

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritis

1. Klasifikasi

Tumbuhan kayu putih (*Melaleuca leucadendra* Linn.), yang termasuk dalam keluarga *Myrtaceae*, dapat mencapai tinggi sekitar 22-40 meter di atas permukaan tanah dan memiliki batang dengan diameter mencapai 1,5 meter. Kulit batangnya berwarna putih keabu-abuan dan sering mengelupas tidak teratur. Batangnya relatif kecil dengan cabang-cabang yang menjuntai. Daunnya tunggal, agak tebal, berbentuk jorong atau lanset, panjangnya antara 4,5-15 cm dan lebarnya antara 0,75-4 cm. Daun ini memiliki ujung dan pangkal yang runcing, tepi daunnya rata, dan tulang daunnya hampir sejajar. Permukaan daun berwarna hijau kelabu hingga hijau kecoklatan dan memiliki rambut (Teologi et al., 2022). Visualisasi tanaman kayu putih dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Menurut Sunanto (2003), secara taksonomi tumbuhan kayu putih dapat dikelompokkan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Sub Kingdom : *Tracheobionta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Sub Kelas : *Rosidae*
Ordo : *Myrtales*
Famili : *Myrtaceae*

Genus : *Melaleuca*

Spesies : *Melaleuca leucadendra* Linn.



Gambar 2.1 Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra* Linn.)

2. Kegunaan Tanaman Kayu Putih

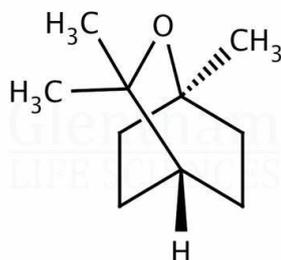
Minyak kayu putih dimanfaatkan sebagai obat untuk berbagai penyakit, termasuk masalah pencernaan seperti sakit perut (penggunaan internal) dan sebagai obat kulit (penggunaan eksternal). Selain itu, minyak ini juga berkhasiat sebagai obat oles untuk meredakan sakit kepala. Sebagai obat internal, minyak kayu putih berfungsi sebagai anthelmintik dan efektif dalam mengobati demam. Tetesan minyak ini dapat mengurangi sakit gigi jika ditetaskan langsung ke gigi yang sakit. Minyak kayu putih juga berguna sebagai obat luar untuk meredakan gejala rematik serta sebagai ekspektoran pada kondisi laringitis dan bronkitis (Sudradjat, 2020). Dalam pengobatan tradisional, kayu putih dipergunakan sebagai obat untuk masalah pernapasan hidung.

Minyak kayu putih adalah salah satu jenis minyak atsiri yang diekspor, yang memiliki berbagai manfaat dalam pengobatan herbal seperti antiseptik, antispasmodik, antineuralgik, dan antirematik, serta digunakan dalam produk kosmetik. Beberapa studi menunjukkan bahwa minyak dari spesies *Melaleuca* memiliki sifat antibakteri, antivirus, antitermite, dan antijamur (Pujiarti et al., 2011).

3. Karakteristik Minyak Kayu Putih

Minyak kayu putih adalah minyak esensial yang berasal dari tanaman kayu putih (*Melaleuca leucadendra* Linn.). Minyak ini ditemukan di berbagai bagian tanaman seperti daun, ranting, dan buah. Warnanya bisa bervariasi dari jernih hingga kuning kehijauan dan memiliki aroma khas yang tahan lama. Komponen yang terdapat dalam minyak kayu putih mencakup 1,8-sineol, α -Terpineol, γ -Terpineol, limonene, α -Pinene, β -Pinene, γ -Terpinene, dan beberapa *sesquiterpen* yang belum diketahui identitasnya. 1,8-sineol atau *eucalyptol* merupakan komponen utama dalam minyak kayu putih (Helfiansah et al., 2013).

