

Distilasi Minyak Atsiri Daun Nilam dengan Microwave- Assisted Steam Distillation: Optimasi dan Perbandingan dengan Metode Konvensional

NURKHOLIS HAMIDI, REDI BINTARTO, AHMAD HAFIDZ

ABSTRACT

Essential oils are generally derived from one or more plant parts, such as flowers (rose, lemongrass, ylang, etc.), leaves and stems (e.g. geranium, patchouli, etc.). Patchouli oil is one of the most popular of essential oil. Nowadays, Indonesia is one of the significant producer of patchouli oil in the world. However, patchouli oil producers in Indonesia still encounter many obstacles related to the low yield and quality of patchouli oil products. These problems are occurred due to the use of simple technology with limited production capacity. Therefore, a new method to obtain patchouli oil with high yield and short processing time needs to be developed. Generally, the extractions of patchouli oil are done by three methods. The methods are hydro distillation, steam distillation, and steam-hydro distillation. In this study, we propose to carry out the process of extracting patchouli leaves using the microwave steam distillation (MASD) method. We added microwave irradiation to our existing steam distillation system, and observed the performance of the MASD. In this study 100 grams of dried patchouli leaves with a moisture content of 18.5%- 22.5% were used as samples. The microwave power used in the extraction process is 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, and 520 Watt. The results showed that the MASD improved the performance of the extraction process using the steam distillation method. Microwave assistance is able to speed up the distillation process and increase the yield of patchouli oil. In addition, the extraction process with MASD requires less energy than conventional methods.

Keywords: Minyak atsiri, Microwave Assisted Steam Distillation, Rendemen

PENDAHULUAN

Tanaman nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) sudah lama dikenal dan dikembangkan oleh masyarakat Indonesia untuk dijadikan sebagai bahan dasar minyak nilam. Usaha distilasi (ekstraksi) minyak nilam juga banyak dilakukan masyarakat Indonesia baik dalam skala kecil maupun menengah. Namun demikian masyarakat produsen minyak nilam di Indonesia masih banyak menemui kendala terkait rendemen, lama proses ekstraksi dan mutu hasil ekstraksi minyak nilam yang masih rendah. Penggunaan teknologi ekstraksi yang konvensional merupakan salah satu penyebab rendahnya hasil rendemen di industri-industri tersebut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi rendemen minyak nilam antara

lain: jenis tanaman, umur tanaman, waktu panen, perubahan bentuk daun, perlakuan pendahuluan sebelum ekstraksi, dan teknik ekstraksi, tekanan dalam drum ekstraksi dan besarnya energi untuk perebusan .

Ada banyak metode ekstraksi minyak atsiri dari tumbuhan alami seperti hidro-distilasi tradisional, distilasi uap dan ekstraksi pelarut organik (Zermane et al. 2016). Kerugian utama dari metode di atas adalah degradasi beberapa senyawa volatil karena waktu ekstraksi yang lama, degradasi senyawa tak jenuh atau ester melalui efek termal atau hidrolitik (Zermane et al. 2016). Selain itu, penggunaan pelarut organik dalam volume besar dalam beberapa metode ekstraksi, telah membatasi aplikasinya karena pertimbangan lingkungan (Li et al. 2016). Oleh karena itu, ada kebutuhan yang berkembang untuk mengembangkan metode

ekstraksi minyak atsiri dari tanaman yang aman dan ramah lingkungan. Dalam beberapa dekade terakhir, metode ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro diperkenalkan sebagai alternatif yang lebih aman, lebih cepat, lebih efisien dan hemat biaya (Bustamante et al. 2016).

Metode pemanasan dengan gelombang mikro berdeda dengan pemanasan konduksi atau konveksi. Pemanasan menggunakan microwave merupakan pemanasan dengan radiasi yang mempunyai beberapa keuntungan, seperti tanpa pemanasan dengan bersentuhan (mengurangi panas berlebihan pada permukaan material), mengurangi gradien termal, 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). Gelombang mikro hanya diserap bahan dielektrik (seperti air dan minyak) dan kemudian dirubah menjadi energi panas (Taylor, 2005). Microwave juga dapat memberi pumping effect pada fluida yang terpaparnya (Tsuruta, dkk, 2012), sehingga memudahkan fluida (minyak) terdesak untuk keluar dari dalam sel. Dalam penelitiannya, Tsuruta, dkk, 2009, melaporkan bahwa efek microwave mampu mengeringkan beberapa bahan makanan dengan cepat dibandingkan dengan pengeringan dengan udara panas. Dengan beberapa poin penting tersebut, gelombang mikro memiliki potensi untuk diterapkan pada proses ekstraksi minyak atsiri.

