

STUDI LITERATUR ISOLASI MINYAK NILAM (*POGOSTEMON CABLIN BENTH*) DARI BEBERAPA METODE DISTILASI

Amalia Sagita Putri, Windi Zamrudy

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
Amelsagitaputri25@gmail.com, [windi.zamrudy@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Minyak atsiri merupakan salah satu komoditi yang memiliki potensi besar di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak nilam (*Pogostemon cablin Benth*) terbesar, dan dinilai sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia. Minyak nilam mengandung beberapa senyawa salah satunya yaitu *patchouli alcohol* yang menjadi parameter kualitas minyak nilam, dengan standart kadar minimal 30 persen. makalah ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan beberapa metode Isolasi terhadap kualitas minyak nilam yang dihasilkan, membandingkan pengaruh penggunaan beberapa metode isolasi terhadap kadar *patchouli alcohol* pada minyak nilam, dan menentukan metode Isolasi minyak nilam yang menghasilkan kadar *patchouli alcohol* tertinggi. Kajian ini dilakukan dengan membandingkan hasil isolasi minyak nilam *steam distillation*, *steam-hydro distillation* dan *water bubble distillation* untuk ditentukan metode isolasi yang paling baik. Pada makalah ini diuraikan bahwa secara umum salah satu metode isolasi minyak nilam menghasilkan kadar *patchouli alcohol* yang lebih tinggi dan dinilai menghasilkan kualitas minyak nilam yang lebih baik. Hasil peninjauan ini menunjukkan bahwa *water bubble distillation* merupakan metode yang paling baik yang menghasilkan ekstrak *patchouli alcohol* hingga sebesar 93,75%.

Kata kunci: *Patchouli alcohol, Minyak Nilam, Isolasi*

ABSTRACT

Essential oil is one of the commodities that have great potential in Indonesia. Indonesia is one of the largest producing countries for patchouli oil (Pogostemon cablin Benth), and is considered to have great potential to be developed in Indonesia. Patchouli oil contains several compounds, one of which is patchouli alcohol which is a parameter of patchouli oil quality, with a standard level of at least 30 percent. This paper aims to determine the effect of using several isolation methods on the quality of patchouli oil produced, compare the effect of using several isolation methods on patchouli alcohol levels in patchouli oil, and determine the patchouli oil isolation method that produces the highest patchouli alcohol content. This study was conducted by comparing the results of the isolation of patchouli oil from steam distillation, steam hydrodistillation and water bubble distillation to determine the best isolation method. In this paper, it is described that in general one method of patchouli oil isolation produces higher levels of patchouli alcohol and is considered to produce better quality patchouli oil. The results of this review indicate that water bubble distillation is the best method which produces patchouli alcohol extract up to 93.75%.

Keywords: *Patchouli alcohol, Patchouli Oil, Isolation*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sekitar 40 jenis tanaman penghasil minyak atsiri dan sekitar 12 jenis telah digunakan sebagai sumber minyak atsiri komersial [1]. Istilah rempah dan minyak atsiri merupakan dua hal yang tidak dapat

dipisahkan. Kebutuhan minyak atsiri semakin tahun semakin meningkat seiring meningkatnya perkembangan industri modern seperti industri pangan, obat-obatan, parfum dan kosmetik. Saat ini Indonesia menghasilkan beberapa jenis minyak atsiri yaitu : minyak cengkeh, minyak nilam, minyak akar wangi, minyak pala, minyak kayu putih, minyak sereh wangi dan minyak kayu manis. Minyak atsiri bisa diperoleh dari beberapa tumbuhan diatas yang meliputi pada bagian daun, bunga, batang dan akar [2].

Minyak nilam merupakan salah satu minyak atsiri yang memiliki mutu terbaik dalam pasar essential oil dunia dan Indonesia menguasai 80-90 persen pangsa pasar perdagangan minyak nilam [3]. Minyak nilam mengandung beberapa senyawa, antara lain benzaldehid, kariofilen, α -patchoulien, buenesen, dan *patchouli alcohol*. Kadar *patchouli alcohol* inilah yang kemudian menjadi parameter kualitas minyak nilam, dengan standart kadar minimal 30%. Semakin tinggi kadar *patchouli alcohol*, semakin tinggi pula kualitas minyak nilam.