1,8-sineol ($C_{10}H_{18}O$) adalah senyawa oksigenasi yang termasuk dalam kategori hidrokarbon. Senyawa ini memiliki kelarutan tinggi dalam air dingin, titik lelehnya adalah $1,5^{\circ}C$, dan titik didihnya adalah $176,5^{\circ}C$. Struktur 1,8 sineol dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur 1,8-sineol

Komponen utama dalam minyak kayu putih adalah 1,8-sineol, yang berperan sebagai antimikroba, antioksidan, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, analgesik, dan spasmolitik (Angela & Davis, 2010). Komposisi senyawa dalam minyak kayu putih dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komponen dalam minyak kayu putih

Komponen	Komposisi (%)
<i>α-Thujene</i>	0,28
<i>α-Pinene</i>	1,50
<i>β-Pinene</i>	1,42
<i>β-Myrcene</i>	0,78
<i>Carene</i>	0,29
<i>D(+)-Limonene</i>	5,93
<i>γ-Terpinene</i>	1,82
<i>Terpinolene</i>	0,67
1,8-sineol	60,19
<i>Terpinene-4-ol</i>	0,78
<i>Ocimenol</i>	0,12
<i>α-Terpineol</i>	10,63
<i>γ-Terpineol</i>	1,46
<i>β-Caryophyllene</i>	3,78
Humulen	0,53
<i>β-Eudesmene</i>	0,98
<i>Patchoulene</i>	0,77
<i>Germacrene D</i>	0,54
<i>Globulol</i>	3,60
<i>Cubenol</i>	0,23
<i>Eugenol</i>	2,68
<i>2-Pantanoe</i>	0,99

Sumber : Pujiarti *et al.*, 2011

Untuk dapat menentukan kualitas minyak kayu putih dengan mengukur kadar 1,8-sineol yang terkandung di dalamnya, sesuai dengan standar SNI tahun 2006 yang menetapkan kadar minimal 1,8-sineol dalam minyak kayu putih sebesar 50%.

4. Metode Ekstraksi Minyak Atsiri

a. Metode Distilasi

Ekstraksi adalah metode pemisahan yang memanfaatkan pelarut dalam fase cair untuk mengeluarkan zat tertentu dari padatan atau cairan lainnya (Mukhtarini, 2014). Proses ini umumnya digunakan untuk memisahkan dua zat berdasarkan perbedaan dalam tingkat kelarutan mereka, proses pemisahan ini terjadi karena komponen-komponen tersebut memiliki kemampuan larut yang berbeda.

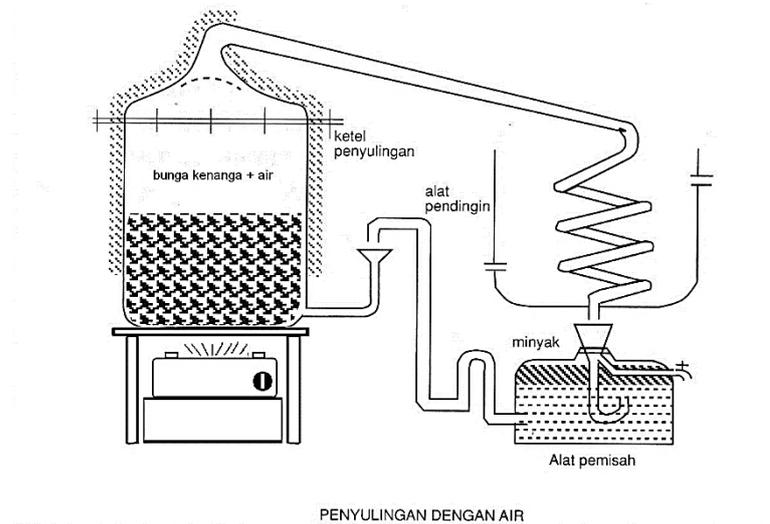
i. Hydrodistillation

Dalam metode ini, bahan yang akan disuling berinteraksi langsung dengan air yang sedang mendidih. Bahan tersebut akan berkontak dengan uap air yang mendidih sehingga minyak atsiri keluar dari bahan tersebut. Kombinasi antara tekanan uap dan tekanan atmosfer menyebabkan terjadinya titik didih minyak atsiri pada suhu 200-300°C (Asfiah & Supaya, 2020).