Pendekatan baru, ekstraksi berbantuan gelombang mikro (microwave-assisted extraction (MAE), yang merupakan teknik tambahan, telah digunakan untuk meningkatkan kinerja ekstraksi sekaligus mengurangi biaya operasi. Hal ini terutama karena microwave berkontribusi untuk membuat pemanasan lebih efektif dan selektif sambil mempercepat transfer energi dan respons untuk mengontrol panas. Ini juga membantu mengurangi termal (Teo C.C, et al. 2008). Pemanfaatan pemanasan gelombang mikro dalam proses ekstraksi diadopsi sebagai alternatif penting dalam teknik ekstraksi hijau, yaitu, *microwave-assisted hydrodistillation* (MAHD) (Hamidi, N., 2016). Interaksi iradiasi gelombang mikro antara media ekstraksi, molekul air dan senyawa polar menyebabkan osilasi dan pemanasan dengan cepat untuk menghasilkan tekanan di dalam dinding sel.

Selain itu, gelombang mikro mengganggu struktur dinding sel tanaman, mendorong pelepasan minyak ke dalam air, membuat proses ekstraksi lebih cepat (Mandal V., et al. 2007). Oleh karena itu, dalam penelitian ini, dilakukan observasi perbandingan terhadap proses distilasi minyak atsiri dari daun nilam dengan menggunakan metode *steam distillation* dan *microwave- assisted steam distillation*. Observasi dilakukan terhadap hasil rendemen dan kebutuhan energi dalam proses tersebut.

MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

Material

Material penelitian berupa daun nilam kering. Tanaman nilam diperoleh dari perkebunan lokal di Jawa Timur, Indonesia. Sebelum dilakukan ekstraksi, daun dipisahkan dari batang dan dipotong dengan ukuran sekitar 2 cm. Kemudian daun dikeringkan pada suhu kamar selama beberapa hari. Setelah pengeringan, kadar air daun adalah 18,5-22,5%. Dalam percobaan ini, air digunakan untuk pelarut selama ekstraksi.

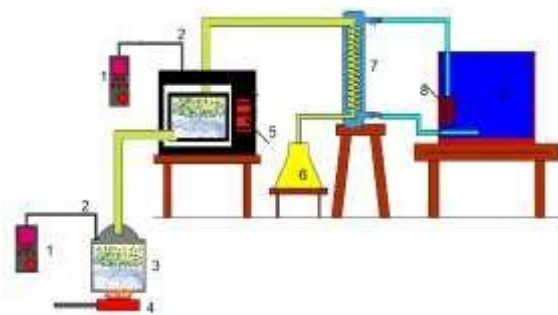
Prosedur ekstraksi dengan *Microwave Assisted Steam Distillation* (MASD) dan *Steam Distillation*

Gambar 1 menunjukkan instalasi yang digunakan dalam penelitian ini. Oven microwave domestik yang dimodifikasi diadopsi untuk ekstraksi dengan metode *microwave assisted steam distillation* (MASD). Percobaan dilakukan dengan memasukkan daun yang telah dicacah kedalam bejana ekstraksi kaca di dalam microwave dengan massa 100 gram. Proses ekstraksi dilakukan dengan mengalirkan uap yang telah dibangkitkan ke dalam bejana ekstraksi tersebut. Uap untuk proses ekstraksi dibangkitkan dengan menggunakan bejana boiler yang dipanaskan menggunakan kompor LPG. Untuk observasi hasil ekstraksi dengan metode MASD maka gelombang mikro dipancarkan ke bejana ekstraksi selama proses tersebut. Generator gelombang mikro dioperasikan pada tingkat daya 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt, 560 Watt dan 700 Watt.

