



METODE PENYULINGAN DAUN PALA MENGGUNAKAN PEMANAS OHMIK

Imam Sofi'i^{a*}, Winarto^a, Hendri Gustian^a, Melidawati^a, Suharno^b, Sri Waluyo^c

^aJurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Jl. Soekarno Hatta no 10, Rajabasa Raya, Bandar Lampung 35144

^bJurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

^cJurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterbitkan : 24 Januari 2025

Kata kunci:
daun pala
penyulingan
pemanas ohmik

ABSTRAK

Tanaman pala merupakan sumber bahan baku pembuatan minyak atsiri. Bagian tanaman pala yang menghasilkan minyak atsiri adalah buah pala, biji pala, fuli dan daun pala. Sebagian petani telah memanfaatkan daun pala untuk diambil minyaknya dengan cara penyulingan. Penyulingan dilakukan menggunakan cara mengukusnya dalam ketel uap menggunakan pemanas dari kayu bakar. Metode penyulingan yang ramah lingkungan masih perlu dikembangkan. Penggunaan pemanas dalam bentuk pemanas ohmik merupakan metode alternatif yang dapat digunakan untuk penyulingan minyak daun pala. Pemanas ohmik bersifat ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tegangan listrik terhadap rendemen minyak daun pala pada penyulingan menggunakan pemanas ohmik. Metode yang digunakan adalah melakukan percobaan dengan cara menimbang daun pala kering sebanyak 200 gram dan mencampurkannya dengan aquades sebanyak 2000 ml. Campuran daun pala kering dan aquades dimasukkan ke alat penyuling pemanas ohmik. Tegangan listrik yang digunakan ada 3 level yaitu 90 V, 100 V dan 110 V, sebagai kontrol digunakan pemanas menggunakan kompor listrik. Rendemen minyak daun pala yang dihasilkan dibandingkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen minyak yang dihasilkan oleh penyuling pemanas ohmik dengan tegangan 90 V sebesar 1,27%; tegangan 100 V sebesar 0,41%; dan tegangan 110 V sebesar 0,20%. Sebagai pembanding jika penyulingan digunakan kompor listrik diperoleh rendemen minyak sebesar 0,10%.

1. Pendahuluan

Pala dikenal sebagai tanaman rempah yang memiliki nilai ekonomis dan bersifat multiguna karena setiap bagian tanaman dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri. Biji pala, fuli dan minyak pala merupakan komoditas ekspor dan banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman. Minyak yang berasal dari biji pala, fuli dan daun pala banyak digunakan untuk industri parfum, kosmetik dan obat-obatan (Nurdjannah, 2007). Kandungan minyak dari daun pala tidak lebih dari 1,7% (BSN, 2006) dengan senyawa utama myristicin (Puslitbang Perkebunan, 20214).

Saat ini sebagian besar produksi minyak pala dihasilkan dari biji pala. Daun pala merupakan salah satu bagian tanaman yang belum banyak dimanfaatkan. Daun pala kurang diminati oleh petani dan dianggap kurang ekonomis karena memiliki kandungan minyak yang rendah. Walaupun begitu, jika daun dalam jumlah banyak tetap memiliki potensi sebagai penghasil minyak atsiri. Daun pala merupakan bagian tanaman yang belum banyak dimanfaatkan. Rastuti dkk, (2013) memaparkan bahwa daun pala memiliki senyawa penting, yaitu alkaloida, triterpenoid, tanin, dan 2 flavonoid. Senyawa yang diduga

sebagai antibakteri yaitu senyawa flavonoid dan terpenoid (Pratiwi dkk, 2019).

Distilasi atau penyulingan merupakan metode untuk memisahkan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan menguap (volatilitas). Pemisahan minyak atsiri termasuk daun pala dapat dilakukan menggunakan metode penyulingan. Ada 3 metode penyulingan minyak daun pala yaitu penyulingan dengan air (*water distillation* atau *hidrodistillation*), penyulingan dengan air dan uap (*water and steam distillation*) dan penyulingan dengan uap langsung (*direct steam distillation*). Ketiga metode tersebut biasanya menggunakan pemanas yang bersumber dari bahan bakar yang tidak ramah lingkungan.

