwave* adalah 2,5 jam.

Indra (2014) meneliti pengaruh daya *microwave-assisted hydro distillation* terhadap kebutuhan energi ekstraksi dan rendemen minyak nilam, pada peningkatan daya *microwave assisted hydro distillation* didapatkan volume minyak nilam yang dihasilkan akan semakin besar dan rentang waktu distilasi akan semakin cepat. Pada daya 700 Watt *microwave assisted hydro distillation* dihasilkan rendemen 3,8% sedangkan pada daya 280 Watt, dihasilkan rendemen 1,33%. Pada penelitian ini juga membandingkan dengan metode konvensional *hydro distillation* dengan variable terkontrol sama, berdasarkan 2

metode tersebut akan diketahui nilai dari efisiensi energi yang dipakai untuk menghasilkan volume tiap ml minyak nilam. Diketahui energi yang dibutuhkan tiap ml minyak nilam dengan metode *microwave-assisted hydro distillation* daya 700 Watt sebesar 2803,5 Kj/ml. Untuk distilasi konvensional dengan metode *hydro distillation*, diketahui energi yang dibutuhkan untuk tiap ml minyak nilam 3856,67 Kj/ml.

Sony (2014), meneliti tentang produksi minyak nilam pada berbagai tekanan dengan metode *microwave hydro distillation*. Dari hasil penelitian didapatkan pada daya 700 watt, energi yang dibutuhkan pada tekanan 1 atm, 1,5 atm dan 2 atm untuk tiap ml minyak nilam sebesar 5065,45 Kjoule; 4383,08 Kjoule; dan 4024,19 Kjoule, pada daya yang lebih rendah yaitu 560 watt didapatkan minyak nilam sebesar 6480 Kjoule; 5534,12 Kjoule; dan 4910,77 Kjoule. Semakin meningkatnya tekanan maka rendemen minyak nilam meningkat, semakin meningkatnya tekanan maka kenaikan temperatur akan semakin cepat.

Ferry (2014), meneliti tentang lama fermentasi dan temperature destilasi terhadap volume minyak nilam. Penelitian ini daun nilam kering diberi penambahan jamur kapang untuk fermentasi sebelum didistilasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu optimal fermentasi daun nilam dan berapa temperatur maksimal yang dibutuhkan dalam proses distilasi. Kesimpulan dari penelitian ini fermentasi selama delapan hari dapat menghasilkan lebih banyak minyak.

2.2 Minyak Atsiri

Minyak atsiri ialah minyak dari tumbuhan dimana komponennya secara umum mudah menguap sehingga banyak yang menyebut minyak terbang. Di kancah dunia, biasa disebut *essential oil*/minyak *essen* karena mempunyai sifat khas sebagai pemberi aroma. Minyak atsiri diambil dari berbagai jenis tanaman penghasil minyak atsiri, seperti: minyak nilam, minyak sereh wangi, minyak kenanga, minyak pala, minyak kayu putih, minyak akar wangi, minyak cengkeh, minyak jahe, minyak lada, dll. Sifat minyak atsiri sendiri antara lain :

1. Dapat didistilasi.
2. Tidak meninggalkan noda.
3. Tidak tersabunkan.
4. Tidak tengik.
5. Tidak mengandung asam.

Ada 3 cara untuk memproduksi minyak atsiri, yaitu: penyulingan, ekstraksi menggunakan pelarut, dan pengempaan. Distilasi merupakan metode yang sering diaplikasikan untuk mendapatkan minyak atsiri dikarenakan instalasinya yang tidak begitu rumit dan biaya untuk produksinya lebih murah dibandingkan dengan metode lainnya. Langkah pertama distilasi, yaitu dengan mendidihkan boiler, setelah mendidih akan menghasilkan uap jenuh, uap ini yang akan dipakai untuk menekan keluar minyak atsiri pada bahan baku (contoh : daun nilam) di ketel penyulingan. Kemudian uap hasil penyulingan di alirkan ke kondensor untuk didinginkan. Dari kondensor akan dihasilkan minyak dan sisa pelarut.

Minyak atsiri umumnya berwarna bening tidak berwarna, tetapi jika didiamkan akan berwarna kekuningan atau kecoklatan dan mengental. Minyak atsiri juga berfungsi sebagai mengusir serangga/parasit lain dan menarik serangga bagi tumbuhan penghasil minyak atsiri.

Minyak atsiri merupakan salah satu komoditas ekspor potensial non-migas yang dapat menjadi unggulan bagi Negara Indonesia sebagai penghasil devisa. Berdasarkan info statistik ekspor dan impor dunia, konsumsi minyak atsiri dan turunannya bertambah $\pm 10\%$ dari tahun ke tahun. Kenaikan konsumsi dilatarbelakangi oleh pesatnya perkembangan kebutuhan bidang industri bahan tambahan makanan, industri komestik dan bibit minyak wangi. Berikut adalah negara-negara yang menghasilkan minyak atsiri menurut *Perfumer & Flavorist, 2009*.

Tabel 2.1 Produksi minyak atsiri pada tahun 2008

Produksi minyak atsiri pada tahun 2008		
Minyak atsiri	Produksi dalam metrik ton	Negara
Oranges oi	51000	USA, Brasil, Argentina
Cornmints oil	32000	India, China , Argentina
Lemons oil	9200	Argentina, Italy, Spain
Eucalyptus oils	4000	China, India, Australia, South Africa
Peppermints oil	3300	India, USA, China
Clove leafs oil	1800	Indonesia , Madagascar
Spearmint oils	1800	China, Sri Lanka
Cedarwood oils	1650	USA, China
Litsea cubeba oil	1200	USA, China
Patchouli oil	1200	Indonesia , India
Lavandin oil Grosso	1100	France
Corymbia Citriodora	1000	China, Brazil, India, Vietnam

Sumber : *Perfumer & Flavorist, 2009*.

Minyak atsiri terbentuk dari berbagai campuran senyawa kimia yaitu unsur karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) serta beberapa senyawa kimia yang mengandung unsur Nitrogen dan Belerang (Ketaren, 1985). Komponen utama minyak atsiri adalah terpena dan turunan terpena yang mengandung atom oksigen. Terpenoid merupakan senyawa yang berada pada jumlah cukup besar pada tanaman. Terpenoid yang terkandung dalam minyak atsiri menimbulkan bau harum atau bau khas dari tanaman.

