

PEMBUATAN MESIN PRODUKSI MINYAK ATSIRI SEBAGAI BIO-ADITIF BAHAN BAKAR MINYAK

MAKING OF ESSENTIAL OILS PRODUCTION MACHINE AS BIO-ADDITIVE FOR FUEL

Sina Jamilah¹, Shinta Virdhian¹, Agus Juniawan Khairi¹, Doyo Sudaryat²

¹ Balai Besar Logam dan Mesin, Kementerian Perindustrian
Jl. Sangkuriang 12 Bandung 40135 Telp. (+62 22) 2503171; Fax (+62 22) 2503978

² PT Bumibraja Nusantara,
Jalan Soekarno Hatta KM 13,8 Gedebage, Bandung – Jawa Barat

Email: sina_jamilah@yahoo.com

ABSTRAK

Minyak atsiri dapat digunakan sebagai bio-aditif pada bahan bakar bensin dan solar untuk meningkatkan kualitas bahan bakar tersebut. Dengan penambahan bio-aditif, penggunaan bensin maupun solar dapat berkurang rata-rata 20-40 %. Penelitian ini dilakukan untuk membuat mesin produksi minyak atsiri yang menghasilkan rendemen dan kualitas minyak atsiri yang lebih baik dari hasil IKM. Metode yang digunakan adalah *reverse engineering* dengan memperbaiki sistem mesin distilasi yang telah ada. Pada *boiler* yang digunakan, ditambahkan *economizer* yang berfungsi untuk memanfaatkan panas yang terbuang dari proses produksi untuk digunakan sebagai pemanas air sebelum masuk pada *boiler*. Selama proses penyulingan pada mesin ini temperatur dijaga konstan pada 700-800 °C. Rendemen minyak atsiri yang dihasilkan sebanyak 0,96-1,16 %. Rata-rata rendemen yang dihasilkan oleh IKM adalah 0,61%. Lama proses penyulingan adalah 4 jam, sedangkan di IKM memerlukan waktu 6 sampai 8 jam. Dengan terjaganya temperatur proses, maka kualitas dan kuantitas rendemen yang dihasilkan oleh mesin ini menjadi lebih baik dibandingkan dengan minyak atsiri hasil proses IKM saat ini.

Kata kunci: minyak atsiri, bio-aditif, mesin proses minyak atsiri, optimasi proses minyak atsiri, pembuatan minyak atsiri

ABSTRACT

Essential oils can be used as bio-additives in gasoline and diesel fuel to improve the fuel quality. With the addition of bio-additives, the use of gasoline and diesel can be reduced by an average of 20-40%. This research was conducted to make machine for production of essential oil that produce yield and quality of essential oil better than essential oil from Small and Medium Industries (SMI). The method used is reverse engineering by improving the existing distillation machine system. Economizer is added in boiler which serves to utilize heat from the production process to be used as a water heater before entering the boiler. During the process of distillation on this machine, the temperature is kept constant at a temperature of 700-800 °C. The resulting essential oil yield is 0.96-1.18%. The average yield of SMI is 0.61%. The distillation process is 4 hours, while in SMI takes 6 to 8 hours. With constant temperature, the quality produced by this machine is better than the essential oil of the current SMI process.

Key words: essential oil, bio-additive, essential oil process machine, optimization of essential oil process, manufacture of essential oil

PENDAHULUAN

Menipisnya cadangan sumber energi Bahan Bakar Minyak (BBM) saat ini menghantui masyarakat dunia. Bagaimana tidak, ketersediaan sumber energi semakin berkurang, sementara penggunaannya terus meningkat seiring dengan meningkatnya aktifitas industri, jumlah kendaraan bermotor, maupun aktifitas lainnya yang terus berjalan sepanjang peradaban manusia. Hal tersebut dibuktikan dengan data yang dikeluarkan oleh BPHMIGAS bahwa konsumsi BBM di Indonesia mencapai lebih dari 48 juta KL pada tahun 2016, dengan mengalami peningkatan konsumsi mencapai 100% selama 10 tahun terakhir. Salah satu solusi penghematan BBM adalah dengan penggunaan bahan aditif yaitu suatu bahan yang ditambahkan ke dalam BBM yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja pembakaran atau menyempurnakan pembakaran dalam ruang bakar mesin, sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi lebih besar, dan volume penggunaan bahan bakar minyak lebih sedikit setiap jarak tempuh atau satuan waktu pemakaian bahan bakar minyak Aditif bio dicampur dengan diesel dengan rasio yang berbeda berdasarkan volume, diketahui bahwa penambahan bio menambahkan solar meningkatkan jumlah setana dan mengurangi emisi. (Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik 2010).