Cara kerja *hydrodistillation* adalah sebagai berikut: air di dalam ketel penyulingan diisi hingga hampir separuh volumenya, kemudian dipanaskan. Sebelum mencapai titik didih, bahan baku dimasukkan ke dalam ketel. Dengan cara ini, air dan minyak atsiri menguap bersama-sama. Teknik ini dikenal sebagai penyulingan langsung. Meskipun sederhana dan ekonomis

karena tidak memerlukan modal besar, hasil minyaknya cenderung sedikit.

Skema peralatan *hydrodistillation* dapat dilihat pada Gambar 2.3.

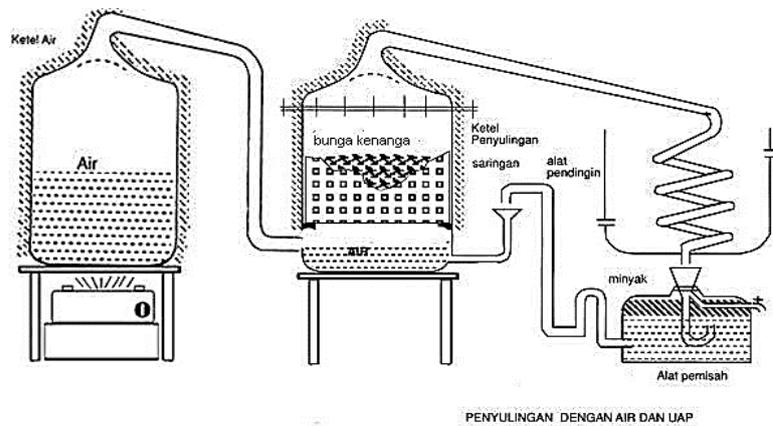


Gambar 2.3 Skema Peralatan *Hydrodistillation*

ii. *Steam-Hydrodistillation*

Bentuk penyulingan minyak atsiri ini menggunakan teknologi yang jauh lebih modern, sehingga menghasilkan minyak dengan kualitas yang lebih tinggi daripada penyulingan air. Zat yang akan disuling diletakkan di rak atau saringan berlubang. Ketel penyulingan diisi hampir ke permukaan saringan. Berbagai teknik pemanasan air digunakan, termasuk uap basah, uap jenuh, dan tekanan rendah. Skema peralatan *steam hydrodistillation* dapat dilihat pada Gambar 2.4. Karakteristik utama dari proses ini adalah sebagai berikut (Perino-Issartier et al. 2013):

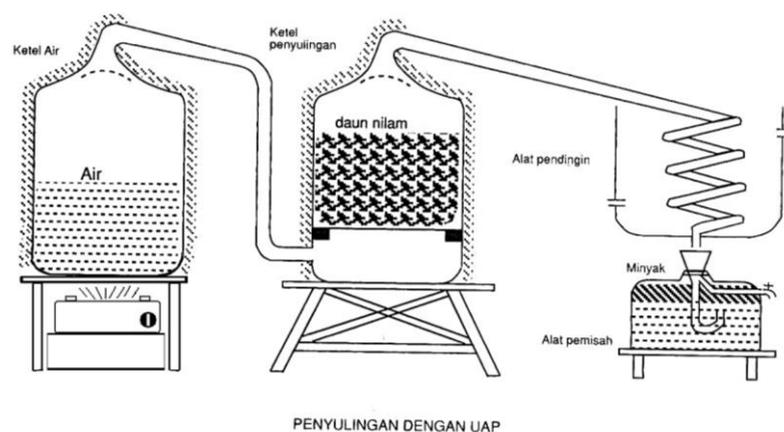
- a. Uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas
- b. Bahan yang disuling hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan air panas.