Parameter yang diukur dalam percobaan ini adalah suhu proses, hasil rendemen, dan konsumsi energi. Temperatur selama proses ekstraksi diukur dengan menggunakan sensor

temperatur resistansi Platinum (Pt 100) yang dihubungkan dengan data logger dan direkan dalam komputer. Sedangkan energi kami analisa berdasar konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk pemanasan bejana selama proses ekstraksi. Dalam percobaan ini, kami menggunakan LPG yang memiliki komposisi 50% propana dan 50% Butana. Nilai kalor LPG adalah 46,280 kJ/kg. Dengan mengetahui massa LPG yang digunakan dalam proses penguapan air, maka jumlah energi dari LPG dapat kita hitung.

Ekstraksi dengan metode *steam distillation* dilaksanakan dengan instalasi penelitian yang sama, akan tetapi tanpa adanya bantuan radiasi gelombang mikro.



GAMBAR 1. Instalasi Penelitian MASD

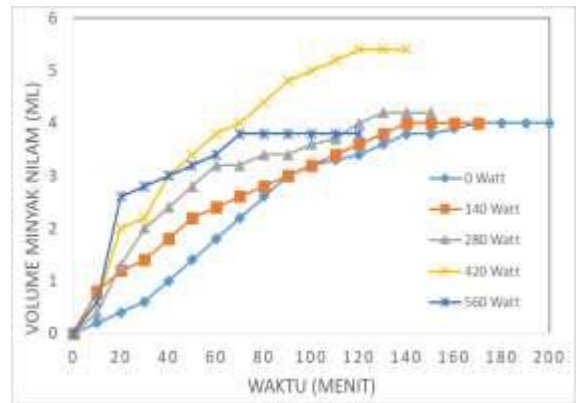
Keterangan gambar :

1. Data Logger
2. Termokopel
3. Boiler
4. Kompor pemanas
5. Microwave
6. Penampung rendemen minyak
7. Kondesor
8. Pompa
9. Air pendingin

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa volume minyak nilam.

Gambar 2 menunjukkan grafik pengaruh daya gelombang mikro dan waktu terhadap volume minyak nilam. Dapat kita lihat bahwa dengan metode MASD pada daya 420 Watt didapat volume minyak nilam paling banyak yaitu sebesar 5,4 ml, sedangkan volume minyak nilam pada daya 560 Watt yang seharusnya mendapat volume paling banyak hanya didapat volume minyak yaitu sebesar 3,8 ml. Tetapi pada daya 560 Watt terlihat pada grafik sampai dengan waktu 30 menit



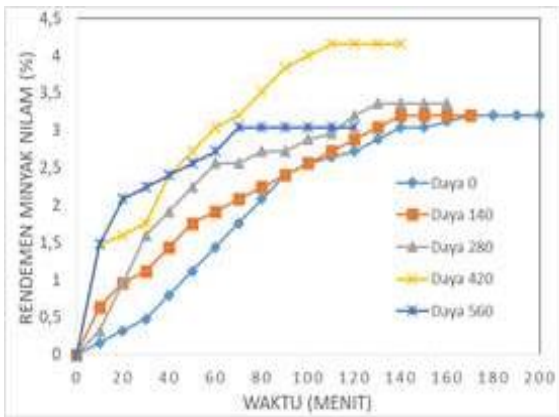
GAMBAR 2. Volume minyak nilam hasil distilasi

mengalami penambahan volume minyak paling cepat, tetapi setelah melewati waktu 30 menit penambahan volume minyak mulai berkurang, hal ini dikarenakan setelah mendapat temperatur uap air yang tinggi ditambahkan dengan dengan daya radiasi dari tungku microwave dengan daya tinggi sebesar 560 Watt yang hal ini menyebabkan sebagian daun nilam didalam tungku microwave ada yang terbakar, sehingga menyebabkan hasil volume minyak nilam yang tidak maksimal pada daya radiasi microwave