Jenis bahan aditif beraneka ragam, untuk itu perlu dipilih penambahan bahan aditif yang tepat karena banyak yang mengandung logam Pb dan akan menimbulkan gas buang yang bersifat racun. Alternatif penggunaan bahan aditif yang lebih baik untuk menghindari pencemaran lingkungan ada pada minyak atsiri dari daun sereh. Hal tersebut disebabkan karena minyak atsiri mempunyai karakteristik yang menyerupai/mendekati karakteristik BBM, seperti berat jenis, titik didih, dan sifat mudah menguap. Hasil uji minyak atsiri sebagai bio aditif bensin menunjukkan bahwa pada perbandingan volume bensin : minyak sereh wangi = 1000:0,5 terjadi peningkatan power mesin sebesar 3,85 % (dari 7,8 HP untuk bensin standar menjadi 8,1 HP)(Astuti and Nalindra Putra 2015). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa bensin dengan bahan aditif (minyak atsiri) menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna, dimana karbon terbakar sempurna sehingga menghasilkan konsentrasi karbon dioksida lebih besar, sebaliknya konsentrasi karbon oksida dan hidrokarbon menurun(Hutabalian, Sutanto, and Anggaraini 2013). Selain itu, tersedianya atom oksigen pada sitonelalatau geraniol, yaitu komponen utamaminyak atsiri dari serei, dapat berperansebagai "penyedia oksigen" secara internal (Hutabalian, Sutanto, and Anggaraini 2013). Penambahan bio-aditif bio pada diesel dengan rasio yang berbeda berdasarkan volume dapat meningkatkan jumlah setana dan mengurangi emisi(Nadu 2013).

Permasalahan yang ada untuk memproduksi minyak atsiri adalah waktu untuk produksinya cukup lama. Dimana untuk mendapatkan minyak atsiri tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama yaitu sekitar 4-7 jam(Feriyanto, Sipahutar, and Prihatini 2013). Karena itu untuk meningkatkan produktivitas diperlukan pengembangan proses produksinya menggunakan mesin produksi minyak atsiri yang efisien. Pengembangan mesin produksi minyak atsiri harus dilakukan dari setiap tahapan proses produksi minyak atsiri. Dimulai dari proses penentuan bahan bakar padat untuk pemanas, perancangan (boiler, kolom distilasi, kondensor dan sepatator) yang efisien untuk proses penyulingan, serta peralatan pendukung lainnya seperti alat pencacah, alat pembuat peletizer, alat decomposer dan lainnya. Dengan demikian produksi minyak atsiri akan produktif, efisien dan ramah lingkungan.

Salah satu indikator peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi minyak atsiri dapat dilihat dari hasil rendemen yang dihasilkan pada proses produksinya. Dengan proses produksi yang sudah ada, minyak atsiri yang berasal dari daun sereh dengan proses distilasi selama 4 jam akan memiliki rendemen sebesar 0,54%(Diana Sari and Chairul 2005). Nilai rendemen tersebut masih dapat ditingkatkan mencapai 0,8 – 1,2 % jika dalam proses penyulingan minyak atsiri parameter proses dapat dikendalikan. Kemudian peningkatan

efisiensi produksi juga dapat dilakukan dengan pemasangan *economizer* pada *boiler* yang akan menurunkan penggunaan bahan bakar selama proses penyulingan minyak atsiri. Dalam skema sistem produksi minyak atsiri ini, hasil sisa bahan baku penyulingan minyak atsiri akan diolah kembali menjadi pupuk organik dengan pemanfaatan alat *decomposer*. Dengan demikian penambahan nilai yang didapat dari proses produksi minyak atsiri bukan hanya dari hasil rendemen minyak atsiri tersebut, melainkan dari total biaya produksi yang dapat diturunkan dan pengolahan limbah bahan baku minyak atsiri dapat dimanfaatkan.

