

PENINGKATAN KADAR ALCOHOL PATCHOULI DALAM MINYAK NILAM DENGAN METODE DESTILASI FRAKSINASI VAKUM BANTUAN GELOMBANG ULTRASONIK

IMPROVEMENT OF ALCOHOL PATCHOULI LEVEL IN PATCHOULI OIL USING VACUUM DESTILATION METHODS ULTRASONIC WAVE ASSISTANCE

Rio Junaidy*¹, Fauzi Redha¹ dan Ismail Sulaiman²

¹ Baristand Industri Banda Aceh, Jl. Cut Nyak Dhien No.377, Banda Aceh - Indonesia

² Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Jl. Tgk. Hasan Krueng Kalee No.3, Banda Aceh - Indonesia

*Email : riojun8386@gmail.com

Diajukan: 12/07/2019; Diperbaiki: 07/10/2019; Diterima: 24/10/2019; Diterbitkan: 02/12/2019

ABSTRAK

Provinsi Aceh adalah salah satu sentra produksi minyak nilam di Indonesia dan saat ini penyulingan minyak nilam rakyat di Propinsi Aceh dilakukan dengan cara yang sederhana dan pada kapasitas kecil, sehingga kualitas yang dihasilkan kurang baik dan tidak optimal. Pada penelitian ini dilakukan proses penyulingan dengan metode destilasi fraksinasi vakum bantuan gelombang ultrasonik yang bertujuan untuk meningkatkan kadar alkohol patchouli pada minyak nilam. Variabel proses destilasi dengan suhu 220 °C menggunakan tekanan vakum 25 inHg menghasilkan peningkatan kadar alkohol patchouli yang paling tinggi dibandingkan dengan variasi proses yang lain yaitu sebesar 34,40 % dibandingkan dengan nilai kandungan alkohol patchouli minyak nilam awal sebesar 26,87 %. Variasi proses destilasi dengan suhu 220 °C dengan menggunakan tekanan vakum 25 inHg juga menghasilkan nilai bilangan asam sebesar 3,18, nilai indeks bias sebesar 1,5008 dan nilai kelarutan dalam alkohol 1:10.

Kata kunci : Minyak nilam, ultrasonik, alkohol patchouli

ABSTRACT

Aceh Province is one of the patchouli oil production centers in Indonesia and at present the distribution of patchouli oil in Aceh Province is carried out in a simple and small capacity manner, so that the resulting quality is not good and not optimal. In this research, the distillation process was carried out by using a vacuum fractionation distillation method with ultrasonic waves assisted in order to increase the patchouli alcohol content in patchouli oil. Variable distillation process at 220 °C using a vacuum pressure of 25 inHg shown th highest increase in patchouli alcohol content which was 34,40%, compared to the value Patchouli content of raw patchouli oil which was 26.87%. Variation of the distillation process at 220 °C using a vacuum pressure of 25 inHg also produces an acid number of 3,18, the refractive index value is 1,5008 and the solubility value in alcohol is 1:10.

Keywords : Patchouli oil, ultrasonik, alcohol patchouli

PENDAHULUAN

Minyak nilam merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang fungsinya dalam industri farmasi, sabun, kosmetika, dan industri parfum tidak dapat digantikan oleh zat sintetik lainnya karena sangat berperan dalam menentukan kekuatan, sifat dan ketahanan wangi. Hal ini disebabkan oleh sifatnya yang dapat mengikat bau wangi bahan pewangi lain (*fiksatif*) dan sekaligus membentuk bau yang harmonis dalam suatu campuran (Benveniste 1980; van Beek and Joulain 2017). Indonesia merupakan

pemasok minyak nilam terbesar di dunia, yang kemudian diikuti oleh China. Brazil dan Malaysia juga menghasilkan minyak nilam namun dalam jumlah yang sedikit (Burfield 2001). Provinsi Aceh adalah salah satu sentra produksi minyak nilam di Indonesia dan penyulingan minyak nilam dilakukan dengan cara yang sederhana dengan kapasitas kecil, sehingga kualitas yang dihasilkan kurang baik dan tidak optimal. Umumnya Petani penyuling minyak nilam masih menggunakan alat yang biasanya terbuat dari drum bekas sehingga minyak nilam yang dihasilkan mengandung banyak unsur Fe (besi)

dan zat pengotor lainnya dalam rendemen dan sebagai akibatnya warna minyak nilam juga berwarna gelap (Alam 2007).