2.2.1 Kegunaan Minyak Atsiri

Minyak atsiri terkenal karena baunya yang wangi, akan tetapi juga bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan yang lain. Adapun kegunaan minyak atsiri antara lain adalah :

1. Wewangian

Karena aroma yang wangi minyak atsiri banyak digunakan sebagai wewangian. Tidak hanya sebagai campuran parfum, minyak atsiri dapat digunakan sebagai campuran sabun, sampo, tonik rambut dan lainnya. Minyak atsiri juga dapat berperan sebagai pengikat bau.

2. Aromaterapi

Minyak atsiri memiliki efek menenangkan, karena minyak atsiri yang tercium oleh hidung akan berikatan dengan reseptor penangkap aroma. Reseptor setelah menerima aroma ini akan mengirimkan sinyal ke dalam otak dan otak inilah yang akan mengatur emosi seseorang. Maka dari itulah banyak minyak atsiri digunakan sebagai aroma terapi untuk menangani masalah psikis seseorang.

3. Farmasi

Minyak atsiri dimanfaatkan juga dibidang pengobatan seperti sakit kepala, batuk, mual, kedinginan dan diare. Saat demam, apabila disebabkan karena infeksi, atsiri merupakan obat terbaik. Minyak ini juga memiliki sifat anti penuaan dini. Itu sebabnya minyak atsiri banyak diaplikasikan untuk beberapa produk perawatan kulit. Minyak atsiri bisa membuat kulit menjadi sehat, segar dan tampak lebih muda. Efektif juga dipakai untuk menyamarkan bekas luka, kulit keriput dan kulit kering. Minyak atsiri daun selasih ungu (*Ocimum sanctum* Linn) mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *S.aureus* dan *E.coli*. Sehingga berfungsi sebagai antibiotika. Dalam industri farmasi minyak nilam dimanfaatkan sebagai obat-obatan yang berfungsi anti inflamantori, anti depresi, divertik, antifungal dan antibakteri.

4. Pestisida

Beberapa minyak atsiri juga terdapat zat metil eugenol, zat ini dipakai petani sebagai pengusir lalat buah. Tanaman yang menghasilkan minyak atsiri jenis ini adalah pala dan salam. Minyak atsiri daun selasih adalah fungisida digunakan sebagai pengendali *Pyricularia oryzae* yang mana adalah penyebab penyakit busuk daun dan bercak yang menyerang tumbuhan padi. Diaplikasikan untuk tanaman lada, diketahui bahwa kandungan eugenol pada minyak atsiri daun selasih juga mampu meminimalisir pertumbuhan nematoda.

5. Bahan tambahan makanan

Minyak atsiri juga digunakan untuk penambah aroma dan rasa. Khususnya untuk bahan tambahan makanan olahan, sehingga dapat menambah cita rasa suatu makanan.

2.3 Minyak Nilam

Tanaman Nilam (*Pogostemon spp*) mempunyai nama di kancah Internasional yaitu *patchouli*. Di Indonesia tanaman tersebut mempunyai nama sebutan yang berbeda-beda, antara lain :

- Nilam Aceh/*Pogostemon cablin* Benth, mempunyai ciri utamanya yaitu daunnya membulat seperti jantung, di permukaan bagian bawahnya terdapat bulu-bulu rambut.
- Nilam sabun/*Pogostemon hortensis* Backer, mempunyai ciri-ciri warna hijau, daun yang lebih tipis, tidak berbulu dan permukaan daun tampak mengkilat.
- Nilam Jawa /*Pogostemon heyneanus* Benth, Terkenal juga dengan nama nilam hutan. Cirinya berbunga lebih cepat, ujung daun agak runcing dan lembaran daun tipis dengan warna hijau tua.

Berdasarkan dari ketiga jenis diatas nilam tersebut, nilam Aceh merupakan yang paling tinggi kandungan minyaknya berkisar antara (2,5 – 5,0%), kandungan minyak nilam lainnya hanya berkisar antara 0,5 – 1,5 %. Di Indonesia sudah dikembangkan 3 varitas unggul tanaman nilam dengan tingkat produktivitas > 300 kg minyak tiap ha yaitu Lhokseumawe, Sidikalang, dan Tapaktuan.

Persebaran daerah penghasil minyak nilam di beberapa daerah Indonesia antara lain : di NAD, Sumut, Sumbar, Bengkulu, Sumsel, Jabar, Jateng, dan Jatim. Dan juga beberapa daerah sudah mulai mengembangkan tanaman ini seperti Kaltim, Kalteng, Sulsel. Tabel

berikut menjelaskan luas areal dan hasil minyak nilam di beberapa daerah di Indonesia (Subdit, tanaman atsiri, Dit. Tanaman semusim, Ditjenbun,2008).

Tabel 2.2 Data sebaran luas areal tanaman nilam dan produksi minyak nilam tahun 2006 – 2007 di beberapa provinsi Indonesia

Daerah/Sentra	2006		2007	
	Luas Areal (Ha)	Produksi (Ton Minyak)	Luas Areal (Ha)	Produksi (Ton Minyak)
NAD	710,5	62,96	967	181
Sumut	514	68,24	2.389,53	115,54
Sumbar	2.283	283,75	2.722	13.696,035
Jambi	1.035	66,72	587	1.409
Sunsel	808	25,498	606	190
Bengkulu	532	25,87	1.088	3.875,15
Jabar	2.064,96	683,15	2.154	685
Jateng	3.777,56	2.011,26	1.384,45	20.858,81
Jatim	1.713	136,54	756,5	844,6
Kalsel	2	0,28	62	1.207
Kalteng	324	37,7	11,5	-

Sumber : Ditjenbun, 2008

Proses penyulingan dapat dilakukan baik dengan uap (kukus) maupun dengan menggunakan uap bertekanan tinggi. PA yang kadarnya berkisar 30% merupakan komponen utama dalam minyak nilam. Komponen ini yang dipakai untuk menentukan mutu minyak nilam selain itu minyak juga harus bebas dari cemaran unsur besi. Alangkah baiknya, alat yang digunakan saat penyulingan memakai ketel berbahan bebas karat (*stainless steel*) bukan dari besi/baja karena bahan ini bersifat mudah berkarat.

