

**PENGARUH BERAT BASAH BAHAN BAKU DAN LAMA PENYULINGAN  
TERHADAP RENDEMEN PADA  
PROSES DESTILASI UAP SEREH DAPUR**

Asrianty<sup>1)</sup>, Nina Yuliana<sup>2)</sup>, Zuhdi Ma'sum<sup>3)</sup>, Wahyu Diah Proborini<sup>4)</sup>

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik

Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang

Email: nina.yuliana53@yahoo.co.id

**ABSTRAK**

Proses destilasi pada umumnya dilakukan secara sederhana. Proses tersebut bisa menurunkan kualitas minyak yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena cara penyulingannya ataupun lama penyulingannya tidak memenuhi standar. Untuk itu diperlukan metode dengan melakukan penelitian untuk mendapatkan kualitas minyak yang memenuhi standar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berat basah bahan baku dan lama penyulingan terhadap rendemen minyak sereh. Metode penelitian ini menggunakan sistem destilasi uap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat basah dan lama penyulingan berpengaruh terhadap rendemen minyak sereh yaitu untuk bagian pangkal batang pada waktu 4 jam setelah menetes pada variabel massa yang berbeda didapatkan massa 5 kg diperoleh 18,5 ml, 10 kg diperoleh 30,8 ml, dan 15 kg diperoleh 40,8 ml sedangkan pada bagian ujung batang untuk massa 5 kg diperoleh 4 ml, 10 kg diperoleh 12,3 ml, dan 15 kg diperoleh 18,75 ml. Hasil penelitian pada waktu 6 jam setelah menetes pada bagian pangkal batang yaitu massa 5 kg didapatkan 7,7 ml, massa 10 kg didapatkan 26,5 ml, dan massa 15 kg didapatkan 40 ml sedangkan pada bagian ujung batang pada massa 5 kg didapatkan 7,5 ml, massa 10 kg didapatkan 7 ml, dan massa 15 kg didapatkan 21,5 ml. Lama penyulingan optimal pada bagian pangkal batang 4 jam sedangkan bagian ujung batang membutuhkan waktu lebih lama yaitu 6 jam.

Kata kunci : minyak atsiri, minyak sereh, destilasi uap

---

<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

## ABSTRACT

The distillation process in general is simple. The process will degrade the quality of the oil produced. This is because the method of distillation or longtime of distillation does not fulfilling the standards. It is necessary methods do research to obtain quality oil that fulfilling standards.

This study aims to determine the effect of weight of raw materials and long refining the yield of lemongrass oil. This research method uses steam distillation systems. The results showed that the wet weight and length of the refining effect on the yield of lemongrass oil is to the base of the steam at 4 hours after dripping on the different variables obtained mass 5 kg is obtained 18.5 ml, 30.8 ml of 10 kg was obtained, and 15 kg gained 40.8 ml while at the end of the rod to the mass of 5 kg was obtained 4 ml, 10 kg kg obtained 12.3 ml, 18.75 ml and 15 kg was obtained. The results of the study at 6 hours after the drip at the base of the stem is a mass of 5 kg gained 7.7 ml, mass of 10 kg gained 26.5 ml, 15 kg and the mass of 40 ml obtained at the end of the rod while the mass of 5 kg obtained 7,5 ml, 10 kg mass is obtained 7 ml, and a mass of 15 kg obtained 21.5 ml. The optimal longtime of distillation at the base of the stem 4 hours while the rod tip takes longer time is 6 hours.

Keywords: essential oil, lemongrass oil, steam distillation

### Pendahuluan

Indonesia termasuk negara penghasil minyak atsiri dan minyak ini juga merupakan komoditi yang menghasilkan devisa negara. Oleh karena itu, saat ini, minyak atsiri mendapat perhatian yang cukup besar dari pemerintah Indonesia. Indonesia baru menghasilkan tujuh jenis minyak atsiri yaitu: minyak cengkeh, minyak kenanga, minyak nilam, minyak akar

wangi,minyak pala, minyak kayu putih dan minyak sereh wangi. Empat jenis minyak atsiri yang paling menonjol di Indonesia diantara Sembilan jenis minyak atsiri adalah minyak pala minyak nilam, minyak cengkeh dan minyak sereh wangi.