Berbagai macam perlakuan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi minyak atsiri antara lain pengeringan, pengecilan ukuran pelayuan, pemotongan dan fermentasi [4]. Minyak atsiri dapat diperoleh dengan menggunakan metode penyulingan bahan baku. Prinsip umum dari penyulingan adalah pemisahan senyawa yang memiliki perbedaan tekanan uap pada suhu tertentu. Minyak nilam dapat diperoleh menggunakan beberapa metode penyulingan diantaranya yaitu metode *steam distillation*, *steam-hydro distillation*, dan *water bubble distillation*.

Meskipun Indonesia merupakan penghasil minyak nilam terbesar, namun kualitasnya masih fluktuasi bahkan cenderung rendah. Hal ini terjadi karena kualitas bahan baku yang kurang bagus atau penggunaan alat isolasi dan teknologi proses yang kurang optimal [5]. Oleh karena itu melalui kajian ini dapat diketahui karakteristik (*patchouli alcohol*) minyak nilam melalui berbagai metode seperti metode distilasi diatas. Kemudian dapat disimpulkan metode isolasi yang paling optimal untuk menghasilkan kualitas minyak nilam dengan kadar *patchouli alcohol* terbaik.

2. HASIL PERBANDINGAN MUTU MINYAK NILAM MENGGUNAKAN BERBAGAI METODE DISTILASI

Pada kajian ini dilakukan perbandingan hasil dari isolasi minyak nilam terhadap kadar *patchouli alcohol*, rendemen (%), dan indeks bias menggunakan metode *steam distillation* dan *steam-hydro distillation* dan *water bubble distillation*, serta dengan bantuan gelombang *microwave*. Hasil perbandingan berdasarkan variabel dan uji analisa yang sama dari beberapa jurnal yang berkaitan dengan metode isolasi minyak nilam. Data-data dari jurnal tersebut disusun pada hasil karakterisasi minyak nilam meliputi metode yang digunakan, kondisi bahan, kondisi alat, rendemen (%), kadar *patchouli alcohol*, dan indeks bias. Beberapa hasil peninjauan tentang isolasi minyak nilam dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Minyak Nilam pada Beberapa Metode Distilasi

Ref	Bahan Nilam	Massa bahan (gram)	Ukuran bahan (cm)	Pretreatment Bahan Baku	Suhu (°C)	Waktu (jam)	Tekanan (atm)	Metode	Hasil		
									Patchouli alcohol (%)	Rendemen (%)	Indeks Bias
[14]	Daun	800		<i>Aspergillus niger</i> 1,25 % fermentasi 20 jam	>100	6	0,5	WBD	93,75	1,57	1,5070
[6]	Daun	1.000	1	Fermentasi 20 jam		6	1	WBD	61,30	2,40	1,5100
[1]	Daun dan Batang	20.000	5	(Kadar air 14%)	-	7	1	SHD	34,03	3,31-4,14	1,5056
[10] ^M	Daun dan Batang	100	1-2	Pengeringan	110	3	1	SHD (800 watt)	40,52	2,47	1,5140
[18]	Daun dan Batang	-	-	Pengeringan (Kadar Air 13-17%)	-	8	1	SHD	32,00	3,63	1,5075
[15]	Daun	2.000	-	Pengeringan	-	6	1	SD	35,62	1,71	1,5050
[11]	Batang lunak	-	4	Dianginanginkan (4 hari)	141	4	1	SD	31,96	2,87	1,5150
[17]	Daun	5.000	3-5	Pengeringan sinar matahari 5 jam/hari (3 hari)	135	6	1	SD	31,11	3,77	1,5092
[16]	Daun	1.050	-	Pengeringan (Kadar air 77,41%)	-	2	1	SD	22,70	0,73	-

Keterangan :