Tabel 1. Penelitian Mengenai Mesin Produksi Minyak Atsiri

No.	Ketel	Kondensor	Pemanas	Waktu (Jam)	Kualitas	Rendemen
1	Kapasitas 2 ton Material Mild Steel Pembangkit uap bersatu dg pengukus	Pipa dalam Bak Material Mild Steel	Tungku Kayu bakar	10 - 12	Kotor Warna Kusam	Sedikit
2	Kapasitas 1 ton Material Stainless Steel Pembangkit uap bersatu dg pengukus	Pipa Spiral dalam Tangki Material Stainless Steel	Tungku Kayu bakar	7 - 8	Jernih Warna Terang	Sedang
3	Kapasitas 0,5 ton Material Stainless Steel Pembangkit uap bersatu dg pengukus	Pipa Spiral dalam Tangki Material Stainless Steel	Burner Minyak Tanah	7 - 8	Jernih Warna Terang	Sedang
4	Kapasitas 0,5 ton Material Stainless Steel Pembangkit uap terpisah dg pengukus	Pipa Spiral dalam Tangki Material Stainless Steel	Burner Minyak Tanah	7 - 8	Jernih Warna Terang	Sedang
5	Kapasitas 0,5 ton Material Stainless	Pipa Spiral dalam Tangki Material	Boiler Bahan Bakar Solar	5 - 6	Jernih Warna	Sedang

	Steel	Stainless Steel				Terang	
	Pembangkit uap terpisah dg pengukus						
6	Kapasitas 0,5 ton	Shell and Tube	Boiler Bakar Biomasa	Bahan	5 - 6	Jernih	Sedang
	Material Stainless Steel	Material Stainless Steel	Secara Tidak Kontinyu			Warna Terang	
	Pembangkit uap terpisah dg pengukus						
7	Kapasitas 0,5 ton	Shell and Tube 6 phase	Boiler Bakar Biomass	Bahan	3 - 4	Jernih	Optimum
	Material Stainless Steel	Material Stainless Steel	Secara Kontinyu			Warna Terang	
	Pembangkit uap terpisah dg pengukus						

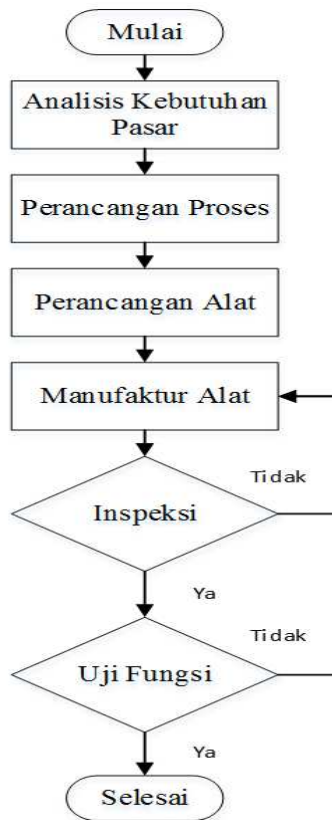
Ekstraksi minyak tidak terjadi seketika karena memerlukan waktu untuk bahan minyak atsiri menjadi basah terlebih dahulu agar minyak dapat menyebar dari dalam daun ke permukaan daun. Pengepakan longgar bahan tanaman di dalam peralatan ion distilasi uap meningkatkan hasil minyak dan mengeringkan bahan tanaman sebelum penyulingan tidak mengurangi jumlah minyak yang tersedia (Amenaghawon et al. 2014).

Hasil penelitian sebelumnya mengenai mesin produksi minyak atsiri dirangkum pada Tabel 1. Bagian-bagian yang telah dilakukan perubahan adalah ketel, kondensor, dan pemanas. Hasil yang dianalisis adalah waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan minyak atsiri, kualitas serta rendemen minyak atsiri. Rendemen pada penelitian ini diklasifikasikan dalam tiga golongan, yaitu sedikit (0,5-0,7%), sedang (0,8-0,9%), dan optimum (1,0-1,2%).