Minyak sereh merupakan komoditi di sektor agribisnis yang memiliki pasaran bagus dan berdaya saing kuat di pasaran luar negeri. Tanaman sereh

---

<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

belum dikerjakan maksimal sehingga sisi bisnis masih kurang. Salah satu contoh produk turunan dari tanam sereh adalah minyak atsiri dengan nama dagang “*ei citronella oil*” yang masih belum dikenal sebab hamper 10 tahun lebih sereh wangi luput dari perbincangan dan perhatian orang (Anonymous, 1988).

Tanaman sereh belum membudaya, namun ada sebagian kecil petani yang mengusahakan tanaman ini sebagai usaha sampingan, tanpa disertai pengolahan atau penyulingannya. Perusahaan yang melakukan penyulingan secara sederhana akan menurunkan kualitas minyak yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena cara penyulingannya ataupun lama penyulingannya tidak memenuhi standar.

Minyak sereh mempunyai harga pasaran yang tinggi sesudah minyak pala dan minyak lada. Hal ini tentu akan melipat gandakan penghasilan petani. Para petani masih banyak yang melakukan penyulingan secara sederhana sehingga hal tersebut merupakan suatu masalah. Dampak dari hal tersebut adalah tidak terpenuhinya rendemen yang tinggi serta kualitas minyak yang dikehendaki oleh konsumen (Ketaren, 1985).

Minyak atsiri dengan kualitas ekspor sulit dicari meskipun di pasar

minyak atsiri harganya sangat tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh rendahnya rendemen minyak atsiri (Anonymous, 1988).

Sereh (*Cymbopogon nardus L*) merupakan salah satu jenis tanaman minyak atsiri, yang tergolong sudah berkembang. Minyak sereh dengan nama dagang *citronella oil*, diperoleh dari hasil penyulingan daun sereh. Minyak sereh Indonesia dipasaran dunia terkenal dengan nama “*Citronella Oil of Java*”. Volume ekspor minyak sereh mengalami penurunan beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2002 mencapai 142 ton dengan nilai 1.066.000 US \$ dan pada tahun 2004 sebesar 114 ton dengan nilai ekspor sebesar 700.000 US \$ (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2006). Salah satu penyebab penurunan ekspor tersebut adalah persaingan negara-negara produsen dengan munculnya *Chinessa Citronella Oil* dan *Formusan Citronella Oil* yang berasal dari negara RRC dan Srilangka dengan memiliki harga dan mutu lebih baik dari *Citronella Oil of Java*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ida Diana Sari dkk (2005) yang meneliti tentang **Penentuan Waktu Penyulingan dari Sereh Wangi (*Cymbopogon Nardus L. Rendle*) untuk memperoleh kadar maksimal minyak**

---

<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

**atsiri** diketahui bahwa semakin lama waktu penyulingan maka minyak serah wangi yang dihasilkan semakin sedikit dan kadar sitral yang diperoleh juga semakin kecil. Pada penelitian Yuni Eko Feriyanto dkk 2013 tentang **Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun dan Batang Serai Wangi (*Cymbopogon Winterianus*) Menggunakan Metode Destilasi Uap dan Air dengan Pemanasan Microwave** diketahui bahwa kandungan minyak terbesar ada di daun dengan kondisi layu yaitu 1,52 % berat bahan. Pada penelitian Sumarni dkk tentang **Pengaruh Volume Air dan Berat Bahan Pada Penyulingan Minyak Atsiri dari daun nilam** diketahui bahwa berat bahan berpengaruh terhadap rendemen minyak yaitu semakin banyak bahan baku yang digunakan maka hasil penyulingan minyak atsiri semakin banyak.