Minyak nilam diekspor ke luar negeri seperti Negara Amerika, Jepang, Singapura, Inggris, Switzerland, Taiwan, Perancis, Cina, Belanda, dan Jerman dengan jumlah volume ekspor sebesar 2.074.250 kg minyak, nilai ekspor sebesar US\$ 27.136.913 pada tahun 2004 (BPS, 2007). Pemakaian minyak nilam di dunia diperkirakan pada tahun 2006 bisa mencapai 1500 ton / tahun dan Indonesia merupakan produsen terbesar. Pada tahun 2007 – 2008 harga berfluktuatif cukup signifikan mengakibatkan produksi menurun dan penggunaan lebih dari 40% (Mulyadi, 2008). Berdasarkan data ekspor 2006, ekspor minyak nilam Indonesia secara volume (kg) diperkirakan hanya mencapai 50-60% meskipun secara nilai mata uang (USD/Rp) meningkat tajam dikarenakan adanya lonjakan harga yang tinggi.

Dibawah ini adalah contoh daun nilam yang digunakan untuk penelitian ini :



Gambar 2.1 Daun Nilam Aceh (*Pogostemon Cablin Benth*)
Sumber : ditjenbun.pertanian.go.id

Penyulingan minyak nilam , yaitu direbus (*hydro distillation*), (2) dikukus (*steam hydro distillation*), dan (3) penyulingan dengan uap langsung (*steam distillation*). Minyak nilam digunakan untuk bahan baku pengikat (fiksatif) yang mana mempunyai kandungan utamanya yaitu *patchouli alcohol* dan sebagai bahan untuk bibit minyak wangi (parfum) agar aroma keharumannya bertahan lebih lama. Minyak nilam juga digunakan untuk beberapa bahan campuran produk kosmetik (antara lain untuk bahan baku sampo, pasta gigi, deodorant dan lotion), kebutuhan industri makanan (di antaranya untuk *essence* atau penambah rasa), kebutuhan farmasi (untuk pembuatan obat anti radang, antifungi, serta antiserangga), kebutuhan aroma terapi, bahan baku compound dan pengawet barang, serta berbagai kebutuhan industri lainnya (Mangun, 2008).

Minyak nilam mempunyai banyak keistimewaan. Selain dikonsumsi diberbagai kebutuhan industri, masa panen tanaman ini relatif singkat dan untuk pengendalian tumbuhan ini relatif mudah dan potensi pasarnya sudah jelas. Jumlah perdagangan minyak nilam tidak dibatasi untuk potensi ekspor dan hingga saat ini belum ditemukan bahan sintetis atau bahan pengganti yang dapat menyerupai manfaat dari minyak nilam ini. Sehingga, kondisi dan potensi minyak nilam tersebut merupakan basic power (Mangun, 2008). Standar mutu minyak nilam belum seragam di Internasional, karena setiap negara pemproduksi dan penerima ekspor mempunyai standar mutu minyak nilam sendiri, misalnya standar mutu minyak nilam dari Indonesia (SNI 06-2385-1998) Spesifikasi minyak nilam menurut SNI dapat dilihat Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Standar Mutu Minyak Nilam Indonesia berdasarkan SNI- 06-2385-2006

No	Jenis Uji	Satuan	Syarat
1	Warna	-	Kuning muda – coklat <i>maroon</i>
2	Bobot Jenis 25° C/25° C	-	0,950 – 0,975
3	Indeks bias (nD20)	-	1,507 – 1,515
4	Kelarutan dalam etanol 90 % pada suhu 20° C ± 3° C	-	Opalensi ringan atau larutan jernih dengan perbandingan volume 1 :10
5	Bilangan asam	-	<i>Max.</i> 5
6	Bilangan ester	-	<i>Max.</i> 20
7	Putaran <i>optic</i>	-	(-)48° – (-)65°
8	<i>Patchoulli Alcohol</i> (C ₁₅ H ₂₆ O)	%	Minimal. 30
9	<i>Alpha copaene</i> (C ₁₅ H ₂₄)	%	Maksimal 0,5
10	Kandungan besi (Fe)	mg/kg	<i>Max.</i> 25

Sumber : Balitro, (2003:18)

2.4 Fermentasi

Fermentasi adalah proses perubahan biokimia dari substrat karena adanya aktifitas mikroba dan enzim yang dikeluarkan oleh mikroba tersebut (Mollendorff, 2008). Proses fermentasi terhadap minyak atsiri bertujuan untuk mendapatkan kualitas yang minyak dari bahan baku yang dihasilkan. Karena proses distilasi daun nilam ini akan kehilangan sebagian minyak atsiri karena terjadinya penguapan pada proses destilasi. Perlakuan pendahuluan yang dilakukan sebelum penyulingan yaitu pengecilan ukuran bahan, pengeringan, pelayuan, dan fermentasi oleh mikroorganisme (Ketaren, 1985). Pengecilan ukuran mampu menampung lebih banyak hasil minyak. Semakin lama pengeringan cenderung menurunkan kuantitas minyak dan sebaliknya, pelayuan yang semakin lama memperlihatkan kenaikan kuantitas minyak nilam (Hernani dan Risfaheri, 1989). Namun pengeringan sebelum didestilasi masih belum sempurna karena minyak atsiri masih terkandung pada daun nilam tersebut. Untuk itu dibutuhkan proses fermentasi untuk memaksimalkan kandungan minyak atsiri yang terdapat pada daun nilam.

Pada fermentasi ini digunakan ragi tempe jamur kapang (*Trichoderma Viridae*)

2.4.1 *Trichoderma Viridae*

Trichoderma viride adalah salah satu jenis fungi yang bersifat selulolitik karena dapat menghasilkan selulase. Mikroorganismenya ini dapat menghancurkan selulosa tingkat tinggi dan mampu mensintesis beberapa faktor esensial guna melarutkan bagian selulosa yang terikat kuat dengan ikatan hidrogen dan menghasilkan enzim kompleks selulase. Fungsi dari enzim ini adalah sebagai agen pengurai yang spesifik guna menghidrolisis ikatan kimia dari selulosa dan turunannya.