Gambar 2.4 Skema Peralatan *Steam-Hydrodistillation*

iii. *Steam Distillation*

Steam distillation proses distilasi uap langsung bekerja dengan prinsip yang sama seperti distilasi hidro dan distilasi uap hidro, tetapi tanpa memerlukan air. Uap yang digunakan adalah uap jenuh dengan tekanan lebih dari 1 atm, yang dikirim melalui pipa di bawah material yang sedang diolah. Uap naik melalui material pada saringan (Perino-Issartier et al., 2013). Pendekatan ini menghasilkan produk minyak atsiri berkualitas lebih tinggi daripada dua cara lainnya, sehingga dapat dijual dengan harga lebih tinggi. Skema peralatan *steam distillation* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Skema Peralatan *Steam Distillation*

b. *Chemical Extraction*

Chemical Extraction pada umumnya adalah ekstraksi minyak dengan menggunakan *solvent*, memerlukan pretreatment terlebih dahulu, yaitu menyesuaikan ukuran bahan untuk memperluas luas kontak area dengan pelarut. Ekstraksi daun kayu putih menggunakan campuran rasio antara pelarut dan bahan memerlukan pelarut yang lebih banyak dibandingkan bahan yang diekstrak dimana perbandingan 2:1 antara pelarut dan bahan. Kebutuhan akan heksane sangat banyak dan membutuhkan biaya yang tinggi, pada umumnya dilakukan *recovery* pada penggunaan pelarut, akan tetapi pelarut yang terambil untuk digunakan kembali tidak secara penuh kembali. Selain itu waktu yang dibutuhkan juga lebih lama dibandingkan menggunakan mekanikal ekstraksi, akan tetapi disamping itu hasil *yield* yang diberikan lebih tinggi dengan menggunakan *chemical process* (Jahirul *et al.*, 2013). Kelebihan dan kekurangan *chemical process* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan *Chemical Process*

<i>Chemical Process</i>	
Kelebihan	Kekurangan
Hasil dan proses yang berulang dan dapat berulang	Hasil yang kurang dicari dibandingkan virgin oil
<i>Yield</i> tinggi	Kontaminasi solvent
Cepat dan mudah	Bahaya keselamatan dan lingkungan penggunaan solvent
Pelarut dapat di recover dan mengurangi biaya	Sangat mahal apabila solvent tidak dapat diregenerasi

(Jahirul *et al.*, 2013)

4. Ekstraksi dengan *Microwave* (*Microwave Assisted Extraction*)

Dalam proses ekstraksi menggunakan *microwave*, bahan yang akan diekstraksi ditempatkan dalam wadah kaca atau plastik untuk memungkinkan radiasi *microwave* menembusnya. Saat pelarut dan bahan menyerap radiasi ini, molekul polar di dalamnya mulai bergetar pada frekuensi tertentu dalam medan elektromagnetik. Molekul-molekul ini berusaha mengikuti medan elektromagnetik, tetapi adanya molekul yang tidak sejalan dengan orientasi medan elektromagnetik menyebabkan gerakan acak, menghasilkan gesekan dan tumbukan antar partikel. Akibatnya, terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan pecahnya dinding sel dan pelepasan minyak atsiri dari bahan.

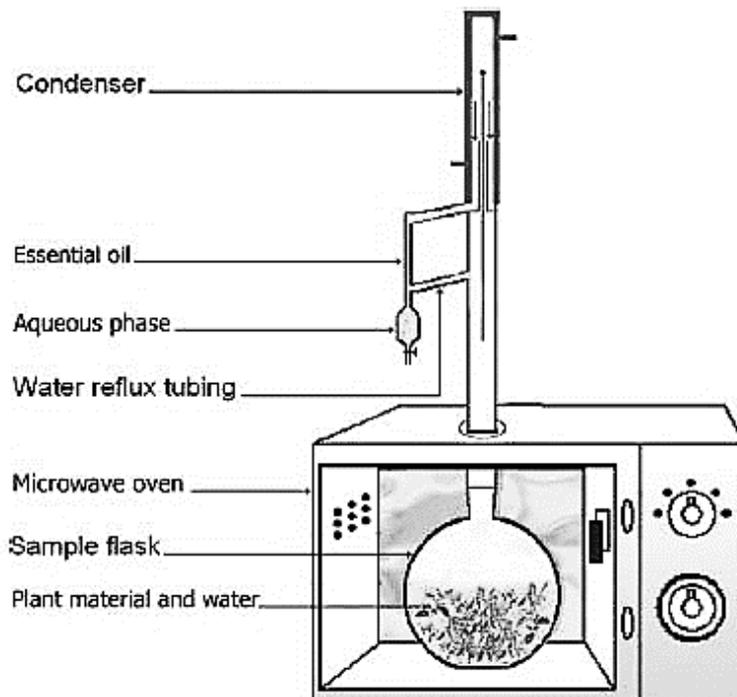
Mekanisme utama pemanasan dalam *microwave* melibatkan gerakan molekul yang memiliki muatan polar atau ionik, yang bergerak secara bergetar di bawah pengaruh medan listrik dan magnetik yang disebut sebagai polarisasi dipolar. Saat medan berosilasi ini hadir, partikel akan menyesuaikan gerakannya, dan interaksi antar partikel tersebut akan menghasilkan tahanan listrik. Sebagai hasilnya, partikel-partikel ini menciptakan gerakan acak yang kemudian menghasilkan panas (Kaufmann dan Christen, 2002).