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat mesin produksi minyak atsiri yang menghasilkan rendemen dan kualitas minyak atsiri yang lebih baik dari hasil IKM dengan melakukan perbaikan mekanisme proses produksi pada proses distilasi yang dilakukan di IKM.

METODOLOGI

Metode penelitian ini adalah *revesre engineering* dengan memperbaiki sistem mesin distilasi yang telah ada. Penelitian ini merupakan penelitian terapan untuk menyelesaikan persoalan yang ada pada Industri Kecil dan Menengah (IKM) dalam memproduksi minyak atsiri. Gambar 1 menunjukkan alur penelitian pembuatan mesin produksi minyak atsiri.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Material yang digunakan untuk pembuatan mesin tersebut adalah *Stainless Steel* dan kawat las. Bahan bakar yang digunakan adalah *biomass*. Bahan uji yang digunakan adalah daun sereh wangi dan air.

Alat yang digunakan untuk membuat mesin produksi ini adalah mesin *cutting*, mesin *forming*, dan mesin las.

Uji fungsi dilakukan dengan cara mengoperasikan mesin produksi yang telah dirakit. Hasil pengujian dilihat dari rendemen yang dihasilkan, baik warna maupun jumlahnya.

Kualitas rendemen diukur berdasarkan visual dari warnanya sesuai dengan Standar SNI 06-3953-1995 tentang Minyak Sereh. Warna yang sesuai standar tersebut adalah kuning pucat sampai kuning kecoklat-coklatan (Standar Nasional Indonesia 1995). Jumlah rendemen dihitung dengan rumus (Sutiya 2006):

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

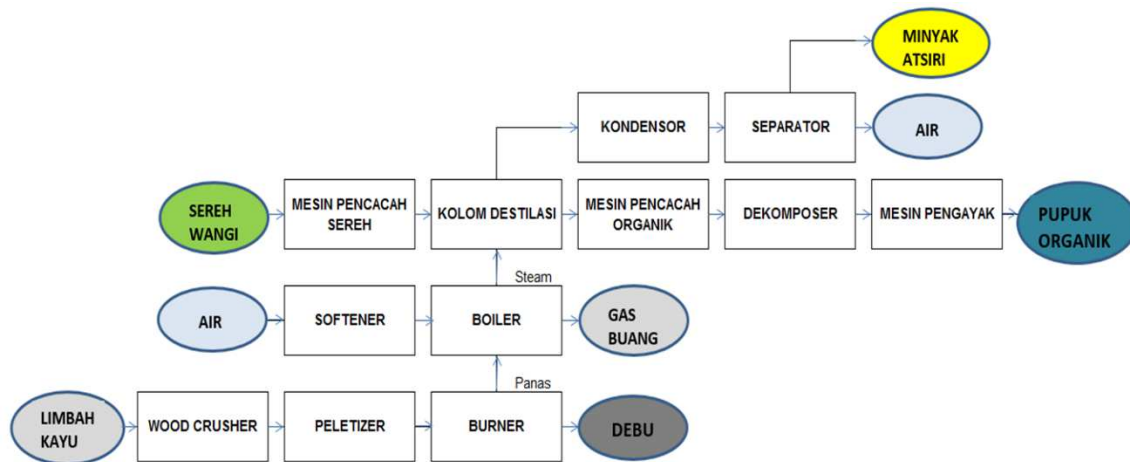
Pada penelitian ini, pemanas menggunakan boiler dengan bahan bakar secara kontinyu. Temperatur penyulingan dijaga konstan pada 700-800 °C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen terbanyak yang dihasilkan adalah pada kombinasi alat No.7 pada Tabel 1. Hal ini karena kestabilan proses dalam menghasilkan minyak atsiri pada temperatur 700-800°C. Penelitian yang dilakukan oleh Nur Ain dkk mendapatkan rendemen minyak atsiri terbanyak pada temperature 167 °C dan tekanan 1203 psi yang setara dengan 83 bar (Nur Ain et al. 2013). Sesuai dengan rumus usaha, semakin tinggi tekanan yang diberikan, maka semakin rendah temperatur yang diperlukan untuk ekstraksi (Moran and Saphiro 2006).