2.5 Distilasi

Distilasi adalah proses pemisahan unsur – unsur suatu campuran yang berasal dari dua jenis cairan atau lebih dengan berdasarkan perbedaan pada tekanan uap dari beberapa zat tersebut (Stephen Miall, 1940). Distilasi disebut juga proses cair berubah menjadi uap kemudian uap tersebut didinginkan sehingga menjadi cairan kembali. Fasa cair berubah menjadi fasa uap dengan proses penguapan pada titik didihnya (Geankoplis, 1983).

Perbedaan sifat campuran suatu fase dengan campuran dua fase dapat dibedakan pada penguapan suatu cairan, terutama pada keadaan mendidih. Sebagai contoh pada cairan murni di dalam tempat yang tertutup. Pada temperatur tertentu molekul cairan tersebut mempunyai energi tertentu dan bergerak bebas secara tetap dan dengan kecepatan tertentu. Tapi, setiap suatu molekul dalam cairan hanya dapat bergerak pada jarak pendek sebelum dipengaruhi oleh molekul-molekul lain, sehingga arah gerakannya berubah. Namun, pada lapisan permukaan yang bergerak ke arah atas tiap molekul akan meninggalkan permukaan cairan dan menjadi molekul uap. Uap pada molekul-molekul tersebut akan tetap berada dalam gerakan yang konstan dan kecepatan molekul-molekul tersebut dipengaruhi oleh temperatur pada saat itu (Guenther, 1987).

Menurut Ketaren (1985), ada tiga cara penyulingan daun nilam yaitu :

- a. Distilasi air (*hydro-distillation*).
- b. Distilasi dikukus (*steam hydro-distillation*).
- c. Distilasi uap (*steam distillation*).

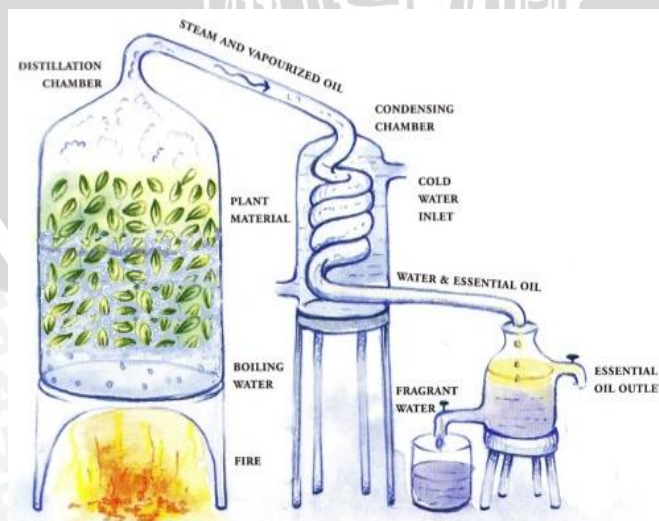
Berbagai upaya dilakukan untuk memaksimalkan luas daerah yang akan terpapar uap pada daun yang akan di suling yaitu dengan cara yang sudah sering dilakukan untuk merusak sel-sel daun adalah dengan mencacah dan mengeringkan daun sebelum proses distilasi, namun cara ini hanya merusak sel secara makro. Menurut penelitian, pengeringan

secara konvensional dapat mengakibatkan penyusutan jaringan terluar dapat mengakibatkan permeabilitasnya menurun, sehingga cairan dalam sel sulit untuk menguap atau berdifusi keluar (Tsuruta dan Hayashi, 2006).

2.5.1 Metode distilasi air (*Hydro Distillation*)

Metode ini adalah metode tertua dan paling umum untuk penyulingan minyak atsiri karena ekonomis dan aman. Metode ini kebanyakan digunakan kebanyakan untuk produksi minyak atsiri dengan skala kecil. Distilasi air berbeda dengan distilasi uap terutama pada bahan yang hampir seluruhnya terendam air pelarut. Pada distilasi air, bahan direndam dalam air mendidih secara langsung. Bahan dibiarkan mengapung di dalam air tersebut dan langsung dikontakkan secara langsung dengan api (Guenther, 1987). Salah satu faktor penting dalam distilasi air adalah air dalam tangki harus selalu dalam jumlah yang cukup selama proses distilasi untuk mencegah *overheat* dan rusaknya bahan tanaman.

Prinsip kerja distilasi air adalah sebagai berikut : ketel penyulingan diisi air sampai volumenya hampir separuh, lalu dipanaskan. Sebelum mendidih, bahan baku dimasukkan ke dalam ketel penyulingan. Dengan demikian penguapan air dan minyak atsiri berlangsung bersamaan. Kemudian uap yang dihasilkan dialirkan melalui kondensor dan minyak nilam yang dihasilkan ditampung dalam tempat penampung. Cara penyulingan seperti ini disebut penyulingan langsung (*direct distillation*). Bahan baku yang digunakan biasanya dari bunga atau daun yang mudah bergerak di dalam air. Penyulingan secara sederhana ini sangat mudah dilakukan dan tidak perlu modal banyak. Namun kadar minyaknya sedikit. Berikut dibawah ini adalah gambar metode distilasi air :



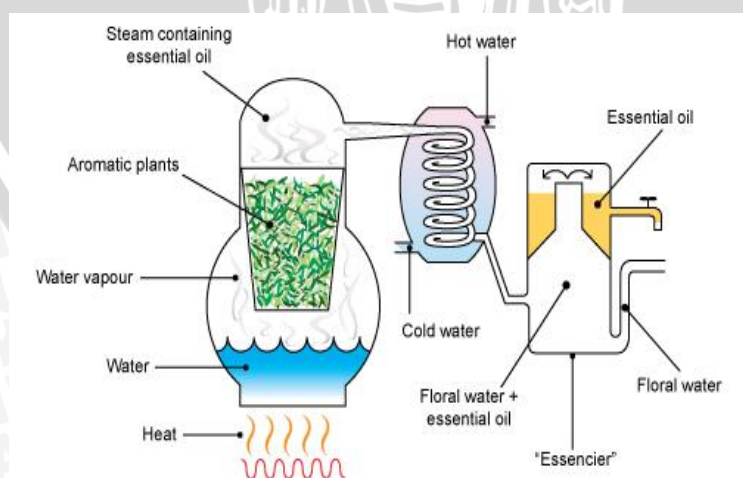
Gambar 2.2 Metode distilasi air
Sumber : anonim 1 (2016)