Gelombang mikro digunakan sebagai alat pemanas karena kecepatan dan efisiensinya yang tinggi. Kecepatan dan efisiensi ini dihasilkan dari kemampuan gelombang elektromagnetiknya untuk memasuki material dan mengaktifkan molekul-molekul di dalamnya. Ketika gelombang ini diserap, atom-atom akan teraduk dan memancarkan panas, sehingga proses pemanasan dapat berlangsung cepat.

a. *Microwave Hydrodistillation*

Microwave Hydrodistillation merupakan teknik hidrodistilasi modern yang memanfaatkan *microwave* dalam proses ekstraksi. Teknik ini menawarkan kecepatan dan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan hidrodistilasi konvensional yang biasa digunakan untuk mengekstraksi komponen bioaktif dan berbagai matriks. Dibandingkan dengan teknik ekstraksi modern lain seperti *supercritical fluid extraction* dan *pressurized liquid extraction*, metode *microwave hydrodistillation* menonjol karena kemudahan pengoperasian dan biaya yang lebih terjangkau (Moradalizadeh, Smadi, dan Mahfud, 2017). Skema peralatan *microwave hydrodistillation* dapat dilihat pada Gambar 2.6.

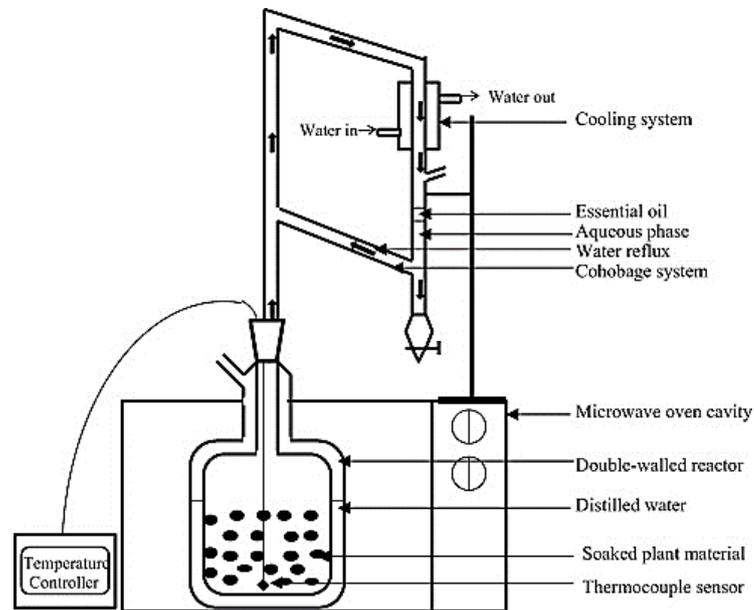
Hasil penelitian oleh Kusuma dan Mahfud (2017) menunjukkan bahwa ekstraksi minyak nilam menggunakan metode *hydrodistillation* menghasilkan *yield* sebesar 2,61% dalam waktu 360 menit, sedangkan metode *microwave hydrodistillation* menghasilkan *yield* sebesar 2,72% dalam 120 menit. Berdasarkan analisis GCMS, terdapat 19 komponen yang terdeteksi pada ekstraksi menggunakan *microwave-assisted hydrodistillation*, sementara ekstraksi dengan hidrodistilasi konvensional hanya mendeteksi 14 komponen. Komponen utama yang terdeteksi adalah *Patchoulol* dengan konsentrasi 27,78% pada metode hidrodistilasi dan 26,32% pada metode *microwave hydrodistillation*.