Dari ketiga metode tersebut, yang familiar digunakan oleh petani atau perajin adalah metode penyulingan dengan air. Pada metode penyulingan ini, daun pala dan air direbus dalam panci untuk selanjutnya uapnya dikondensasikan. Metode penyulingan ini sering disebut sebagai metode penyulingan dengan cara perebusan. Distilasi merupakan salah satu metode penyulingan yang sering digunakan untuk ekstraksi minyak atsiri karena sederhana, menghasilkan minyak atsiri dengan kualitas baik, dan ramah untuk lingkungan (Milojević et al., 2013; Aleksandra et al., 2020; Zhang et al., 2019).

Teknologi dalam pemanasan bahan-bahan pertanian saat ini telah berkembang salah satunya adalah pemanasan ohmik. Pemanas ohmik adalah peralatan yang menggunakan resistensi listrik cairan itu sendiri untuk membangkitkan panas. Panas dihasilkan secara langsung dalam cairan itu sendiri oleh joule heating akibat arus listrik bolak balik (I) melewati resistensi bahan (R) dari penghantar yang menghasilkan pembangkitan energi yang menyebabkan suhu naik (Zell et al., 2009). Pemanasan ohmik adalah pemanasan volumetrik yang terjadinya secara internal akibat adanya aliran listrik pada bahan yang bersifat konduktor atau yang masih bisa dialiri listrik.

Penggunaan pemanas ohmik untuk membantu ekstraksi telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti ekstraksi minyak nilam menggunakan pemanas ohmik (Sofi'i dkk, 2021), ekstraksi minyak esensial dari beberapa tanaman aromatik (Gavahian et al., 2020), ekstraksi antosianin dengan menggunakan kulit

anggur sebagai konduktor listrik alami (Pereira et al., 2020), ekstraksi berbantuan pemanasan ohmik (gradien tegangan dan frekuensi) dan media ekstraksi hijau (air, etanol berair, etanol berair diasamkan) terhadap hasil betalain (Cabas and Icier, 2021) dan beberapa penelitian lain berkaitan dengan penggunaan pemanas ohmik masih terus berkembang.

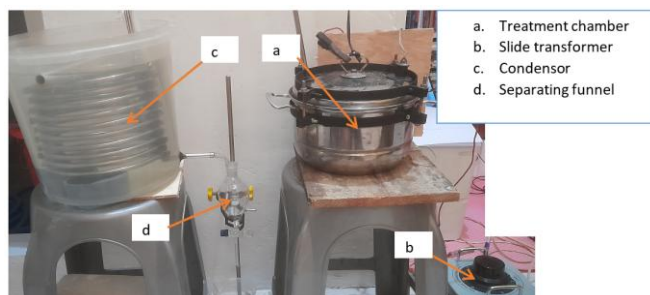
Penggunaan pemanas ohmik selain sebagai sumber pemanas yang ramah lingkungan juga dapat membantu meningkatkan hasil ekstraksi melalui pemecahan dinding sel. Dinding sel yang pecah isinya akan mudah dikeluarkan. Pemanasan menggunakan pemanas ohmik dipengaruhi oleh konduktivitas, tegangan dan arus listrik yang mengalir pada bahan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tegangan listrik terhadap rendemen minyak daun pala pada penyulingan menggunakan pemanas ohmik.

2. Metodologi

Penelitian dilakukan pada bulan Juli s.d September 2024 bertempat di Politeknik Negeri Lampung. Peralatan yang dibutuhkan adalah slide transformer (step up-down transformator), distillation chamber ohmic heating, condensor pipe and digital scale. Bahan yang digunakan adalah daun pala kering.

2.1 Rangkaian peralatan penelitian

Peralatan yang digunakan untuk penelitian seperti pada gambar 1. Pada gambar tersebut terdapat bagian utama yaitu treatment chamber hidrodistillation (a). Di dalam treatment chamber terdapat pelat stainless yang digunakan sebagai elektrode positif, sedangkan elektrode negatif menggunakan dinding panci bagian luar. Bahan campuran daun pala dan air yang akan didistilasi ditempatkan antara elektrode positif dan negatif. Trafo regulator (b) merupakan sumber tegangan listrik yang digunakan untuk pembangkitan panas. Trafo yang digunakan memiliki tegangan yang bisa diatur sesuai kebutuhan. Pada penelitian ini, tegangan yang digunakan ada 3 level yaitu 90 V, 100 V, dan 110 V. Kondensor (c) berfungsi sebagai tempat kondensasi yang mengembunkan campuran uap air dan minyak daun pala. Campuran minyak daun pala dan air dipisahkan menggunakan corong pisah (d).