Selama hidrodistilasi, gas campuran (uap dan uap minyak) diproduksi. Gas campuran tersebut akan menuju kondensor dimana mengalami proses pendinginan sampai di bawah 30 °C dan dikondensasikan ke dalam dua fase cair terpisah yaitu hidrosol dan minyak esensial. Kedua cairan tersebut dipisahkan secara gravitasi dan dimasukkan ke dalam corong pemisahan (Sadgrove, Jones, and Nair 2015).

Berdasarkan hasil tersebut, maka mesin produksi dirancang dan dibuat sesuai dengan rincian alat pada Tabel 1 No.7. Diagram alir proses produksi minyak atsiri dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Produksi

Fungsi-fungsi dari setiap alat pada tahapan proses produksi dijelaskan pada Tabel 2. Hasil perakitan mesin produksi minyak atsiri kapasitas 500 Kg dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2. Spesifikasi dan Fungsi Alat pada Mesin Produksi Minyak Atsiri

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	Mesin Pencacah	Kap. 250 kg per jam	Mencacah daun sereh sebelum dimasukkan ke kolom distilasi.
2	Kolom Distilasi	Kap. 500 kg per batch	Memisahkan larutan ke dalam masing-masing komponennya, yaitu minyak atsiri dan air.
3	Kondensor	Shell and Tube 6 Phase	Mengubah fase uap menjadi cairan.
4	Separator	Kap. 10 liter	Memisahkan cairan berdasarkan

5	Boiler & Burner Biopellet	Kap. 100 kg uap per jam	massa jenis. Boiler berfungsi untuk menghasilkan uap air. Burner digunakan untuk membakar bahan bakar padat.
6	Softener	Kap. 150 kg per jam	Menyaring air dari pengotor.
7	Bag Filter	Kap. 150 kg per jam	Menyaring air dari pengotor.
8	Cooling Water	Kap. 150 kg per jam	Mendinginkan air.
9	Pelettizer	Kap. 150 kg/jam	Alat untuk membuat pellet.
10	Screw Conveyor	Kap. 150 kg/jam	Mengantar bahan bakar padat untuk burner.
11	Wood Crusher	Kap. 150 kg/jam	Mencacah kayu/limbah kayu untuk dijadikan pellet.
12	Pencacah Limbah Organik	Kap. 150 kg/jam	Mencacah limbah sisa proses produksi.
13	Dekomposer	Kap. 500 kg per batch	Alat untuk pembuatan kompos sisa dari daun sereh yang telah diambil minyaknya.
14	Pengayak Pupuk Organik	Kap. 150 kg/jam	Memisahkan berdasarkan ukurannya.

Kualitas Minyak Atsiri

Minyak atsiri hasil proses produksi IKM dapat dilihat pada Gambar 4. Warna minyak atsiri tersebut kuning kecoklatan. Minyak atsiri hasil proses produksi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5. Warna minyak atsiri tersebut kuning jernih. Warna minyak atsiri hasil IKM maupun hasil penelitian telah sesuai dengan Standar SNI 06-3953-1995 tentang Minyak Sereh. Namun demikian, warna kecoklatan mengindikasikan adanya kandungan Fe yang menurunkan kualitas minyak atsiri (Sari and Sundari 2017). Warna kecoklatan juga dapat disebabkan oleh proses pemanasan yang *overheated*. Sehingga dari segi warna, semakin jernih minyak atsiri maka semakin baik pula kualitasnya. Temperatur uap harus cukup tinggi untuk menguapkan minyak esensial yang ada, namun tidak menghancurkan atau membakar minyak esensial tersebut (Suryawanshi, Mane, and Kumbhar 2016). Selama proses penyulingan pada mesin ini temperatur dijaga konstan pada 700-800 °C. Hal ini sangat penting karena berkaitan dengan kualitas minyak atsiri yang dihasilkan. Dengan terjaganya temperatur, maka kualitas yang dihasilkan oleh mesin ini menjadi lebih baik dibandingkan dengan minyak atsiri hasil proses IKM saat ini.