2.5.2 Metode distilasi air dan uap (*Steam Hydro-Distillation*)

Untuk mengeliminasi kelemahan metode *hydro-distillation*, maka dikembangkanlah modifikasi yang disebut dengan *steam hydro-distillation* atau disebut juga distilasi uap basah. Pada proses *steam hydro-distillation*, bahan diletakkan di atas rak atau saringan berlubang yang mana di bawahnya ada air yang mendidih. Kontak secara langsung antara bahan dan dasar tungku pemanas harus dihindari. Air dapat dipanaskan dengan berbagai cara yaitu dengan uap jenuh yang basah dan bertekanan rendah (Guenther, 1987). Sedangkan untuk faktor yang mempengaruhi difusi uap melalui bahan baku dan sel kalenjar minyak ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

- Kepadatan bahan dalam ketel penyulingan
- Temperatur dan tekanan uap
- Berat jenis dan kadar air bahan
- Berat molekul dari komponen kimia dalam minyak.

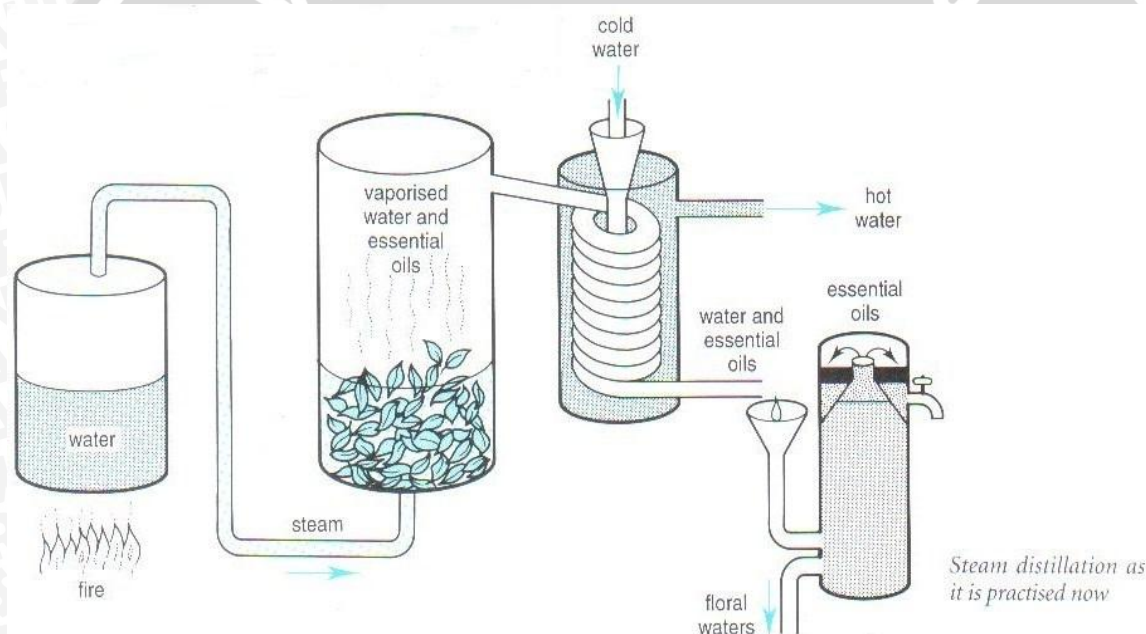
Keunggulan menggunakan metode ini yaitu dihasilkannya produksi minyak yang lebih tinggi dibandingkan metode *hydro-distillation*. Karena uap berpenetrasi secara merata ke dalam jaringan bahan dapat dipertahankan sampai 100°C. Untuk masalah waktu, metode ini memerlukan waktu yang relatif lebih cepat dibanding metode *hydro-distillation*. Keunggulan lainnya adalah penggunaan bahan bakar yang lebih hemat dikarenakan waktunya yang lebih cepat. Karena konstruksi yang sangat sederhana, murah dan pengoperasian yang mudah, penyulingan ini sangat populer dengan produsen minyak atsiri di negara berkembang sebagai contoh Indonesia. Contoh gambar metode distilasi air dan uap ialah,



Gambar 2.3 Metode distilasi air dan uap
Sumber : anonim 2 (2016)

2.5.3 Metode distilasi uap (*Steam Distillation*)

Metode *steam distillation* adalah salah satu metode distilasi yang paling banyak digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri dalam skala produksi yang besar. Uap pada metode ini dihasilkan dari boiler yang berasal dari luar ruang tangki. pada tekanan lebih dari 1 atm, uap yang digunakan adalah uap jenuh atau *superheated steam*. Aliran uap pada pipa yang posisinya terletak di bawah bahan, kemudian uap bergerak menuju bagian atas melalui bahan yang terletak di atas posisi saringan (Guenther, 1987). Dengan temperatur yang tinggi hal ini sangat menguntungkan digunakan untuk bahan yang memerlukan titik didih yang tinggi, seperti kayu dan akar. Keuntungan dari metode *steam distillation* adalah kita dapat mengganti bahan yang diekstraksi dengan mudah tanpa harus mengurus masalah air pula.



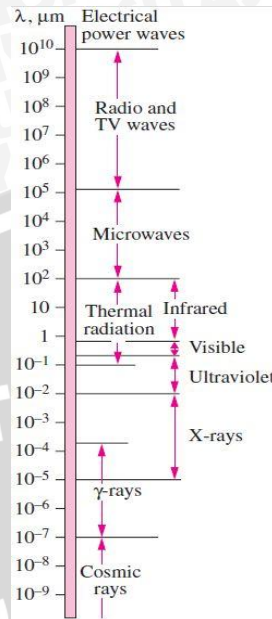
Gambar 2.4 Metode distilasi uap

Sumber : anonim 3 (2016)

2.6 Gelombang mikro

Gelombang mikro pada microwave merupakan gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang antara 1.0 cm – 1.0 m dan frekuensi antara 0.3-30 GHz (Taylor, 2005). Menurut Ramanadhan (2005), Gelombang elektromagnetik merupakan energi listrik dan magnet yang bergerak bolak-balik (*oscillate*) dan menghasilkan gelombang yang harmonis. . Sumber tenaga bagi *microwave oven* adalah magnetron. Pada

frekuensi 2.45 GHz, magnetron bisa menghasilkan daya antara 500-2000 W, bahkan dapat mencapai tingkat maksimum 6-10 kW.