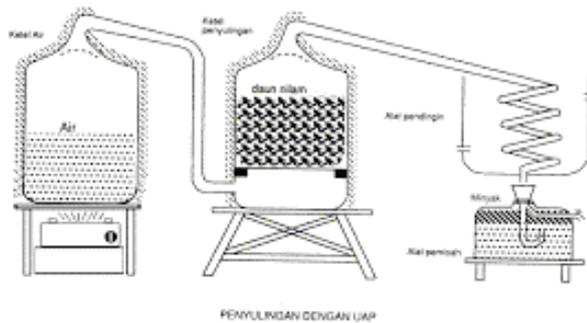
WBD : *Water bubble distillation*SHD : *Steam hydrodistillation*SD : *Steam Distillation*^M : Metode menggunakan *microwave***Tabel 2.** Perbandingan hasil Isolasi Minyak Nilam pada Beberapa Metode Distilasi

Metode	Rendemen (%)	Kadar Patchouli alcohol (%) Penelitian	Kadar Patchouli alcohol (%) SNI dan EOA	Indeks bias Penelitian	Indeks bias SNI dan EOA
<i>Steam distillation</i>	0,73-3,77	31,11- 35,62	Minimal 30	1,505-1,515	1,507 – 1,515
<i>Steam- hydro distillation</i>	2,47-4,14	32,00-40,52	Minimal 30	1,505-1,514	1,507 – 1,515
<i>Water bubble distillation</i>	1,57-2,40	61,30-93,75	Minimal 30	1,507-1,510	1,507 – 1,515

Hasil Isolasi minyak nilam mengandung *patchouli alcohol* yang merupakan faktor utama untuk menentukan mutu minyak nilam. Standart mutu minyak nilam menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) dan EOA (*Essential Oil Association*) dapat dilihat pada Tabel 2. Isolasi minyak nilam dapat dilakukan dengan cara penyulingan atau distilasi. Distilasi merupakan salah satu cara isolasi minyak atsiri yang paling sering digunakan.

3. METODE DISTILASI UAP (*STEAM DISTILATION*)

Steam distillation atau penyulingan uap langsung prinsipnya yaitu dengan cara memanaskan air hingga menjadi uap dan mengalirkannya kedalam ketel suling untuk mengestrak minyak dari bahan bakunya tanpa bahan tersebut terendam dalam [6]. Uap yang digunakan adalah uap jenuh atau uap kelewat panas pada tekanan lebih dari 1 atm. Uap dialirkan melalui pipa yang terletak di bawah bahan dan uap bergerak ke atas melalui bahan yang terletak di atas saringan [7]. Rangkaian alat *steam distillation* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Steam Distillation* [6]

Ketel suling konvensional ini memiliki beberapa kelemahan penyulingan minyak nilam memerlukan waktu yang lama (antara 6-8 jam), unit boiler berbentuk tabung tanpa dilengkapi dengan pipa-pipa api (*fire tube*) sehingga memerlukan waktu yang lama untuk memanaskan air hingga berubah menjadi fasa uap, dan tidak dilengkapi dengan sistem pemanas lanjut (*superheater*) sehingga temperatur uap yang dialirkan ke dalam ketel suling masih rendah dan tidak mampu menembus dan mengekstrak minyak dari batang tanaman nilam [8].

Hasil dari isolasi minyak nilam menggunakan metode ini adalah minyak nilam dengan kandungan *patchouli alcohol* berkisar antara 22,70% - 35,62%. Selain kadar *patchouli alcohol* syarat mutu minyak nilam yaitu nilai rendemen dan indeks bias. Penelitian [9] oleh menghasilkan kadar *patchouli alcohol* paling rendah, yaitu sebesar 31,11%, dibandingkan dengan dua peneliti lainnya yang menggunakan metode Isolasi yang sama, yaitu [6] sebesar 31,96% dan [10] sebesar 35,62%.