Gambar 1. Rangkaian peralatan penyuling pemanas ohmik

2.2 Prosedur Penelitian

Penyulingan pemanas ohmik

1. Menyiapkan alat penyuling pemanas ohmik

2. Mengisi alat penyuling pemanas ohmik dengan daun pala kering yang sudah dicacah kedalam alat penyuling dan menambahkan air dengan perbandingan 200 g daun pala kering dengan aquades sebanyak 2000 ml aquades
3. Memanaskan alat penyuling pemanas ohmik dengan cara mengalirkan arus listrik dengan tegangan 90 V
4. Mengukur perubahan arus listrik dan tegangan selama proses penyulingan
5. Mencatat waktu, suhu, dan tegangan listrik selama proses penyulingan
6. Mencatat distilat yang terbentuk
7. Mengulangi langkah 1-7 untuk tegangan listrik 100 V dan 110 V
8. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali

2.3 Pengamatan

Perubahan tegangan, perubahan arus listrik, perubahan suhu, warna, rendemen minyak

2.4 Analisa Data

Pengolahan data menggunakan statistik dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk grafik

3. Hasil dan pembahasan

Pemanas ohmik atau joule heating adalah metode pemanasan yang menggunakan resistensi listrik dalam cairan itu sendiri untuk membangkitkan panas. Pembangkitan panas akibat aliran arus listrik bolak balik yang melewati resistensi bahan penghantar tersebut. Pemanasan ohmik dipengaruhi oleh konduktivitas, tegangan dan arus listrik yang melewati bahan.

Pemanasan menggunakan pemanas ohmik pada proses penyulingan memiliki karakteristik ramah lingkungan dan dapat meningkatkan hasil ekstraksi. Pemanasan dengan pemanas ohmik mengakibatkan pecahnya dinding sel atau menyebabkan sel menjadi berpori. Dengan kondisi dinding sel yang pecah atau berpori maka isi sel akan mudah dikeluarkan termasuk minyak di dalamnya. Selama proses penyulingan akan terjadi perubahan tegangan listrik, perubahan arus listrik dan perubahan temperatur.

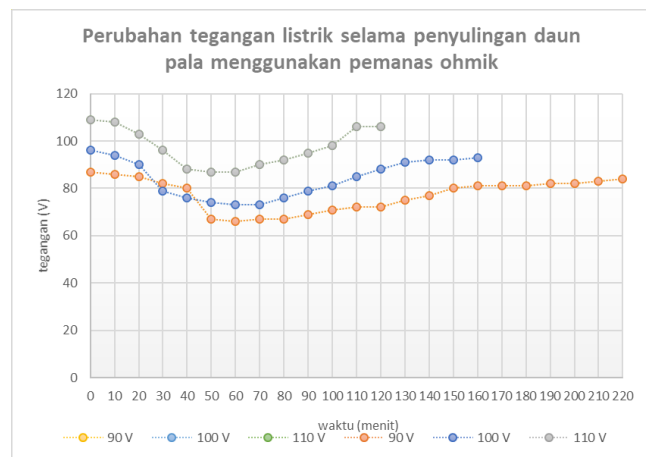
3.1 Perubahan tegangan listrik

Tegangan listrik merupakan sumber atau penyebab pembangkitan energi. Pada penelitian ini, digunakan tiga level tegangan listrik, yaitu 90 V, 100 V, dan 110 V. Perubahan tegangan listrik selama penyulingan menggunakan pemanas ohmik seperti pada Gambar 2.

Sebelum dibebani, slide transformer diatur sesuai perlakuan, yaitu 90 V, 100 V dan 110 V. Setelah rangkaian peralatan penyuling pemanas ohmik sudah siap, maka arus listrik dialirkan. Mula-mula tegangan akan turun sedikit. Dengan bertambahnya waktu maka akan terjadi penurunan tegangan sampai dengan nilai tertentu dan akhirnya akan naik kembali mendekati kondisi awal.