Kualitas atau mutu minyak nilam ditentukan oleh karakteristik alamiah dari minyak nilam tersebut dan bahan asing pengotor yang tercampur di dalamnya, adanya bahan asing akan merusak mutu minyak nilam itu sendiri. Untuk mengurangi kadar Fe dan zat pengotor lainnya yang terdapat pada minyak nilam maka perlu dilakukan proses repurifikasi sehingga memenuhi standar farmasi grade. Proses pemurnian secara fisika dapat dilakukan dengan mendistilasi ulang minyak atsiri yang dihasilkan (*redistillation*) dan distilasi fraksinasi dengan pengurangan tekanan. Untuk proses secara kimia dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu: 1) adsorpsi menggunakan adsorben tertentu seperti bentonit, arang aktif, zeolit (Supardan *et al.* 2015; Sariadi 2012; Rossi *et al.* 2001), 2) menghilangkan senyawa terpen (*terpeneless*) untuk meningkatkan efek flavoring, sifat kelarutan dalam alkohol encer, kestabilan dan daya simpan dari minyak, dan 3) larutan senyawa pembentuk kompleks seperti asam sitrat, asam tartarat (Sait dan Satyaputra 1995).

Pemurnian minyak nilam juga dapat dilakukan dengan cara pengkelatan yaitu pengikatan logam dengan cara menambahkan senyawa pengkelat dan membentuk kompleks logam senyawa pengkelat (Ekholm *et al.* 2003). Proses pengkelatan dilakukan dengan cara yang sama dengan adsorpsi hanya dengan mengganti adsorben dengan senyawa pengkelat. Senyawa pengkelat yang cukup dikenal dalam proses pemurnian minyak atsiri, antara lain asam sitrat, asam malat, asam tartarat dan EDTA (Alam 2007; Karmelita 1991; Marwati *et al.* 2005; Moestafa *et al.*, 1990). Proses pengikatan logam merupakan proses keseimbangan pembentukan kompleks logam dengan senyawa pengkelat. Kelemahan dari proses pemurnian cara adsorpsi adalah ikut berkurangnya senyawa aktif yang diinginkan dalam minyak atsiri tersebut (Supardan *et al.* 2015). Metode penghilangan senyawa terpen atau terpenless biasa dilakukan terhadap minyak atsiri yang akan digunakan dalam pembuatan parfum, karena minyak yang dihasilkan akan memberikan aroma yang lebih baik (Hernani *et al.* 2002; Sait and Satyaputra, 1995).

Proses pemurnian minyak atsiri menggunakan proses distilasi vakum merupakan salah satu proses pemurnian yang dapat diunggulkan. Proses ini merupakan proses pemisahan komponen-komponen yang ada dalam minyak atsiri berdasarkan perbedaan titik didih, sehingga diperoleh dua produk yaitu fraksi berat dan fraksi ringan, yang keduanya dapat dimanfaatkan lebih lanjut. Komponen dengan

titik didih rendah dalam minyak nilam adalah senyawa-senyawa terpen seperti α -*pinen* (157°C pada 760 mmHg), β -*pinen* (166°C pada 760 mmHg), dan α -*Copaene* (246°C pada 760 mmHg). Komponen minyak nilam dengan titik didih tinggi termasuk dalam komponen hidrokarbon beroksigen seperti alcohol patchouli (287°C pada 760 mmHg). (Syarifuddin 2012) melaporkan proses pemurnian minyak nilam dengan cara distilasi vakum dapat meningkatkan kadar alcohol patchouli dari 26% hingga 34%. Proses penyulingan minyak atsiri dan ekstraksi oleoresin dengan bantuan gelombang ultrasonik juga telah banyak dipelajari dimana pemakaian gelombang ultrasonik dapat memberikan rendemen yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses penyulingan atau ekstraksi biasa (Ruslan 2009; Fitriyana *et al.* 2016).