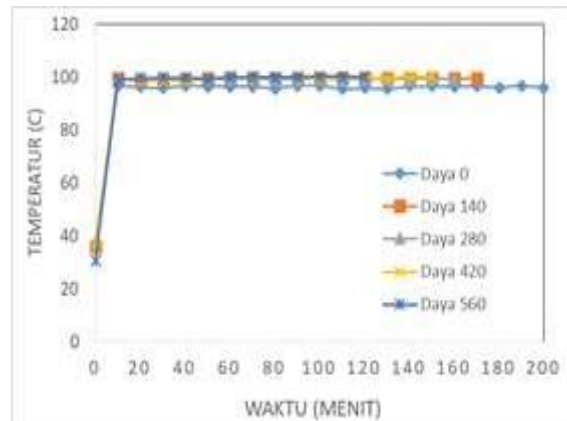
560 Watt. Sedangkan untuk metode konvensional yaitu pada 0 Watt didapatkan volume minyak sebanyak 4 ml yang sama dengan hasil 140 Watt yaitu sebanyak 4 ml juga, walaupun sama tapi membutuhkan waktu lebih lama dikarenakan tanpa ada bantuan dari microwave. Hal ini sudah sesuai dengan hipotesis dimana Semakin besar daya yang digunakan pada microwave pada steam distillation menggunakan microwave maka semakin cepat proses destilasi terjadi, dikarenakan kenaikan temperatur yang semakin cepat maka rendemen yang dihasilkan semakin cepat pula. Hal tersebut dikarenakan ketika proses distilasi menggunakan gelombang mikro, minyak yang berada dalam sel sel daun akan dipaksa keluar dengan menggunakan gelombang mikro, yaitu molekul molekul minyak akan berorientasi menyesuaikan dengan gelombang mikro hingga pada lapisan dalam sel.

Analisa rendemen minyak nilam (%)

Hasil rendemen minyak nilam hasil distilasi dengan metode MASD dan SD ditunjukkan oleh gambar 3. Grafik tersebut menunjukkan pengaruh daya gelombang mikro terhadap rendemen minyak nilam. Terlihat bahwa dengan metode microwave steam distillation



GAMBAR 3. Rendemen minyak nilam



GAMBAR 4. Temperatur distilasi

pada daya 420 Watt didapat rendemen minyak nilam paling banyak yaitu sebesar 4,16%, sedangkan rendemen minyak nilam pada daya 560 Watt yang seharusnya mendapat rendemen paling banyak hanya didapat rendemen minyak yaitu sebesar 3,04%. Tetapi pada daya 560 Watt terlihat pada grafik sampai dengan waktu 30 menit mengalami penambahan rendemen minyak paling cepat, tetapi setelah melewati waktu 30 menit penambahan rendemen minyak mulai berkurang, hal ini dikarenakan setelah mendapat temperatur uap air yang tinggi ditambahkan dengan dengan daya radiasi dari tungku microwave dengan daya tinggisebesar 560 Watt yang hal ini menyebabkan sebagian daun nilam didalam tungku microwave ada yang terbakar, sehingga menyebabkan hasil rendemen minyak nilam yang tidak maksimal pada daya radiasi microwave 560 Watt. Hal ini sudah sesuai dengan hipotesis dimana Semakin besar daya yang digunakan pada microwave pada steam distillation menggunakan microwave maka semakin cepat proses destilasi terjadi, dikarenakan kenaikan temperatur yang semakin cepat maka rendemen yang dihasilkan semakin cepat pula. Hal tersebut dikarenakan ketika proses distilasi menggunakan gelombang mikro, minyak yang berada dalam sel sel daun akan dipaksa keluar dengan menggunakan gelombang mikro, yaitu molekul molekul minyak akan berorientasi menyesuaikan dengan gelombang mikro hingga pada lapisan dalam sel.

Pada metode microwave steam distillation secara berturut turut pada daya 420 Watt, 280 Watt, 140 Watt, 0 Watt dan 560 Watt diperoleh rendemen minyak nilam sebesar 4,16%, 3,36%, 3,2%, 3,2% 3,04%. Rendemen terbanyak ada pada daya 420 Watt yaitu

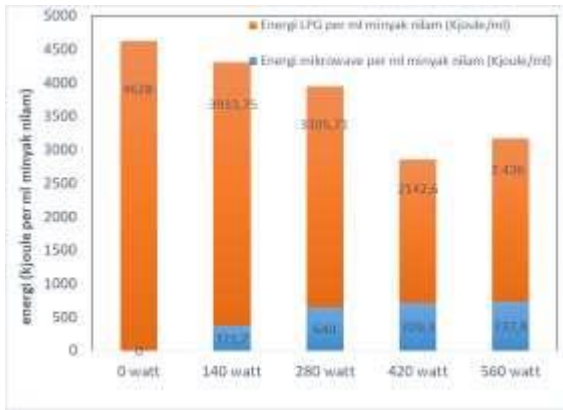
sebesar 4,16% tetapi untuk waktu yang paling cepat untuk menghasilkan rendemen ada pada daya radiasi 560Watt. Hal ini terlihat tidak seharusnya pada daya 560 Watt mendapatkan volume minyak yang palig sedikit. Tetapi hal ini seperti yang dijelaskan pada sebelumnya bahwa pada waktu 30 menit proses distilasi beberapa daun nilam pada tungku gelombang mikro ada yang hangus sehingga tidak mendapatkan hasil yang maksimal.