Nilai tegangan terendah untuk tegangan 90 V adalah 66 V terjadi pada menit ke 50-60. Nilai tegangan terendah untuk tegangan 100 V adalah 74 V terjadi pada menit ke 50-60. Nilai tegangan terendah untuk tegangan 110 V adalah 87 V terjadi pada menit ke 50-60. Penurunan tegangan terjadi karena untuk mengatasi beban yang semakin besar. Beban tersebut adalah konduktivitas dalam campuran air dan daun pala kering yang semakin meningkat.

Pada awal proses, konduktivitas campuran air dan daun pala masih rendah. Seiring dengan waktu maka beberapa komponen kimia yang ada dalam daun pala mulai larut dalam air. Bahan-bahan kimia tersebut bersifat elektrolit yang dapat meningkatkan konduktivitas. Dengan meningkatnya konduktivitas beban akan bertambah. Hal ini menyebabkan tegangan turun. Bertambahnya waktu proses, maka campuran air dan daun pala menguap masuk ke pipa kondensor. Campuran air dan daun pala mulai berkurang sehingga menurunkan konduktivitas. Konduktivitas yang menurun menyebabkan tegangan listrik berangsur-angsur mulai naik hingga akhir proses.



Gambar 2. Perubahan tegangan listrik selama penyulingan

3.2 Perubahan arus listrik

Arus listrik akan mengalir pada suatu konduktor jika ada perbedaan tegangan. Besarnya arus listrik yang mengalir dipengaruhi oleh besarnya tegangan yang digunakan. Pada penelitian ini, digunakan tiga level tegangan listrik, yaitu 90 V, 100 V, dan 110 V. Masing-masing tegangan memberikan nilai arus listrik yang berbeda-beda selama proses penyulingan. Perubahan arus listrik selama penyulingan menggunakan pemanas ohmik seperti pada Gambar 3.

Pada awal proses, arus listrik yang mengalir cukup kecil. Nilai awal ini berbeda-beda untuk masing-masing tegangan yang

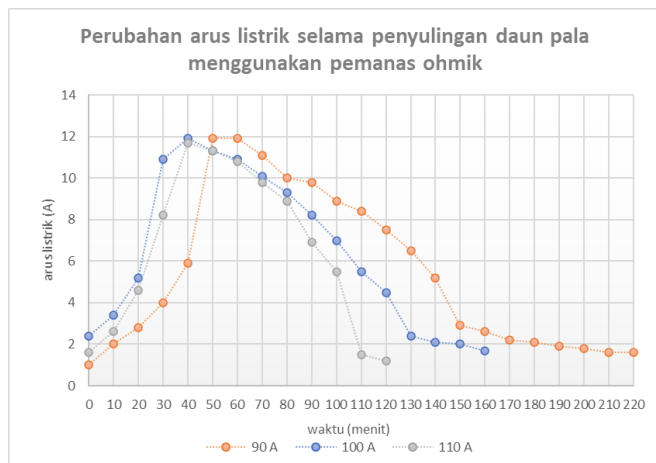
digunakan. Semakin besar tegangan maka akan semakin besar arus listrik pada awal proses. Selama proses, arus listrik akan naik hingga mencapai puncak tertentu. Masing-masing tegangan akan memberikan nilai puncak yang berbeda-beda.

Nilai arus puncak untuk ketiga perlakuan tegangan (90 V, 100 V, 110 V) hampir sama nilainya yaitu sebesar 11,9 A terjadi pada menit ke 50-60. Setelah melewati puncak tersebut, berangsur-angsur nilai arus listrik menurun. Kenaikan arus berhubungan dengan konduktivitas campuran air dan daun pala. Semakin besar konduktivitas maka akan semakin besar arus yang melaluinya.

Pada awal proses, konduktivitas campuran air dan daun pala masih rendah. Seiring dengan waktu maka beberapa komponen kimia yang ada dalam daun pala mulai larut dalam air. Bahan-bahan kimia tersebut bersifat elektrolit yang dapat meningkatkan konduktivitas. Dengan meningkatnya konduktivitas maka arus juga ikut meningkat. Hal ini mempengaruhi nilai tegangan listrik menjadi turun. Bertambahnya waktu proses menyebabkan air dalam treatment chamber menurun akibat menguap dan masuk ke pipa kondensor. Volume campuran air dan daun pala yang berkurang menyebabkan penurunan konduktivitas. Konduktivitas yang menurun menyebabkan arus listrik yang mengalir juga menurun. Penurunan arus listrik menyebabkan tegangan listrik berangsur-angsur mulai naik hingga akhir proses.