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah distilasi fraksinasi vakum dengan bantuan gelombang ultrasonik. Dimana, selain proses distilasi yang berlangsung dalam keadaan vakum, juga diberikan gelombang ultrasonik pada fluida agar terjadi tumbukan langsung dengan material polar atau pelarut dan diatur oleh dua fenomena yaitu konduksi ionik dan rotasi dipol, kedua fenomena tersebut berjalan secara simultan. Gelombang ultrasonik saat ini sudah banyak diaplikasikan dalam banyak bidang. Gelombang ultrasonik dapat mempercepat analisis dan merupakan metode yang tidak merusak atau merugikan jika diterapkan. (Camarena *et al.* 2007) menggunakan gelombang ultrasonik untuk menganalisis laju hidrasi jeruk dengan tujuan mengontrol kualitasnya. Gelombang ultrasonik juga dapat meningkatkan koefisiensi absorpsi ketika gelombang dijalankan. Kemudahan dari metode ekstraksi ultrasonik yaitu dapat digunakan dengan berbagai pelarut (Kellner *et al.* 2004). Hasil ekstraksi meningkat dengan meningkatnya polaritas bahan pelarut, dan konsentrasi unsur yang diekstrak di dalam sari cairan akan maksimum dicapai hanya dalam waktu 20 menit, sedangkan secara konvensional membutuhkan waktu mencapai 50 menit (Veličković *et al.* 2006). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kadar alcohol patchouli pada minyak nilam.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu leher tiga, kolom destilasi, kolom fraksinasi, pompa vakum (*Gast/DOA-P504*), jaket pemanas elektrik (*BarnsteadElectrothelmal EM0500*), penampung destilat, *chiller* (*Lauda/MC600*), alat pembangkit

gelombang ultrasonik (*Dowell Ultrasonics/DW-SD20*) dan *Gas Chromatography – Mass Spectrometer (GC-MS) (Shimadzu GC-MS QP2010 Ultra)* digunakan untuk analisis nilai kandungan alkohol patchouli pada minyak nilam. Bahan yang digunakan adalah minyak nilam yang berasal dari petani nilam di Kabupaten Aceh Jaya.

Pada penelitian ini menggunakan variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap adalah gelombang ultrasonik sebesar 20 KHz dan variabel berubah dibagi menjadi dua bagian yaitu temperatur pemanasan 180°C, 200°C, 220°C dan tekanan vakum 20 inHg dan 25 inHg. Pada penelitian ini dilakukan enam kali percobaan dengan waktu tiap penyulingan kurang lebih delapan (8) jam. Adapun variabel penelitian sebagai berikut:

1. A1 = Suhu penyulingan 220 °C dan Tekanan 25 inHg
2. A2 = Suhu penyulingan 200 °C dan Tekanan 25 inHg
3. A3 = Suhu penyulingan 180 °C dan Tekanan 25 inHg
4. A4 = Suhu penyulingan 200 °C dan Tekanan 20 inHg
5. A5 = Suhu penyulingan 220 °C dan Tekanan 20 inHg
6. A6 = Suhu penyulingan 180 °C dan Tekanan 20 inHg
7. A0 = Bahan baku minyak nilam

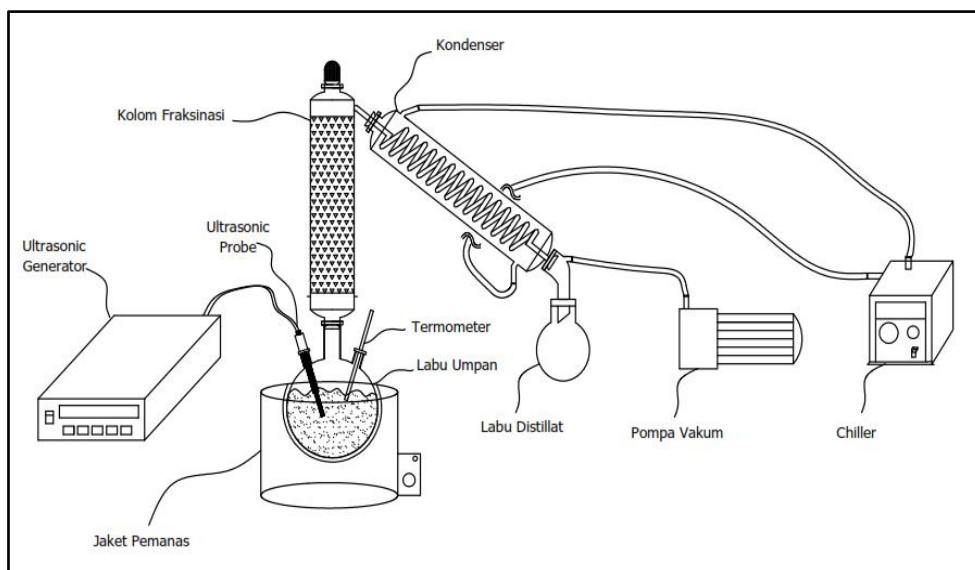
Pada penelitian ini juga dianalisa bahan baku minyak nilam yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan yang dihasilkan dari proses destilasi yang dihasilkan dengan diberi kode A0.