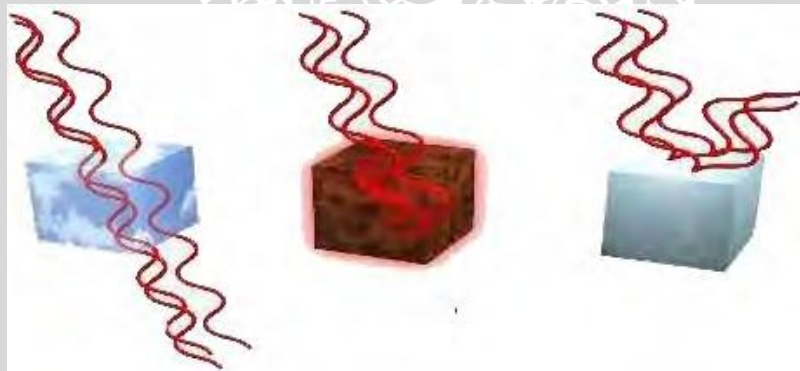


Gambar 2.5 Spektrum Gelombang Elektromagnetik
Sumber : anonim 4 (2016)

Microwave oven dilengkapi dengan radiasi elektromagnetik didalam tungku oven tersebut yang dihasilkan oleh tabung *microwave* yang disebut magnetron. Gelombang *micro* pada jangkauan 10^2 - 10^5 μm cocok digunakan untuk memasak, selama gelombang *micro* tersebut dipantulkan oleh logam, diteruskan oleh kaca atau plastik, dan diserap oleh molekul makanan (terutama air). *Microwave oven* dari energi listrik dikonversikan menjadi radiasi kadang menjadi bagian dari energi internal pada makanan tanpa melibatkan konduksi panas dan konveksi panas. Pada pemasakan metode konvensional, ketahanan konveksi panas dan konduksi panas dapat memperlambat proses perpindahan panas yang berimbas pada proses pemanasan (Cengel, *Heat and Mass Transfer A Practical Approach*)

Setiap jenis bahan mempunyai respon yang berbeda-beda terhadap gelombang mikro. Tidak semua bahan cocok untuk digunakan dalam pemanasan gelombang mikro. Berdasarkan responnya terhadap gelombang mikro, bahan dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu konduktor, isolator, dan dielektrik. Konduktor bersifat memantulkan radiasi, isolator bersifat melewatkan radiasi dan sedikit mengubah energi gelombang mikro, sedangkan bahan dielektrik mempunyai sifat menyerap radiasi dan mengubah sebagian energi gelombang mikro menjadi energi panas (Taylor, 2005). Menurut Soesanto (2007), penggunaan energi gelombang mikro pada *microwave* termasuk mekanisme perpindahan

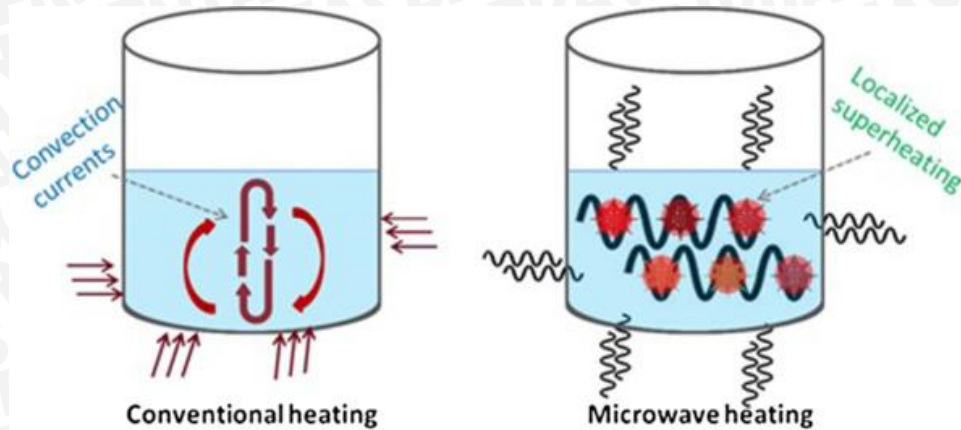
panas secara radiasi. Radiasi merupakan perpindahan panas dari suatu benda ke benda lainnya, tanpa adanya kontak fisik, melalui gerakan gelombang. Menurut Taylor (2005), mekanisme dasar pemanasan gelombang mikro disebabkan oleh adanya agitasi molekul-molekul polar atau ion-ion yang bergerak (*oscillate*) karena adanya gerakan medan magnetik atau elektrik. Adanya gerakan medan magnetik dan elektrik mengakibatkan partikel-partikel mencoba untuk berorientasi atau mensejajarkan dengan medan tersebut. Pergerakan partikel-partikel tersebut dibatasi oleh gaya pembatas (interaksi partikel dan ketahanan dielektrik). Hal ini dapat menyebabkan gerakan partikel tertahan dan membangkitkan gerakan acak sehingga menghasilkan panas. Radiasi gelombang mikro berbeda dengan metode pemanasan konvensional. Radiasi gelombang mikro memberikan pemanasan yang merata pada campuran reaksi. Pada pemanasan konvensional dinding *oil bath* atau *heating mantle* dipanaskan terlebih dahulu, kemudian pelarutnya. Akibat distribusi panas seperti ini selalu terjadi perbedaan suhu antara dinding dan pelarut (Taylor, 2005).



Gambar 2.6 Karakteristik Gelombang Mikro
Sumber : Taylor (2005 ; 87)

2.6.1 Mekanisme Pemanasan Gelombang Mikro

Mekanisme pemanasan menggunakan gelombang mikro atau mekanisme perpindahan panas gelombang mikro cukup kompleks. Metode pemanasan gelombang mikro dapat kita lihat pada gambar berikut.