Gambar 2.6 Skema Peralatan *Microwave Hydrodistillation*

b. *Solvent Free Microwave Extraction (SFME)*

Metode SFME beroperasi serupa dengan MAE, namun dengan perbedaan tertentu. Dalam metode SFME, bahan baku diletakkan dalam labu distilasi tanpa adanya air atau pelarut tambahan. Proses ini menggunakan pemanasan menggunakan *microwave*, dan distilasi dilakukan pada tekanan atmosfer. Minyak atsiri yang dihasilkan berasal dari penguapan air yang terdapat dalam bahan itu sendiri. Skema peralatan SFME dapat dilihat pada Gambar 2.7.



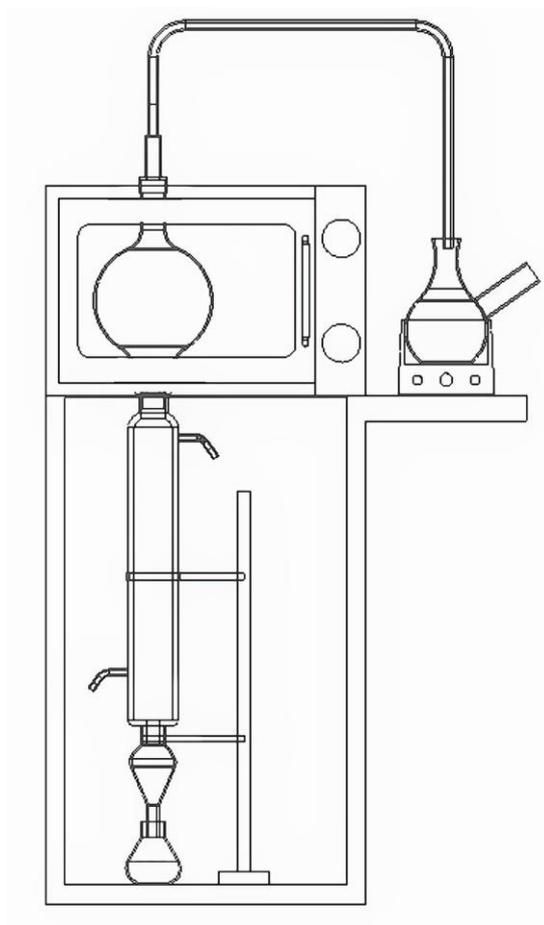
Gambar 2.7 Skema Peralatan *Solvent-Free Microwave Extraction*

Studi oleh Moradalizadeh et al., 2013 menguji penggunaan minyak dari bagian udara *Haplophyllum robustum* Bge dengan membandingkan tiga teknik/metode yang berbeda: hidrodistilasi, hidrodistilasi gelombang mikro, dan ekstraksi gelombang mikro tanpa pelarut, menunjukkan hasil yang bervariasi. Metode hidrodistilasi menghasilkan *yield* 0,5% dalam waktu ekstraksi 3 jam. Metode hidrodistilasi gelombang mikro menghasilkan *yield* 0,54% dalam 30 menit. Sementara metode ekstraksi gelombang mikro tanpa pelarut menghasilkan *yield* 0,63% dalam 15 menit. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa metode ekstraksi gelombang mikro tanpa pelarut lebih efisien dan efektif daripada hidrodistilasi konvensional dan hidrodistilasi gelombang mikro karena menghasilkan hasil yang lebih banyak dan membutuhkan waktu ekstraksi yang lebih singkat.

c. *Microwave Hydrodiffusion Gravity (MHG)*

Microwave Hydrodiffusion Gravity (MHG) merupakan kombinasi *microwave* dan *hydrodiffusion* dari minyak atsiri dari dalam bahan material dengan gravitasi bumi untuk melakukan pemisahan. Secara prinsip, fenomena *hydrodiffusion* terjadi difusi diluar bahan tanaman kemudian turun dengan gravitasi dari ekstraktor *microwave* dan jatuh melalui celah berlubang pada labu leher satu yang telah dimodifikasi. Sistem pendingin di luar oven *microwave* mendinginkan ekstrak secara terus-menerus. Air dan minyak atsiri dikumpulkan dan dipisahkan dalam corong pemisah (Barqy, 2019).