Kadar *patchouli alcohol* yang rendah disebabkan oleh metode pengeringan bahan baku yang berbeda. Metode pengeringan bahan baku menggunakan pemanasan dibawah sinar matahari langsung kurang efektif dibandingkan dengan pengeringan menggunakan metode diangin-anginkan [11]. Daun nilam merupakan senyawa aktif yang sensitif terhadap suhu sehingga proses pengeringan dengan menggunakan matahari dan *oven* memungkinkan

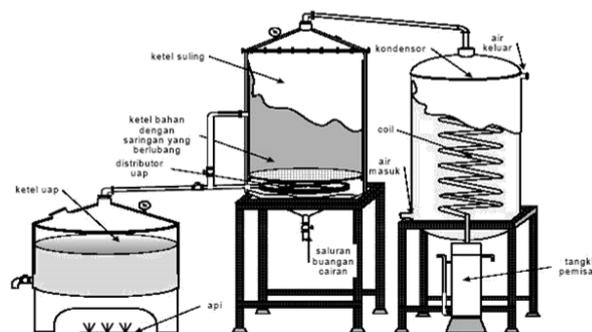
berkurangnya kandungan minyak daun nilam akibat pemanasan secara langsung dengan suhu yang kurang optimal.

Nilai rendemen yang dihasilkan pada penelitian [12] lebih tinggi yaitu 3,77% dibandingkan dua penelitian lainnya, sebesar 2,87% [6] dan sebesar 1,71% [10]. Setiap kenaikan 2 jam lama penyulingan akan menaikkan rendemen sebesar $\pm 0,9\%$. Hasil nilai rendemen dipengaruhi oleh lama waktu penyulingan. Semakin lama waktu penyulingan semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan. Meskipun begitu penelitian [6] dengan lama penyulingan 4 jam, lebih tinggi dibandingkan penelitian [10] dengan lama penyulingan 6 jam, yang disebabkan oleh perlakuan bahan baku yaitu dengan proses pencacahan daun nilam. Semakin kecil ukuran daun nilam maka semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan [12].

Nilai indeks bias menggunakan metode ini sudah memenuhi standar mutu minyak nilam berkisar antara 1,505-1,509. Penelitian [13] dengan metode yang sama menghasilkan kadar *patchouli alcohol*, nilai rendemen, dan nilai indeks bias lebih rendah secara cukup signifikan dibandingkan dengan penelitian lainnya, disebabkan oleh kadar air yang masih sangat tinggi dalam bahan baku yang digunakan, yaitu sebesar 77,41%. Kadar air yang baik dalam bahan baku sebelum proses pengeringan adalah 14%-17%.

4. METODE DISTILASI UAP-AIR (*STEAM-HYDRO DISTILATION*)

Pada metode ini bahan (sampel) diletakan di atas air yang mendidih dalam satu wadah (ketel) dan dipisahkan dengan saringan berlubang agar uap air bisa melewati bahan. Ciri khas dari metode ini adalah uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas. Rangkaian alat *steam-hydro* distillation dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Steam-Hydrodistillation* [17]

Keuntungan dari sistem distilasi air-uap adalah uap berpenetrasi secara merata ke dalam jaringan bahan dan suhu dapat dipertahankan sampai 100°C [14], minyak atsiri yang dihasilkan lebih tinggi, kerusakan minyak dapat dihindari akibat hidrolisis, proses lebih cepat sehingga lebih hemat energi [15]. Menurut [8], kekurangan distilasi air dan uap ini yaitu tekanan yang rendah dari uap yang terbentuk, minyak yang memiliki titik didih yang tinggi memerlukan kuantitas uap yang lebih besar untuk penguapan dan waktu distilasi yang lebih lama.

Hasil Isolasi minyak nilam menggunakan metode ini adalah minyak nilam dengan kandungan *patchouli alcohol* berkisar antara 32% - 40,52%. Penelitian terkait isolasi minyak

nilam menggunakan metode ini menunjukkan kandungan *patchouli alcohol* yang sudah sesuai standar mutu minyak nilam. Penelitian [16] dan [17] kadar *patchouli alcohol* sebesar 34,03% dan 32,00%. Perbedaan yang cukup signifikan didapatkan pada penelitian [18] yang menghasilkan kadar *patchouli alcohol* sebesar 40,52%.