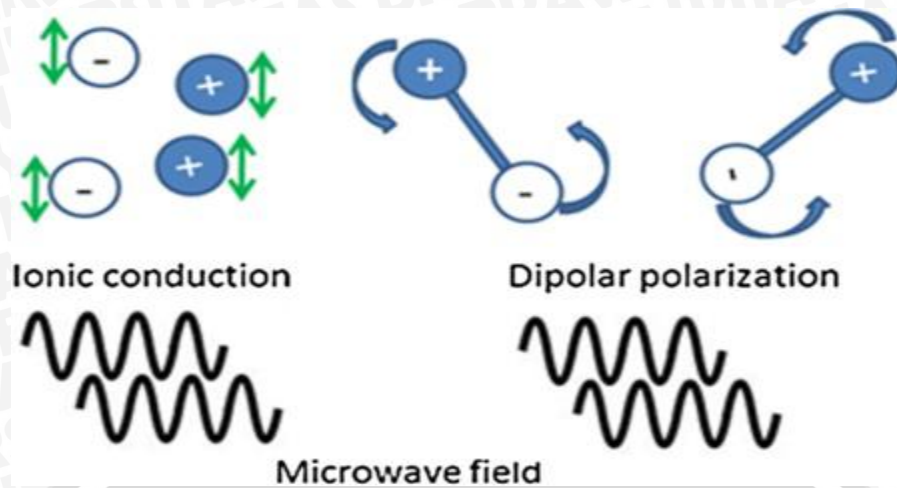


Gambar 2.7 Mekanisme Pemanasan *microwave* dan Konvensional
 Sumber : Veera Gnanaswar Gude *,et al* (2013)

Pada gambar 2.7 adalah gambar ilustrasi yang membandingkan metode pemanasan konvensional dengan metode pemanasan menggunakan gelombang mikro. Pada metode pemanasan konvensional, perpindahan panas terjadi mulai dari titik terluar wadah kemudian diikuti pemanasan pada bagian cairan yang ada di dalam gelas. Efek pemanasan konvensional heterogen dan tergantung pada konduktivitas termal bahan, *specific heat*, dan densitas yang mengakibatkan temperatur permukaan yang tinggi yang disebabkan karena perpindahan panas dimulai dari bagian paling luar menuju bagian dalam material. (Veera Gnanaswar Gude *,et al* 2013)

Pemanasan menggunakan gelombang mikro mempunyai beberapa keuntungan, seperti tanpa pemanasan dengan bersentuhan (mengurangi panas berlebihan pada permukaan material), mengurangi gradien termal, pemanasan berdasarkan tipe material dan pemanasan secara volumetrik, pemanasan dimulai dengan cepat dan efek pemanasan berhenti dengan cepat, panas dimulai dari dalam material, perpindahan energi berdasarkan perpindahan panas secara radiasi (Veera Gnanaswar Gude *,et al* 2013)

Perpindahan energi dari gelombang mikro pada material dikarenakan oleh mekanisme *dipolar polarization*, *ionic conduction*, dan *interfacial polarization* yang menyebabkan *superheating* secara cepat pada material seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7



Gambar 2.8 *Ionic Conduction dan Dipolar Polarization* pada Material
 Sumber : Veera Ganeswar Gude *,et al* (2013)

Jika sebuah molekul mengenai radiasi gelombang mikro maka *dipole* mencoba untuk mensejajarkan dengan bentuk gelombang mikro. Jika gelombang mikro terus-menerus dipancarkan secara cepat (*oscillating*), *dipole* akan secara terus menerus mengikuti gerak gelombang tersebut. Pergantian orientasi dari molekul tersebut akan dapat menyebabkan gesekan dan akan menimbulkan panas (Veera Ganeswar Gude *,et al* 2013).

2.7 Pengaruh Tekanan Terhadap Penguapan

Sistem Termodinamika didefinisikan sebagai besaran atau suatu luasan pada ruang yang dipilih untuk di analisis. Sistem Termodinamika dibagi menjadi dua yaitu sistem tertutup (*closed system*) dan sistem terbuka (*open system*). Pada Sistem terbuka, energi dan massa dapat keluar atau masuk ke dalam sistem melewati batas sistem. Sedangkan pada sistem tertutup, jumlah massa yang dianalisa tetap namun volume dapat berubah. Pada sistem tertutup yang dapat keluar atau masuk adalah energi dalam bentuk panas atau kerja. Pada penelitian ini, sistem penyulingan dalam *microwave* distalator merupakan sistem terbuka.

Zat murni adalah tiap zat yang memiliki komposisi kimia yang tetap dan seragam di seluruh bagiannya seperti air, udara, nitrogen dan karbondioksida. Zat yang tidak mempunyai komposisi kimia yang seragam seperti pada campuran minyak dan air bukan merupakan zat murni.

Fasa-fasa air meliputi sebagai berikut:

1. *Compressed Liquid*

Cairan yang terkompresi atau *subcooled liquid* yang berarti bahwa cairan tersebut belum siap untuk menguap.

2. *Saturated Liquid*

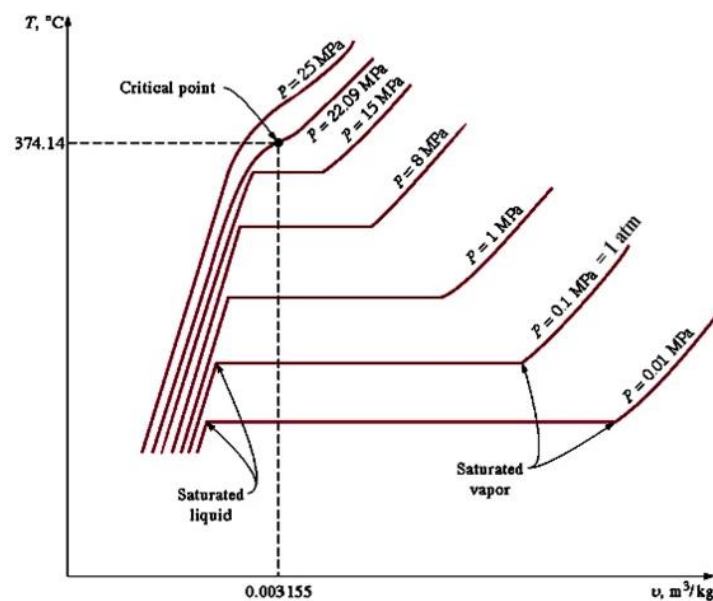
Titik tertentu dimana air mulai menguap

3. *Saturated Vapor*

Satu-satunya properti yang berubah adalah specific volume. Kondisi ini terus berlangsung hingga tetes cairan terakhir berubah menjadi uap. Pada titik ini, seluruh silinder telah menjadi uap