Ada keterkaitan antara nilai konduktivitas, besarnya arus listrik dan besarnya tegangan pada penyulingan pemanas ohmik. Jika konduktivitas naik, maka arus listrik yang mengalir juga naik. Kenaikan konduktivitas dan arus listrik menyebabkan penurunan nilai tegangan listrik. Jika konduktivitas turun, maka arus listrik yang mengalir juga turun. Penurunan nilai konduktivitas dan arus listrik menyebabkan kenaikan nilai tegangan listrik. Perubahan tersebut akan berhenti hingga nilai tertentu. Dari perlakuan tegangan listrik tersebut menunjukkan ketiga perlakuan memberikan pola penurunan tegangan dan kenaikan arus listrik yang hampir sama walaupun tegangan yang diberikan berbeda-beda. Hal ini berhubungan dengan perubahan nilai konduktivitas dalam campuran air dan daun pala.

Salah satu faktor yang mempengaruhi pemanasan dengan metode ohmik adalah perubahan konduktivitasnya. Perubahan konduktivitas tergantung pada tegangan dan kuat arus yang diaplikasikan. Semakin besar tegangan yang digunakan maka akan meningkatkan konduktivitas listrik dan suhu. Hal ini akan berdampak pada laju penguapan air dan mutu produk yang dihasilkan (Norouzi et al., 2021)



Gambar 3. Perubahan arus listrik selama penyulingan

3.3 Perubahan suhu

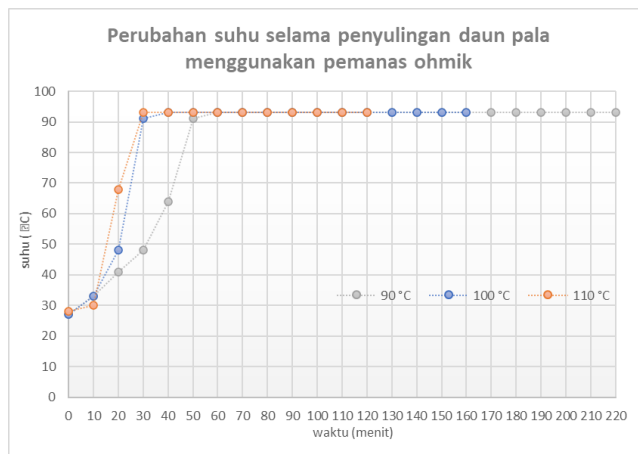
Pemberian listrik arus bolak balik pada larutan yang memiliki konduktivitas akan menyebabkan kenaikan suhu larutan tersebut. Fenomena ini dikatakan sebagai pemanasan pemanas ohmik. Pemanasan terjadi dengan sendirinya akibat adanya resistensi pada bahan tersebut. Pemanas ohmik bisa dimanfaatkan untuk proses distilasi bahan pertanian yang mengandung ekstrak tertentu menggunakan air atau dikenal penyulingan.

Proses pemanasan pada pemanas ohmik dipengaruhi oleh besarnya konduktivitas cairan dan tegangan listrik yang digunakan. Proses perubahan temperatur pada penyulingan campuran air dan daun pala seperti pada gambar 4.

Dari ketiga perlakuan tegangan listrik (90 V, 100 V, 110 V) menunjukkan pada awal proses, temperaturnya hampir sama. Dengan bertambahnya waktu proses maka akan terjadi kenaikan suhu campuran air dan daun pala pada treatment chamber. Kecepatan perubahan suhu dari ketiga perlakuan berbeda-beda. Perubahan temperatur yang paling cepat terjadi pada perlakuan tegangan 110 V dan perubahan paling lambat pada perlakuan tegangan 90 V.