MHG memiliki konsep yang relatif sederhana. Metode ini melibatkan penempatan material tanaman dalam reaktor *microwave*, tanpa ditambahkan pelarut atau air. Pemanasan internal dari air *in-situ* dalam bahan tanaman menggelembungkan sel tanaman dan menyebabkan pecahnya kelenjar, fenomena ini disebut *hydrodiffusion*. Pemanasan *microwave* membebaskan minyak dan air *in situ* yang dipindahkan dari dalam bagian luar tanaman bahan (Chemat, Vian, dan Cravotto., 2012) dan (Bousbia, Vian, *et al.*, 2009). Skema peralatan MHG dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Skema Peralatan MHG

B. Kajian Empiris

Berbagai penelitian mengenai ekstraksi konvensional maupun *microwave* telah banyak dilakukan, meskipun menggunakan berbagai sumber energi dan katalis, tetapi tujuannya tetap serupa.

Penelitian yang dilakukan Victor et al., 2018 ekstraksi minyak atsiri daun kayu putih menggunakan *hydrodistillation* dan *steam distillation* didapatkan hasil rendemen minyak atsiri sebesar 25ml/10kg pada metode *hydrodistillation* sedangkan metode *steam distillation* menghasilkan jumlah rendemen minyak atsiri sebesar 31ml/10kg daun kayu putih.

Penelitian yang ditulis oleh Aviarina (2018) ekstraksi *Melaleuca leucadendra* L. Menggunakan metode SFME dengan menggunakan *microwave* pada daya 400 W dan rasio antara kayu putih dan distilat (F/D) sebesar 0,1 g/mL, diperoleh yield sebesar 3,4460%.

Penelitian yang dilakukan oleh Yunitasari dan Arani (2008) menggunakan n-heksane sebagai pelarut dengan variasi jumlah tray dari 6 hingga 10. Hal yang sama juga diterapkan untuk n-petroleum. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu ruangan dengan variasi jumlah tray dan jenis pelarut yang berbeda. Temuan dari studi menunjukkan bahwa total hasil tertinggi yang diperoleh adalah 55,86%.

Penelitian yang dilakukan oleh Jahirul *et al.*, 2013. Proses ekstraksi membandingkan dua metode ekstraksi yaitu *Mechanical dan Chemical Process* dengan menggunakan bahan *Calophyllum inophyllum* L. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa metode mechanical process hanya didapatkan *yield* sebesar 25% dengan *labour cost* yang tinggi dengan kualitas minyak yang rendah, sementara *chemical process* didapatkan *yield* sebesar 51% akan tetapi memiliki kekurangan yaitu masih menggunakan *solvent* dengan harga yang mahal apabila tidak *terecovery*.

Penelitian yang dilakukan Vian *et al.*, 2008. Mengekstraksi bahan *Mentha spicata* L dengan metode *microwave Hydrodiffusion and Gravity* (MHG) menghasilkan *yield* paling optimum 0,6% pada waktu 20 menit. Kemudian dibandingkan dengan metode *Hydrodistillation* membutuhkan waktu 90 menit dan hanya menghasilkan *yield* 0,59%. Dari penelitian ini menunjukkan keunggulan penggunaan metode MHG sebagai proses ekstraksi.

Kemudian penelitian juga dilakukan oleh Bousbia, Abert Vian, *et al.* 2009, ekstraksi *rosemary leaves* dengan metode *Microwave Hydrodiffusion and Gravity* (MHG) dan *Hydrodistillation* dengan yield masing-masing $0,33 \pm 0,09$ dan $0,35 \pm 0,07$. Sementara waktu yang dibutuhkan untuk metode *Hydrodistillation* adalah selama 180 menit dan metode MHG hanya 15 menit.