Gambar 3. Mesin Produksi Minyak Atsiri



Gambar 4. Minyak Atsiri Hasil IKM



Gambar 5. Minyak Atsiri Hasil Penelitian

Jumlah Rendemen

Jumlah rendemen hasil dari IKM dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan jumlah rendemen hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Rendemen hasil IKM

No.	Daun Sereh (Kg)	Rendemen (Kg)	Rendemen (%)
1	1.000	6,1	0,61
2	1.000	6,2	0,62
3	1.000	5,7	0,57
4	1.000	5,9	0,59
5	1.000	6,0	0,60
6	1.000	6,3	0,63
7	1.000	6,5	0,65
8	1.000	5,9	0,59
9	1.000	6,1	0,61
10	1.000	6,4	0,64
11	1.000	6,2	0,62
12	1.000	5,7	0,57
13	1.000	6,3	0,63
14	1.000	6,8	0,68
15	1.000	6,1	0,61
Rata-Rata Rendemen			0,61

Ket : Rendemen minyak atsiri hasil dari IKM sebanyak 0,57-0,68 % dengan rata-rata 0,61%. Hasil tersebut didapatkan dalam waktu 6-8 jam.

Tabel 4. Rendemen Hasil Penelitian

No.	Daun Sereh (Kg)	Rendemen (Kg)	Rendemen (%)
1	500	5,7	1,14
2	500	5,3	1,06
3	500	5,8	1,16
4	500	5,4	1,08
5	500	5,2	1,04
6	500	4,9	0,98
7	500	5,5	1,10
8	500	5,9	1,18
9	500	4,8	0,96
10	500	5,2	1,04
11	500	5,6	1,12
12	500	5,7	1,14
13	500	4,8	0,96
14	500	5,1	1,02
15	500	5,8	1,16
Rata-Rata Rendemen			1,08

Ket : Rendemen minyak atsiri hasil penelitian sebanyak 0,96-1,18 % dengan rata-rata 1,08 %. Lama proses penyulingan adalah 4 jam.

Rata-rata rendemen minyak atsiri yang dihasilkan dengan metode *hydrodistillation* adalah 1,17 % (Torres 1993). Ekstraksi *Toddalia asiatica* L. dan *Eucalyptus camaldulensis*

hasil penelitian Gakuubi dengan menggunakan metode *steam distillation* memerlukan waktu 5-8 jam (Gakuubi 2016).

Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan rendemen dipengaruhi oleh jenis pemanas yang digunakan. Temperatur pemanas yang tidak stabil akan menghasilkan jumlah uap yang tidak sama di setiap waktunya sehinggawaktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan minyak atsiri menjadi lebih lama.

Pada penelitian ini, dengan temperatur yang dijaga konstan menghasilkan pemanasan yang stabil. Dengan sistem seperti ini, maka uap yang dihasilkan akan konstan sehingga mempercepat proses produksi minyak atsiri.