## **Tinjauan Pustaka**

### *Minyak Atsiri*

Minyak atsiri atau yang dikenal juga dengan nama minyak terbang atau minyak eteris (*volatile oil*) yang dihasilkan oleh tanaman. Minyak tersebut mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, mempunyai rasa getir (*pungent teste*), berbau wangi sesuai dengan bau

tanaman penghasilnya. Minyak atsiri merupakan salah satu hasil sisa dari proses metabolisme dalam tanaman yang terbentuk karena reaksi antara berbagai persenyawaan kimia dengan adanya air. Minyak tersebut disintesa dalam sel kelenjar (*glandular cell*) pada jaringan tanaman dan ada juga yang terbentuk dalam pembuluh resin, misalnya minyak terpentin dari pohon pinus (Ketaren, 1985).

Minyak atsiri dapat bersumber pada setiap bagian tanaman, yaitu, dari daun, bunga, buah, biji, batang atau kulit dan akar atau rizhome. (Ketaren, 1985).

Sifat Minyak Atsiri yaitu minyak atsiri yang baru diekstrak (masih segar) biasanya tidak berwarna, atau berwarna kekuningan jika dibiarkan lama di udara dan kena cahaya matahari pada suhu kamar maka minyak tersebut akan mengabsorpsi oksigen di udara, sehingga minyak tersebut menghasilkan warna yang lebih gelap. Minyak atsiri umumnya larut dalam alkohol dan pelarut organik lainnya dan tidak larut dalam air (Guenther, 1987).

Minyak atsiri mengandung empat kelompok besar yang dominan menentukan sifat minyak atsirinya, yaitu:

1) Terpen yang ada hubungan dengan isoprena atau isopentena.

---

<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

- 2) Persenyawaan berantai lurus tidak mengandung rantai cabang.
- 3) Turunan benzen.
- 4) Berbagai macam persenyawaan lainnya (Guenther, 1987).

### *Minyak Sereh*

Minyak Sereh merupakan persenyawaan aldehid dan di dalamnya mengandung 3 komponen utama yaitu sitronelal, sitronellol dan geraniol. Minyak sereh tipe Jawa merupakan salah satu minyak atsiri yang paling penting dan merupakan sumber dari beberapa komponen yang dapat diisolasi, seperti sitronelal, geraniol, dan sebagainya yang dapat diubah menjadi beberapa senyawa penting yang dapat digunakan secara luas dalam bidang parfum, disinfektan dan sebagainya. Minyak Sereh tergolong dalam persenyawaan Aldehid yang mana di dalamnya terdapat 3 komponen utama yaitu sitronelal, sitronellol dan geraniol (Kataren, 1985).

Menurut standar pasar internasional, kandungan sitronelal harus lebih tinggi dari pada 35%, dan jumlah total alcohol harus lebih besar dari pada 35%. Minyak sereh mengandung tiga<sup>4</sup> komponen utama yaitu Sitronelal, sitronellol, dan geraniol, serta senyawa ester dari geraniol dan sitronellol. Senyawa-senyawa tersebut merupakan

bahan dasar yang digunakan dalam parfum/pewangi dan juga produk farmasi. (Virmani dan Datta 1971)

### *Destilasi Uap*

Penyulingan uap langsung yang prinsipnya sama dengan penyulingan air dan uap tetapi air tidak diisikan ke dalam ketel atau dandang. Uap yang digunakan lazim memiliki tekanan yang lebih besar dari pada tekanan atmosfer dan dihasilkan dari hasil penguapan air yang berasal dari suatu pembangkit dari uap air. Uap air yang dihasilkan kemudian dimasukkan kedalam alat penyulingan.

Kelemahan sistem penyulingan uap adalah :

- a. Tidak baik dilakukan terhadap bahan yang mengandung minyak atsiri yang rusak oleh pemanasan dan air.
- b. Minyak yang dihasilkan dengan cara penyulingan ini baunya akan sedikit berubah dari bau asli alamiah, terutama minyak atsiri yang berasal dari bunga (Guenther, 1987).