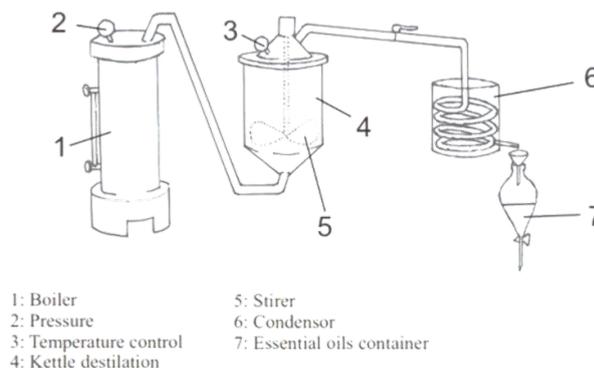
Perlakuan bahan baku dengan ukuran 1-2 cm meningkatkan kadar *patchouli alcohol* sebesar $\pm 10\%$. Hal ini didukung dengan penjelasan [12] yang menjelaskan proses pencacahan, dibantu dengan proses pemanasan, menyebabkan lebih banyak minyak yang dihasilkan sehingga lebih banyak pula *patchouli alcohol* yang dihasilkan.

Pada penelitian [18] menggunakan bantuan *microwave* menghasilkan nilai rendemen sebesar 2,47% dengan waktu penyulingan 3 jam, lebih efektif dibandingkan dengan dua penelitian lainnya yaitu [17] sebesar 3,631 dalam waktu 8 jam dan [16] sebesar 3,31%-4,14% dalam waktu 7 jam. Hasil rendemen dipengaruhi oleh lama waktu penyulingan. Semakin lama waktu penyulingan semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan. Penggunaan *microwave* membantu dan mempercepat proses Isolasi minyak nilam. Semua hasil yang didapatkan dari ketiga penelitian telah memenuhi standar mutu minyak nilam.

Nilai indeks yang didapatkan menggunakan metode ini berkisar antara 1,5056-1,514 yang mana telah sesuai dengan standar mutu minyak nilam. Nilai indeks bias tertinggi didapatkan oleh penelitian [18], yaitu sebesar 1,514. Hal ini berbanding lurus dengan kadar *patchouli alcohol* yang dihasilkan. [7] menjelaskan bahwa banyaknya komponen rantai panjang *patchouli alcohol* mengindikasikan nilai indeks bias yang semakin tinggi.

5. METODE WATER BUBBLE DISTILATION

Water bubble distillation merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam penyulingan minyak atsiri nilam. Metode *water bubble distillation* merupakan metode baru yang sedang dikembangkan. Teknik *water bubble* ini menggunakan uap panas untuk mendidihkan air dalam retort (dalam hal ini sebenarnya dasarnya adalah *water distillation*) kemudian diberikan agitator didalamnya sehingga material yang disuling bergerak sempurna. Fungsi gerakan dari material supaya pengangkatan minyak oleh uap air lebih sempurna dan merata. Minyak yang dihasilkan nantinya lebih kental dengan kata lain viskositasnya lebih tinggi [2]. Rangkaian alat *water bubble distillation* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Water Bubble Distilation [2]

Bahan baku yang digunakan dalam hal ini adalah daun nilam yang diletakkan dalam labu leher dua yang dicampur dengan air dan kemudian diaduk. Kemudian pada boiler diisi air yang akan dipanaskan dan terhubung dengan labu leher dua yang berisi air dan bahan baku. Dengan catatan suhu pada tempat bahan dan air yang diaduk tidak boleh melebihi tempat penghasil uap air. Uap panas dari boiler yang satu akan naik dan mengenai labu leher dua berisi bahan baku dan air, kemudian bersama uap air ini akan ikut terbawa minyak nilam yang terkandung dalam bahan. Uap air yang timbul disalurkan melalui pipa yang selanjutnya masuk ke kondensator. Dalam kondensator uap air berkondensasi menjadi air dan minyak campuran antara air dan minyak ini ditampung sebagai destilat.

Penelitian menggunakan metode ini menghasilkan kadar *patchouli alcohol* yang cenderung lebih tinggi dibandingkan metode lainnya, dengan kisaran nilai 61,3%-93,755%. Hal ini dipengaruhi oleh adanya proses fermentasi bahan baku sebelum dilakukannya proses distilasi. Penelitian [19] menggunakan *Aspergillus Niger* sebagai alat bantu fermentasi. *Aspergillus Niger* memproduksi enzim selulosa yang dapat membantu pemecahan dinding sel daun nilam pada proses fermentasi, sehingga membantu membuka kelenjar minyak pada daun nilam.