Pada penelitian ini nilai temperatur hanya terbaca sampai 93 C walaupun sebenarnya cairan sudah mendidih (100 C) karena peletakan sensor suhu berada di tutup panci bukan pada cairan. Untuk mencapai suhu titik didih tersebut perlakuan tegangan 110 V memberikan waktu paling singkat yaitu 30 menit. Perlakuan tegangan 100 V membutuhkan waktu 40 menit dan perlakuan 90 V memerlukan waktu 60 menit. Setelah mencapai titik didih, suhu dari ketiga perlakuan tetap selama proses.

Waktu untuk mencapai titik didih tersebut berbeda-beda hal ini dipengaruhi oleh besarnya tegangan yang digunakan. Semakin besar nilai tegangan maka akan semakin singkat waktu diperlukan untuk mencapai titik didih, sedangkan tegangan yang paling rendah memerlukan waktu yang cukup lama. Tegangan yang berbeda akan mempengaruhi arus listrik yang mengalir dan juga perubahan suhu cairan.



Gambar 4. Perubahan suhu selama penyulingan

3.4 Rendemen minyak

Pada penelitian ini, bahan baku yang digunakan adalah daun pala kering (KA 11%) sebanyak 200 g dan ditambahkan air sebanyak 2000 g sehingga rasio daun : air sebesar 1 : 10. Distilasi dilakukan dengan cara perebusan, yaitu air dan daun pala kering bercampur jadi satu dalam panci (treatment chamber). Pemanasan dilakukan menggunakan pemanas ohmik. Perlakuan yang digunakan adalah besarnya tegangan yaitu 90 V, 100 V dan 110 V.

Hasil dari penyulingan daun pala adalah minyak pala. Minyak daun pala diperoleh dengan cara memisahkan cairan pada corong pisah yang terdiri atas campuran air dan minyak daun pala. Campuran air dan minyak tersebut merupakan hasil kondensasi uap yang melewati kondensor. Minyak daun pala berwarna kuning pucat dan berada diatas air. Foto minyak daun pala hasil penyulingan seperti pada Gambar 5.



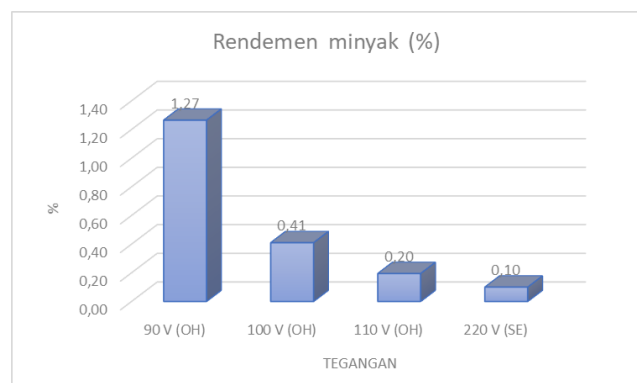
Gambar 5. Minyak daun pala (penyulingan pemanas ohmik)

Rendemen minyak yang diperoleh seperti pada Gambar 6. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa rendemen minyak tertinggi sebesar 1.27% dihasilkan oleh perlakuan tegangan 90 V, berikutnya 0.41% dihasilkan dari perlakuan tegangan 100 V, berikutnya 0.20% dihasilkan oleh perlakuan tegangan 110 V dan terendah adalah 0.10% yang dihasilkan oleh penyulingan menggunakan pemanas kompor listrik.

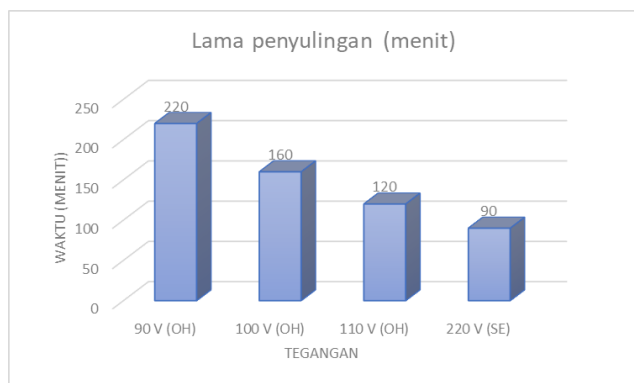
Lama proses penyulingan pemanas ohmik seperti pada gambar 7. Berdasarkan gambar tersebut menunjukkan bahwa penggunaan tegangan rendah memerlukan waktu proses lebih lama dibandingkan dengan tegangan yang lebih tinggi. Penggunaan tegangan 90 V memerlukan waktu 220 menit untuk proses, berikutnya untuk tegangan 100 V memerlukan waktu 160 menit, tegangan 110 V memerlukan waktu 120 menit dan kompor listrik memerlukan waktu 90 menit.