Akibat proses produksi yang lebih cepat, maka rendemen minyak atsiri yang dihasilkan menjadi lebih banyak dibandingkan dengan hasil IKM.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan rendemen minyak atsiri meningkat sebesar 77% dari hasil IKM. Lama proses penyulingan berkurang sampai 50% dari waktu yang dibutuhkan oleh IKM. Selama proses penyulingan pada mesin ini, temperatur dijaga konstan pada 700-800°C sehingga kualitas dan kuantitas rendemen minyak atsiri yang dihasilkan oleh mesin ini menjadi lebih baik dibandingkan dengan minyak atsiri hasil proses IKM.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kandungan minyak atsiri dari mesin produksi minyak atsiri hasil litbang ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Enuh Rosdeni M.Eng sebagai Kepala Balai Besar Logam dan Mesin serta PT. Bumibraja Nusantara atas terselenggaranya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amenaghawon, N A, K E Okhueleigbe, S E Ogbeide, and C O Okieimen. 2014. "Modelling the Kinetics of Steam Distillation of Essential Oils from Lemon Grass (*Cymbopogon Spp.*)."
International Journal of Applied Science and Engineering Int. J. Appl. Sci. Eng 12 (2): 107–15. doi:10.1016/j.procbio.2012.01.010.
- Astuti, Widi, and Nur Nalindra Putra. 2015. "PENINGKATAN KADAR GERANIOL DALAM MINYAK SEREH WANGI DAN APLIKASINYA SEBAGAI BIO ADDITIVE GASOLINE."
Jurnal Bahan Alam Terbarukan 4 (1): 14–20. doi:10.15294/jbat.v4i1.3769.
- Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. 2010. "PENGUNAAN MINYAK SERAIWANGI SEBAGAI BAHAN BIO-ADITIF BAHAN BAKAR MINYAK," no. November: 1–5.
- Diana Sari, Ida, and Chairul. 2005. "PENENTUAN WAKTU PENYULINGAN DARI SEREH WANGI (*CYBOPOGON NARDUS L. Rendle*) UNTUK MEMPEROLEH KADAR MAKSIMAL MINYAK ATSIRI."
- Feriyanto, Yuni Eko, Patar Jonathan Sipahutar, and Pantjawarni Prihatini. 2013. "Pengambilan Minyak Atsiri Dari Daun Dan Batang Serai Wangi (*Cymbopogon*

- Winterianus) Menggunakan Metode Distilasi Uap Dan Air Dengan Pemanasan Microwave." *Jurnal Teknik* 2 (1): 93–97.
- Gakuubi, Martin Muthee. 2016. "Steam Distillation Extraction and Chemical Composition of Essential Oils of *Toddalia Asiatica* L . and *Eucalyptus*" 5 (2): 99–104.
- Hutabalian, Yohanes, Sutanto, and Reista Anggaraini. 2013. "FORMULA ADITIF BERBASIS MINYAK ATSIRI PADA BENSIN RON 88," 1–12.
- Moran, Michael J., and Howard N. Saphiro. 2006. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics. Nature*. Vol. 181. doi:10.1038/1811028b0.
- Nadu, Tamil. 2013. "Performance Combustion and Emission Characteristics on DI Diesel Engine Using Bio Additive" 3 (1): 80–85.
- Nur Ain, A. H., A. H. Zaibunnisa, M. S. Halimahton Zahrah, and S. Norashikin. 2013. "An Experimental Design Approach for the Extraction of Lemongrass (*Cymbopogon Citratus*) Oleoresin Using Pressurised Liquid Extraction (PLE)." *International Food Research Journal* 20 (1): 451–55.
- Sadgrove, Nicholas, Graham Jones, and Muraleedharan G Nair. 2015. "A Contemporary Introduction to Essential Oils: Chemistry, Bioactivity and Prospects for Australian Agriculture." *Agriculture* 5: 48–102. doi:10.3390/agriculture5010048.
- Sari, Ellyta, and Elmi Sundari. 2017. "UPAYA PENINGKATAN KUALITAS DAN PERMASALAHAN PERDAGANGAN MINYAK NILAM DI SUMATERA BARAT." Accessed January 1. <https://minyakatsiriindonesia.wordpress.com/atsiri-nilam/ellyta-sari-dan-elmi-sundari/>.
- Standar Nasional Indonesia. 1995. "Minyak Sereh."
- Suryawanshi, M A, V B Mane, and G B Kumbhar. 2016. "Methodology To Extract Essential Oils From Lemongrass Leaves : Solvent Extraction Approach," 1775–80.
- Sutiya, Budi. 2006. "RENDEMEN MINYAK ATSIRI DAUN PINUS (*Pinus Merkusii* Jungh et De Vries) DARI BANJARBARU." *Jurnal Hutan Tropis Borneo* 07 (19): 135–43.
- Torres, Rosalinda C. 1993. "Citral from *Cymbopogon Citratus* (Dc) Stapf (Lemongrass) Oil." *Philippine Journal of Science* 122 (3): 269–74.