Analisa temperatur distilasi

Grafik di atas membahas kenaikan temperatur keluar dari microwave pada berbagai daya gelombang mikro. Pengujian ini dilakukan ketika temperatur masuk ke microwave kurang lebih telah mencapai temperatur sebesar 95oC. Pada daya gelombang mikro berturut turut pada daya 560 Watt, 430 Watt, 280 Watt, dan 140 Watt. Temperatur paling tinggi adalah pada daya gelombang mikro sebesar 560 Watt yaitu sebesar 100,35°C. Hal ini sudah sesuai dengan dasar teori, yaitu semakin besar daya gelombang mikro maka proses untuk menaikkan temperatur akan semakin besar, hal ini dikarenakan semakin besar daya gelombang mikro maka akan semakin besar juga energi yang dikeluarkan untuk menaikkan temperatur uap distilasi. Sehingga jika semakin besar energi yang dikeluarkan maka akan semakin cepat kenaikan temperatur yang terjadi.

Analisa konsumsi energi untuk distilasi

Analisa energi gelombang mikro yang dibutuhkan untuk tiap ml minyak nilam adalah dengan menghitung energi yang dikeluarkan gelombang mikro selama proses distilasi pada temperatur uap air awal masuk ke tungku gelombang mikro sekitar 95oC. Kemudian waktu distilasi yang didapat dikalikan dengan daya gelombang mikro yang didapat, setelah



GAMBAR 4. Konsumsi energi distilasi

diketahui energi yang dikeluarkan selama proses distilasi, jumlah energi tersebut dibagi dengan volume minyak nilam yang didapat. Sedangkan untuk menganalisa energi dari LPG yang digunakan yaitu dengan cara mengukur berat LPG sebelum proses distilasi dimulai, kemudian setelah proses distilasi selesai berat LPG kembali diukur untuk mengetahui selisihnya. Setelah selisih berat LPG diketahui maka akan dikalikan dengan LHV LPG. Jumlah energi yang didapat dibagi dengan volume minyak nilam yang diperoleh. Pada analisa ini, berturut turut pada daya gelombang mikro 560 Watt, 420 Watt, 280 Watt, 140 Watt, dan 0 Watt energi yang dibutuhkan untuk tiap ml rendemen minyak nilam adalah sebesar 737,8 kJ; 709,3 kJ; 640 kJ; 371,7 kJ; dan 0 kJ, pada metode konvensional tidak membutuhkan energi karena tidak membutuhkan daya radiasi microwave. Energi gelombang mikro per ml minyak nilam yang paling besar yaitu pada daya 560 Watt yaitu sebesar 737,8 kJ. Sedangkan energi gelombang mikro per ml minyak nilam yang paling kecil yaitu pada daya 140 Watt yaitu sebesar 371,7 kJ. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi daya yang dipakai pada tungku gelombang mikro maka energinya semakin besar pula. Sedangkan untuk energi pada LPG, berturut turut pada daya gelombang mikro 0 Watt, 140 Watt, 280 Watt, 420 Watt dan 560 Watt energi yang dibutuhkan untuk tiap ml rendemen minyak nilam adalah sebesar 4628 kJ; 3933,75 kJ; 3305,71 kJ; 2142,6 kJ; dan 2436 kJ. Energi LPG per ml minyak nilam yang paling besar yaitu pada daya 0 Watt yaitu sebesar 4628 kJ. Sedangkan energi LPG per ml minyak nilam yang paling kecil yaitu pada daya 420 Watt yaitu sebesar 2142,6 kJ, pada daya 420 Watt Hal ini dikarenakan pada daya 0 Watt membutuhkan waktu pemanasan boiler paling