Cara Kerja

Disusun rangkaian alat seperti Gambar 1 dibawah yang merupakan modifikasi dari rangkaian alat penelitian yang dilakukan oleh Widayat et al.(2014) dengan menambahkan gelombang ultrasonik ke dalam labu distilasi, kemudian dimasukkan bahan minyak nilam sebanyak 300 gram. Kemudian dilakukan proses destilasi sesuai dengan perlakuan menggunakan variabel tetap yaitu pengontakan dengan gelombang ultrasonik 20 KHz dan variabel berubah menggunakan temperatur 180°C, 200°C, 220°C dan tekanan vakum sebesar 20 inHg dan 25 inHg. Rangkaian proses destilasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan alat *Gas Chromatography – Mass Spectrometer (GC-MS)* untuk mendapatkan nilai kandungan alcohol patchouli. Karakteristik minyak nilam lainnya seperti bilangan asam dan indeks bias dianalisis berdasarkan metode uji SNI 06-2385-2006 tentang minyak nilam. Prosedur kerja bilangan asam adalah ditimbang 4 gr contoh minyak, dilarutkan dalam 5 ml etanol netral pada labu saponifikasi, kemudian tambahkan 5 tetes larutan fenolftalin sebagai indikator dan dititrasikan larutan tersebut dengan kalium hidroksida 0,1 N sampai warna merah muda. Adapun prosedur kerja indeks bias adalah dialirkan air melalui refraktometer agar alat ini berada pada suhu dimana pembacaan akan dilakukan, kemudian suhu tidak boleh berbeda lebih dari ± 2°C dari suhu referensi dan sebelum minyak ditaruh di dalam alat, suhu dari minyak harus sama dengan suhu ruangan tempa pengukuran, dan dilakukan pembacaan bila suhu sudah stabil.



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kandungan Alcohol Patchouli

Tabel 1. Hasil analisis kadar alcohol patchouli dari hasil destilasi minyak nilam

No	Perlakuan variabel	Kadar alcohol patchouli (%)
1	A0	26,87
2	A1	34,40
3	A2	33,01
4	A3	33,31
5	A4	27,48
6	A5	29,49
7	A6	28,77

Hasil analisis kromatografi terhadap 7 sampel minyak nilam hasil destilasi fraksinasi bantuan gelombang ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil menunjukkan bahwa proses destilasi fraksinasi vakum bantuan gelombang ultrasonik dapat meningkatkan kadar PA (Alcohol Patchouli) dari minyak nilam. Bahan baku minyak nilam awal mengandung 26,87 % kadar PA mengalami peningkatan dari kadarnya antara 27,48 sampai dengan 34,4%. Kadar alcohol patchouli yang paling optimum sebesar 34,4 % didapatkan dengan menggunakan suhu penyulingan 220 °C dan tekanan 25 inHg, sedangkan kadar alcohol patchouli yang paling rendah adalah 27,48 % dengan menggunakan suhu penyulingan 200 °C dan tekanan 20 inHg (Tabel 1).

Hasil ini juga menunjukkan bahwa kandungan alcohol patchouli yang sesuai dengan syarat mutu SNI 06-2385-2006 dengan nilai minimal 30 % adalah 3 variabel dengan kode A1 sebesar 34.40 %, A2 sebesar 33.01 % dan A3 sebesar 33.31 % yang menggunakan tekanan vakum 25 inHg.

Analisis Bilangan Asam

Bilangan asam menunjukkan kadar asam bebas yang terkandung dalam minyak atsiri dan dinyatakan sebagai jumlah Kalium Hidroksida (KOH) dalam miligram yang diperlukan untuk menetralkan komponen asam dalam satu gram sampel (Guenther 1948). Bilangan asam yang semakin besar dapat mempengaruhi kualitas, diantaranya mengubah bau khas dari minyak nilam. Senyawa asam yang terbentuk dapat diakibatkan oleh adanya sebagian komposisi minyak atsiri yang kontak langsung dengan udara atau berada dalam kondisi lembap yang mengakibatkan munculnya reaksi oksidasi dengan udara yang dikatalisasi oleh cahaya (Armando 2009). Hasil analisis bilangan asam dapat dilihat Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis bilangan asam