Pada pemanasan menggunakan pemanas ohmik, penggunaan tegangan yang berbeda memberikan hasil yang berbeda. Semakin tinggi tegangan akan memberikan hasil yang semakin rendah. Penggunaan tegangan yang tinggi memerlukan waktu proses lebih cepat dibandingkan dengan penggunaan tegangan rendah.

Berdasarkan kedua gambar tersebut, bahwa semakin lama campuran air dan daun pala tersebut terkena aliran listrik maka semakin banyak kandungan minyak yang dihasilkan. Semakin lama paparan listrik pada sel akan mempermudah pengeluaran minyak dalam sel tersebut.



Gambar 7. Rendemen minyak daun pala



Gambar 8. Lama proses penyulingan

4. Kesimpulan

Penyulingan daun pala menggunakan pemanas ohmik dipengaruhi oleh tegangan yang digunakan. Semakin tinggi tegangan maka waktu untuk proses distilasi semakin singkat. Semakin tinggi tegangan maka semakin cepat waktu menuju titik didih. Semakin tinggi tegangan yang digunakan maka akan semakin rendah rendemen minyak yang dihasilkan. Perlakuan tegangan 90 V menghasilkan rendemen minyak 1.27%, perlakuan tegangan 100 V menghasilkan rendemen minyak 0.41%, perlakuan tegangan 110 V menghasilkan rendemen minyak 0.20%, dan penggunaan pemanas menggunakan kompor listrik rendemen minyaknya 0.10%.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan vokasi atas dukungan danaya dalam penelitian ini.

Daftar pustaka

- Aleksandra, Perogies. Mihajlo Z, Stankovie. Vlada, B. Milan, D. (2020). A Further Study of the Kinetics and Optimization of the Essential Oil Hydrodistillation from Lavender Flowers. <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2020.06.028>
- BSN (Badan Standarsasi Nasional). 2006. SNI Minyak Pala, BSN Jakarta
- Cabas, B.M., Icier, F. 2021. Ohmic Heating–Assisted Extraction of Natural Color Matters from Red Beetroot. *Food Bioprocess Technol* 14, 2062–2077 <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02698-9>
- Gavahian, M., Sastry, S., Farhoosh, R., Farahnaky, A. 2020. Ohmic heating as a promising technique for extraction of herbal essential oils: Understanding mechanisms, recent findings, and associated challenges. *Advances in Food and Nutrition Research* 91, 227-273.
- Milojević, S. Ž., Radosavljević, D. B., Pavićević, V. P., Pejanović, S., & Veljković, V. B. (2013). Modelovanje kinetike hidrodestilacije etarskog ulja iz biljnih materijala. *Hemijska Industrija*, 67(5), 843–859. <https://doi.org/10.2298/HEMIND121026009M>
- Norouzi, S., Fadavi, A., & Darvishi, H. (2021). The ohmic and conventional heating methods in concentration of sour cherry juice: Quality and engineering factors. *Journal of Food Engineering*, 291. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110242>
- Nurdjannah, N. 2007. Teknologi Pengolahan Pala. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian
- Pratiwi, A., Ella, N., Siti, M. 2019. Uji Daya Hambat Sediaan Sabun Cair Ekstrak Daun Pala (*Myristica fragrans* houtt) Terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Stapylococcus aureus*. *J. Ilmu-ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 9(2):80-82.
- Puslitbang Perkebunan. 2014. Pendugaan jenis kelamin tanaman pala dengan analisis kandungan myristicin pada daun. *InfoTekPerkebunan*
- Sofi'i, I., Arifin, Z., Oktafrina. 2021. Laporan penelitian: Ekstraksi Minyak Nilam menggunakan Ohmic Heating. Politeknik Negeri Lampung (tidak dipublikasikan).
- Zhang, Y., Wang, Z., & Li, J. (2019). Extraction of Essential Oils from Peppermint Using Hydrodistillation: Process Optimization and Analysis. *Journal of Essential Oil Research*, 31(2), 123-130