Kandungan *patchouli alcohol* pada daun nilam meningkat karena bantuan dari mikroorganisme yang melakukan biosintesis senyawa – senyawa terpena non-alkohol menjadi gugus sesquiterpen alkohol. Penelitian [19] menghasilkan kadar *patchouli alcohol* yang lebih tinggi secara signifikan, yaitu sebesar 93,75%, dibandingkan penelitian [2] sebesar 61,3%. Penambahan *Aspergillus Niger* meningkatkan kadar *patchouli alcohol* hingga $\pm 32,4\%$. Meskipun begitu, perlakuan tanpa penambahan fungi tetap dapat dilakukan akibat adanya fungsi alami yang terdeteksi setelah perlakuan fermentasi cahaya yaitu *Aspergillus sp* dan *Penicillium sp* [19].

Nilai rendemen pada metode ini memiliki nilai yang relatif lebih rendah dibandingkan metode lainnya, yaitu dengan kisaran nilai 1,57%-2,4%. Nilai indeks bias pada dua penelitian ini berkisar antara 1,507-1,5100. Hal ini bukan merupakan yang paling tinggi di antara metode lainnya, namun nilai indeks bias yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu minyak nilam. Komponen rantai panjang *patchouli alcohol* menyebabkan kerapatan medium minyak bertambah dan cahaya yang datang akan sukar untuk dibiaskan [7].

Teknik *water bubble distillation* dipilih karena mampu meningkatkan kadar *patchouli alcohol* dan mutu minyak nilam akan tetapi kurang tepat digunakan untuk meningkatkan rendemen minyak. Hal ini dipengaruhi oleh adanya proses fermentasi baik oleh cahaya maupun oleh penambahan fungi. Nilai kadar *patchouli alcohol* yang didapatkan lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan 2 metode lainnya. Meskipun nilai indeks bias yang didapatkan pada penelitian menggunakan metode distilasi *water bubble* cenderung lebih rendah dibandingkan metode lainnya, nilai yang didapatkan telah sesuai dengan standar mutu minyak nilam. Kekurangan aplikasi metode ini adalah nilai rendemen yang cenderung lebih rendah dibandingkan metode lainnya. Hal ini mungkin dapat dibantu dengan perlakuan bahan dengan cara dicacah lebih kecil yang dapat membantu meningkatkan kadar persen rendemen pada hasil isolasi minyak nilam.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil evaluasi dari berbagai metode pemisahan minyak nilam, metode water bubble distillation merupakan metode yang menghasilkan kadar *patchouli alcohol* paling baik yaitu sebesar 93,75% dibandingkan metode *steam distillation* dan *steam-hydro distillation*, dipengaruhi oleh adanya proses fermentasi. Ukuran bahan, metode pengeringan, dan lama waktu penyulingan merupakan faktor yang paling mempengaruhi hasil ekstraksi minyak nilam. Ukuran bahan yang lebih kecil menyebabkan lebih banyak minyak yang dihasilkan sehingga lebih banyak pula komponen berat *patchouli alcohol* yang terekstrak. Metode pengeringan yang paling baik yaitu diangin anginkan. Semakin lama waktu penyulingan semakin tinggi persen rendemen yang dihasilkan. Hal ini dibantu pula oleh penggunaan *microwave* yang membantu dan mempercepat proses isolasi minyak nilam.