No	Perlakuan variabel	Bilangan asam (mg KOH/g)
1	A0	3,50
2	A1	3,18
3	A2	3,12
4	A3	3,38
5	A4	3,48
6	A5	3,11
7	A6	3,36

Tabel 2 menunjukkan bahwa rentang hasil bilangan asam antara 3,11 – 3,48. Bilangan asam dari minyak hasil destilasi maupun minyak nilam awal sudah sesuai dengan persyaratan mutu SNI 06-2385-2006 maksimum 8. Hasil ini menunjukkan adanya penurunan bilangan asam dari minyak nilam awal sebesar 3,50. Hal ini dikarenakan pengaruh suhu dan tekanan vakum yang diberikan pada waktu distilasi berlangsung.

Analisis Indeks Bias

Nilai indeks bias minyak ditentukan oleh banyaknya cahaya yang melewati media kurang padat ke media lebih padat, maka sinar akan membelok atau membias dari garis normal (Guenther 1948). Sama halnya dengan berat jenis dimana komponen penyusun minyak atsiri dapat mempengaruhi nilai indeks biasnya. Semakin banyak komponen berantai panjang seperti sesquiterpen atau komponen bergugus oksigen ikut tersuling, maka kerapatan medium minyak atsiri akan bertambah sehingga cahaya yang datang akan lebih sukar untuk dibiarkan. Hasil analisis indeks bias terhadap minyak nilam destilasi fraksinasi vakum bantuan gelombang ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai indeks bias minyak nilam (A0) awal sebesar 1,5008. Indeks bias yang didapatkan dari hasil destilasi fraksinasi vakum berkisar antara 1,5008 sampai dengan 1,5098. Indeks bias paling kecil pada perlakuan dengan suhu 220 °C dengan tekanan 25 inHg (A1) sebesar 1,5008 sedangkan nilai indeks bias paling besar pada perlakuan dengan suhu 180 °C dengan tekanan 20 inHg (A6) sebesar 1,5017.

Tabel 3. Hasil analisis indeks bias

No	Variabel perlakuan	Indeks bias
1	A0	1,5008
2	A1	1,5008
3	A2	1,5011
4	A3	1,5098
5	A4	1,5013
6	A5	1,5015
7	A6	1,5017