4. *Superheated Vapor*

Setelah semuanya menjadi uap, penambahan panas pada sistem akan meningkatkan suhu dari uap air tersebut



Gambar 2.9 Diagram T-v Konstan-Tekanan Proses Perubahan Fase Dari Zat Murni Pada Berbagai Tekanan

Sumber : Cengel (2006)

Diagram T-v pada proses perubahan fasa cair, cair-uap, dan uap. Gambar di atas merupakan sketsa dari diagram T-v dari air pada fase cair, dua fasa cair-uap dan uap. Untuk kondisi tekanan dibawah tekanan kritis, seperti 0,1 MPa, maka tekanan akan konstan ketika melintasi daerah dua fasa. Sementara pada daerah satu fasa (cair atau uap) maka tekanan akan meningkat seiring kenaikan suhu maupun volume spesifik. Sedangkan

pada kondisi tekanan sama dengan atau lebih dari tekanan kritis, seperti 22 MPa, maka tekanan akan secara kontinu/terus menerus meningkat seiring kenaikan suhu maupun volume spesifik. Hal ini disebabkan pada tekanan sebesar itu, kurva tersebut tidak melalui daerah dua fasa.

2.7.1 Kalor Penguapan

Setiap perubahan fasa membutuhkan energi dan *heat*, pada grafik diatas maka dibutuhkan rumus :

$$Q = m.C.\Delta T \quad (2-1)$$

Dengan :

Q = Kalor (joule)

m = Massa (gram)

C = Panas spesifik (J/g.°K)

Panas spesifik uap air 2268 kJ/kg atau 540 kal/gr

ΔT = Perubahan temperature (°K)

Mendidih (terjadi perubahan wujud, namun tidak mengalami perubahan suhu).

Mendidih adalah peristiwa penguapan zat cair yang terjadi di seluruh bagian zat cair tersebut. Peristiwa ini bisa dilihat dengan timbulnya gelembung-gelembung berisi uap air dan bergerak dari bawah ke atas dalam zat cair. Zat cair yang mendidih jika dipanaskan terus-menerus akan berubah menjadi uap. Dalam penelitian ini perubahan fasa hanyalah sebatas pada perubahan wujud, namun tidak mengalami perubahan suhu. Karena tidak terjadi perubahan suhu, maka besarnya kalor uap dapat dirumuskan:

$$Q = m.L \quad (2-4)$$

Dengan :

L = Kalor lebur (J.Kg)

Semakin tinggi temperatur dan tekanan penguapan menyebabkan proses perubahan fase menjadi cepat, hal ini menyebabkan kebutuhan energi yang dikeluarkan semakin kecil. Dalam penelitian ini digunakan persamaan untuk mendapatkan energi adalah sebagai berikut :

$$E = P \times t \quad (2-2)$$

Keterangan:

E = Energi (joule)

P = Daya *microwave* (watt)

t = Waktu destilasi (detik)

Untuk mengetahui energi yang dibutuhkan per ml minyak nilam sebagai berikut :

$$\text{Energi per ml minyak nilam} = \frac{\text{Energi (Kjoule)}}{\text{Volume Minyak Nilam (ml)}} \quad (2-3)$$

Semakin tinggi temperatur dan tekanan akan menyebabkan turunnya entalpi penguapan dari air tersebut. Entalpi penguapan adalah kalor yang dibebaskan pada penguapan 1 mol zat, satuan yang digunakan kilojoule/kilogram. Semakin tinggi temperatur maka entalpi penguapan akan semakin kecil, seperti pada gambar 2.10.

Enthalpy, kJ/kg		
Temp. T °C	press., P_{sat} kPa	Evap. h_{fg}
100	101.42	2256.4
105	120.90	2243.1
110	143.38	2229.7
115	169.18	2216.0
120	198.67	2202.1

Gambar 2.10 *Saturated Water-Temperature Table*

Sumber : Cengel, 2006

2.8 Rendemen

Istilah rendemen adalah Selisih berat minyak nilam yang dihasilkan dengan berat bahan baku yang digunakan, secara umum dalam satuan persen. Nilai rendemen dapat digunakan sebagai kriteria keberhasilan proses produksi, sebagai dasar perhitungan biaya produksi.

Tinggi rendahnya rendemen dipengaruhi oleh beberapa faktor. Berbagai faktor yang dapat mempengaruhi hasil rendemen minyak nilam yaitu : jenis tanaman (di Indonesia ada 3 jenis nilam), waktu panen, umur tanaman, perlakuan pasca panen sebelum penyulingan,

perubahan bentuk daun, dan metode penyulingan serta (tekanan dalam drum penyulingan dan energi untuk pemanasan (Herlina et al, 2005).

Untuk menghitung rendemen, diperlukan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat minyak nilam}}{\text{berat spesimen uji}} \times 100\%$$

Keterangan satuan diatas yaitu, :

- Rendemen = (%)
- Berat spesimen uji = (gram)
- Berat minyak nilam = (gram)

2.9 Hipotesis

Proses fermentasi pada daun nilam yaitu dengan cara merusak dinding sel daun nilam yang akan menambah kuantitas minyak yang terkandung pada daun nilam. Dengan menggunakan fermentasi, hasil minyak daun nilam meningkat dan energi yang dibutuhkan lebih sedikit

Selain itu peningkatan tekanan pada bejana maka akan semakin cepat terlepasnya minyak daun nilam. Seiring meningkatnya tekanan bejana maka temperature mengalami peningkatan sehingga proses ekstraksi yang dihasilkan akan semakin cepat.