REFERENSI

- [1] Indonesia, D. A., 2017, Minyak Atsiri Indonesia. <https://minyakatsiriindonesia.wordpress.com/atsiri/> (Diakses 28 Juni 2021).
- [2] Fitri, N., Yandi, N., Hermawati, H., dan Julianto, T. S., 2017, *A Comparative Study of Water-Steam Distillation with Water-Bubble Distillation Techniques to Increase The Quality Of Patchouli Essential Oil*, AIP Conference Proceedings, Vol. 1823, 1-7.
- [3] Kementerian Perdagangan, 2014, Daftar Sepuluh Komoditi Utama dan Potensial, Jakarta.
- [4] Rulianah, S., 2012, *Pembuatan Minyak Nilam Dengan Metode Fermentasi*, Jurnal Seminar Nasional Teknik Kimia Soeardjo Brotohardjono, 21 Juni, Surabaya, Indonesia.
- [5] Ismuyanto, B., Agustina P, D., Nirwana, W. O. C., 2013, *Karakteristik Gel Pengharum Ruangan dengan Berbagai Grade Patchouli Alcohol dan Konsentrasi Minyak Nilam*, Jurnal Teknik Kimia, Vol. 7, No. 2, 48–53.
- [6] Mahlinda, M., Vinno, A., Supardan, M. D., 2019, *Modifikasi Alat Penyuling Uap untuk Peningkatan Rendemen dan Mutu Minyak Nilam (Pogostemon cablin Benth)*, Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Vol. 14, No. 1, 28–35.
- [7] Guenther, E., 1987, *Minyak atsiri*, Jilid I, Terjemahan dari *The Essential Oils*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [8] Caroline, C., 2011, *Pembuatan Minyak Esensial Dengan Cara Distilasi*, Tugas konsep Herbal Indonesia Universitas Indonesia.
- [9] Syahputra, M. E., Parasandi, D., Mahfud, M., 2017, *Isolasi Minyak Nilam dengan Menggunakan Metode Microwave Hydro Distillation dan Soxlet Extraction*, Jurnal Teknik ITS, Vol. 6, No. 2, 602–604.
- [10] Setiyowati, H., Fitri, N., 2014, *Peningkatan Kualitas Minyak Nilam Dengan Modifikasi pH Air Penyulingan*, Indonesian Journal of Chemical Research, Vol. 1, No. 1, 18–25.
- [11] Mahmud, M. F., Ardiansyah, J., Muyassaroh, M., 2018, *Pengambilan Patchouli Alcohol dari Minyak Nilam Menggunakan Metode Hydro Distillation Microwave*, Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri, 164–169.
- [12] Novita, S. H., Budiarti, A., Mahfud, M., 2012, *Proses Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun Nilam Dengan Pemanfaatan Gelombang Mikro (Microwave)*, Jurnal Teknik Pomits, Vol. 1, No. 1, 1–5.

- [13] Souhoka, F. A., Al Aziz, A. Z. dan Nazudin, N., 2020, *Patchouli Oil Isolation and Identification of Chemical Components Using GC-MS*, Indonesian Journal of Chemical Research, Vol. 8, No. 2, 108–113.
- [14] Ketaren, S., 1985, *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. PN Balai Pustaka, Balai Pustaka, Jakarta.
- [15] Brown, H. D., 1984, *Principles of Language Learning and Teaching*, Englewood Cliffs Prentice-Hall, San Fransisco.
- [16] Arpi, N., Erika, C., Ermaya, D., 2011, *Survey and Study on Yield and Quality of Patchouli Oil in Aceh Barat Daya District, Indonesia Based on Original Area of Raw Materials, Methods and Length of Distillation*, Proceedings of The Annual International Conference Syiah Kuala University, Vol. 1, No. 1, 22–27.
- [17] Syauqiah, I., Mirwan, A., Sulaiman, A., Nurandini, D., 2008, *Analisis Pengaruh Lama Penyulingan dan Komposisi Bahan Baku Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri dari Daun Dan Batang Nilam*, Info-Teknik, Vol. 9, No. 1, 21-25.
- [18] Kusyanto, K., Rahayu, I. E., Bimantara, J., Adhiksana A., 2017, *Pengaruh Daya Microwave Terhadap Peningkatan Rendemen Minyak Nilam (Pogostemon Cablin Benth) Dengan Distilasi Steam – Air*, Prosiding Seminar Hasil Penelitian, 87–92.
- [19] Pawestri, A. M., Fitri, N., 2019, *Effect Of Aspergillus Niger On Fermentation Process In Increasing The Quality of Patchouli Oil*, Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA, Vol. 19, No. 1, 15–25.