Kenaikan indeks bias pada minyak nilam hasil destilasi fraksinasi vakum dibandingkan dengan indeks bias minyak nilam awal menandakan bahwa pada kandungan senyawa alcohol patchouli pada minyak nilam hasil fraksinasi semakin meningkat. Hal ini dijelaskan juga oleh (Syauqiyah *et al.* 2008) yang menjelaskan bahwa alcohol patchouli merupakan senyawa *sesquiterpen alcohol* yang berantai panjang sehingga dapat meningkatkan kerapatan medium minyak nilam. Jika dikorelasikan, maka nilai indeks bias yang semakin besar dapat menunjukkan kadar alcohol patchouli yang terkandung di dalam minyak juga semakin besar. Nilai indeks bias minyak nilam awal dan minyak hasil destilasi fraksinasi vakum bantuan gelombang ultrasonik masih memenuhi kriteria mutu minyak nilam menurut SNI 06-2385-2006 yaitu sebesar 1,507-1,515.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa proses destilasi fraksinasi vakum bantuan gelombang ultrasonik dapat meningkatkan kandungan kadar Alcohol Patchouli (AP) dari minyak nilam dari kandungan minyak nilam awal sebesar 26,87 % hingga berkisar antara 27,48 – 34,40%. Proses optimum yang didapatkan adalah pada destilasi fraksinasi vakum menggunakan suhu 220 °C dan tekanan 25 inHg ditandai dengan perolehan kadar alcohol patchouli (AP) sebesar 34,40 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, P.N., 2007. "Aplikasi Pengkelatan untuk Peningkatan Mutu Minyak Nilam Aceh". *J. Rekayasa Kim.* dan Lingkungan. 6: 63–66.
- Armando, R., 2009. "Memproduksi 15 minyak atsiri berkualitas". Penebar Swadaya, Jakarta.
- Benveniste, B., 1980. "Indonesian oil of patchouli". *Perfum. Flavorist* 5: 43–45.
- Burfield, T., 2001. "*The Seychelles: Aromatic Journey Notes* [WWW Document]. URL <http://www.users.globalnet.co.uk/~nodice/new/magazine/seychelles/magseychelles.htm> (accessed 6.22.18).
- Camarena, F., Martínez-Mora, J.A., Ardid, M., 2007. "Ultrasonic study of the complete dehydration process of orange peel". *Postharvest Biol. Technol.* 43: 115–120. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.07.012>
- Ekholm, P., Virkki, L., Ylinen, M., Johansson, L., 2003. "The effect of phytic acid and some natural chelating agents on the solubility of mineral elements in oat bran". *Food Chem.* [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00249-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00249-2)
- Fitriyana, L., Salamun, A., Syaubari, 2016. "Optimasi proses Ekstraksi oleoresin lada hitam secara maserasi dan bantuan gelombang ultrasonik menggunakan metode permukaan respon". *J. Has. Penelit. Ind.* 29: 77–86.
- Guenther, E., 1948. "*The Essential oils*, 1st ed". D. Van Nostrand Company, Inc, New York.
- Hernani, Munazah, Ma'mun, 2002. "Peningkatan kadar patchouli alcohol dalam minyak nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) melalui proses deterpenisasi", in: *Prosiding Simposium Nasional II Tumbuhan Obat Dan Aromatik*. Kerjasama Kehati, LIPI, Apinmap, Unesco, Jica, Bogor, pp. 225–228.
- Karmelita, L., 1991. "Mempelajari cara pemucatan minyak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dengan asam tartarat". Institut Pertanian Bogor.
- Kellner, R., Mermet, J.-M., Otto, M., Valcárcel, M., Widmer, H.M., 2004. "*Analytical Chemistry: A Modern Approach to Analytical Science*". 2nd ed. Wiley-VCH, Germany.
- Marwati, T., Rusli, M., Noor, E., Mulyono, E., 2005. "Peningkatan mutu minyak daun cengkeh melalui proses pemumian". *J. Penelit. Pascapanen Pertan.* 2.
- Moestafa, A., Suprijatna, E., Gumilar, 1990. "Pengaruh kepekatan larutan garam EDTA (Disodium Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid) dan lama pengadukannya terhadap pengikatan ion besi dalam minyak nilam". *War. IHP* 7: 23–26.
- Rossi, M., Gianazza, M., Alamprese, C., Stanga, F., 2001. "The effect of bleaching and physical refining on color and minor components of palm oil". *J. Am. Oil Chem. Soc.* 78: 1051–1055. <https://doi.org/10.1007/s11746-001-0387-8>
- Ruslan, 2009. "Hidrodistilasi Minyak Jahe menggunakan Ultrasonik". Universitas Syiah Kuala.

- Sait, S., Satyaputra, I., 1995. "Pengaruh Proses Deterpenasi Terhadap Mutu Obat Minyak Biji Pala". *War. IHP* 12: 41–43.
- Sariadi, 2012. "Pemurnian Minyak Nilam dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Bentonit". *J. Tekhnologi* 12: 100–104.
- Supardan, M.D., Fatanen, A., Erika, C., 2015. "Adsorpsi Minyak Sereh Dapur Menggunakan Bentonit". *J. Has. Penelit. Ind.* 28: 88–94.
- Syarifuddin, 2012. "Perancangan Peralatan Destilasi Fraksinasi Minyak Nilam Skala Industri Kecil Menengah (IKM)". *J. Has. Penelit. Ind.* 25: 67–75.
- Syauqiyah, 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 - Tek.* 9: 21–30.
- Van Beek, T., Joulain, D., 2017. "The essential oil of patchouli". Pogostemon cablin: A review, *Flavour and Fragrance Journal*. <https://doi.org/10.1002/ffj.3418>
- Veličković, D.T., Milenović, D.M., Ristić, M.S., Veljković, V.B., 2006. "Kinetics of ultrasonic extraction of extractive substances from garden (*Salvia officinalis* L.) and glutinous (*Salvia glutinosa* L.) sage". *Ultrason. Sonochem.* 13: 150–156. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2005.02.002>
- Widayat, Hilman, M., Bahtiar, B., Rahmawan, A., 2014. "Pengaruh Jenis Packing Dan Tekanan Vakum Dalam Peningkatan Mutu Minyak Cengkeh". in: *Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan Dan Industri*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, pp. K64–K67.