lama yaitu 204 menit, dibandingkan dengan pada variasi daya yang lainnya. Sedangkan pada daya 420 Watt membutuhkan energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan yang lainnya dikarenakan dengan waktu lebih lama yaitu 152 menit, pada daya 560 Watt dengan waktu paling cepat yaitu 123 menit, pada daya 420 Watt menghasilkan lebih banyak volume minyak nilam. Sehingga total energi paling besar terdapat pada daya 0 Watt 4628 kjoule/ml. Untuk total energi paling sedikit terdapat pada daya 420 Watt yaitu sebesar 2851,9 kJ/ml. Karena pada daya 420 Watt walaupun waktu proses distilasi lebih lama daripada menggunakan daya 560 Watt, tetapi menghasilkan volume minyak yang lebih banyak.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan gelombang mikro (*microwave*) memiliki potensi untuk diterapkan dalam peningkatan performan proses distilasi minyak atsiri.
2. Peningkatan daya *microwave* dapat mempengaruhi hasil volume dan rendemen minyak hasil distilasi. Semakin besar daya microwave steam distillation maka volume dan rendemen minyak nilam hasil distilasi meningkat.
3. Peningkatan daya *microwave* dalam metode MASD juga berpotensi mempersingkat waktu proses distilasi. Semakin meningkatnya daya microwave steam distillation maka waktu distilasi yang dibutuhkan semakin berkurang.
4. Semakin meningkatnya daya microwave steam distillation maka kenaikan temperatur akan semakin tinggi. Tingginya temperatur dengan daya besar ternyata dapat mengakibatkan terbakarnya daun nilam sehingga perlu dihindari.
5. Metode MASD berpotensi menurunkan kebutuhan energi dalam proses distilasi minyak nilam. Pada daya 560 watt didapatkan energi microwave yang dibutuhkan untuk tiap ml minyak nilam sebesar 737,8 kJ, pada daya yang lebih rendah yaitu pada daya 420 Watt didapatkan energi yang dibutuhkan tiap ml minyak nilam sebesar 709,3 kJ, pada daya 280 Watt energi yang dibutuhkan tiap ml

minyak nilam sebesar 640 kJ, pada daya 140 Watt energi yang dibutuhkan tiap ml minyak nilam sebesar 371,7 kJ, dan pada metode konvensional tidak membutuhkan energi dari microwave.

essential oil extraction yield by supercritical CO₂ using response surface methodology. *C R Chim.* 2016;19:538–543. doi: 10.1016/j.crci.2015.08.011.

DAFTAR PUSTAKA

- Bustamante J, et al. (2016) Microwave assisted hydro-distillation of essential oils from wet citrus peel waste. *J Clean Prod.*;137:598–605. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.108.
- Hamidi, N., (2016), Extraction Of Essential Oils From Patchouli Plant Using Advanced Techniques Of Microwave-Assisted Hydrodistillation. *ARPN Journal Of Engineering And Applied Sciences*, Vol. 11, No. 2, January 2016
- Li S, et al. (2016), Ionic liquid-mediated microwave-assisted simultaneous extraction and distillation of gallic acid, ellagic acid and essential oil from the leaves of *Eucalyptus camaldulensis*. *Sep Purif Technol.* 2016;168:8–18. doi: 10.1016/j.seppur.2016.05.013
- Mandal, V.; Mohan, Y.; Hemalatha, S. Microwave assisted extraction—An innovative and promising extraction tool for medicinal plant research. *Pharmacogn. Rev.* 2007, 1, 7–18.
- Taylor, M. (2005). *Developments in Microwave Chemistry*. Elsevier. All Right Reserved.
- Teo, C.C.; Tan, S.N.; Yong, J.W.H.; Hew, C.S.; Ong, E.S. (2008), Evaluation of the extraction efficiency of thermally labile bioactive compounds in *Gastrodia elata* Blume by pressurized hot water extraction and microwave-assisted extraction. *J. Chromatogr. A* 2008, 1182, 34–40.
- Tsuruta, T. and Hayashi, T., (2006), Enhancement of Microwave Drying Under Reduced Pressure Condition by Irradiation Control and External Air Supply, *Transaction of the Japan Society of Mechanical Engineers, Series B*, (No.05-1115)
- Zermane A, Larkeche O, Meniai A-H, Crampon C, Badens E. (2016), Optimization of Algerian rosemary

PENULIS:

Nurkholis Hamidi

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

Email: hamidy@ub.ac.id

Redi Bintarto

Kelompok Keahlian: Material, Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin UB, Malang.

Achmad Hafidz

Kelompok Keahlian: Konversi Energi, Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin UB, Malang.