### **Metode Penelitian**

Pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Berat Basah Bahan Baku dan lama Penyulingan terhadap Rendemen Minyak Sereh digunakan suatu rangkaian alat destilasi

---

<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

### Variabel Penelitian

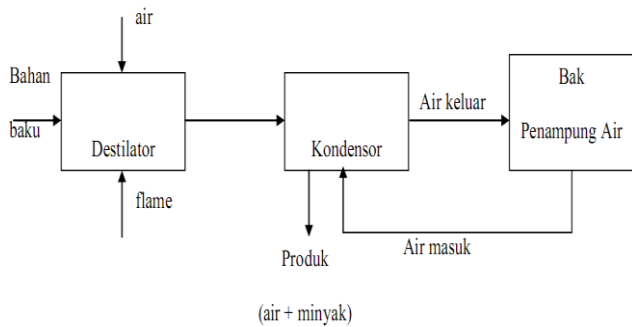
Variabel Tetap Air yang dimasukkan dalam distilasi 33 liter. Variabel berubah Lama penyulingan 4 jam dan 6 jam setelah menetes dan berat bahan 5 kg, 10 kg dan 15 kg. Bahan yang digunakan adalah batang tanaman sereh yang dibagi antara bagian ujung dan pangkal batang.

### Prosedur Penelitian

Tanaman sereh dipisahkan antara batang dan daun serta dibuang kotorannya, kemudian batang dibagi menjadi 2 bagian yaitu pangkal batang dan ujung batang. Selanjutnya bagian ujung pangkal dipotong kurang lebih 2 cm, kemudian ditimbang sesuai dengan variable massa ( 5 kg, 10 kg, dan 15 kg ). Selanjutnya untuk proses pemotongan dan penimbangan diulangi untuk bagian pangkal batang dengan cara yang sama. Destilator diisi air 33 liter, kemudian batang tanaman sereh dimasukkan ke destilator, ditutup rapat dan tungku api dinyalakan. Lama penyulingan dihitung setelah menetes sesuai variabel lama penyulingan (4 jam dan 6 jam setelah menetes). Kondensor dan bak penampung air diisi dengan air sampai penuh. Tiap jam dilakukan pengecekan suhu pada kondensor dan bak penampung air.

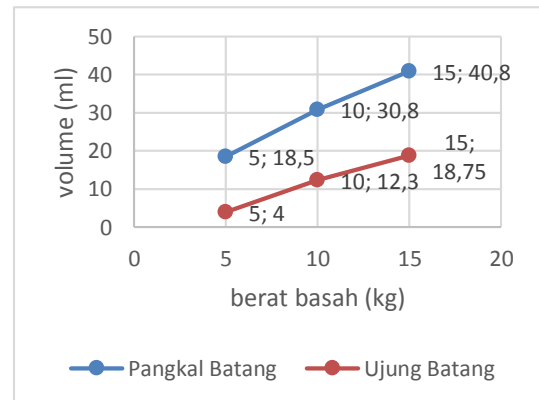
Hasil destilasi selanjutnya dipisahkan dengan corong pisah. Selanjutnya hasil minyak diukur volumenya.

### Gambar skema peralatan



Gambar 1.1 Skema Peralatan

### Pembahasan



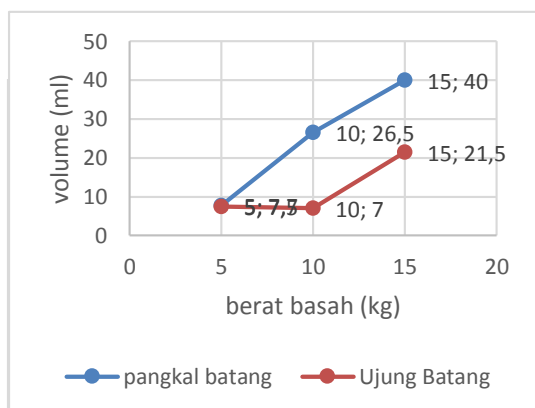
**Grafik 4.2.1** Rendemen minyak yang dihasilkan dalam waktu 4 jam setelah menetes pada bagian pangkal dan ujung batang

Pada Grafik 4.2.1 terlihat bahwa hubungan antara berat basah dan volume minyak semakin meningkat. Pada bagian ujung dan pangkal batang, semakin beratnya bertambah maka rendemen minyak yang dihasilkan semakin

<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

bertambah pula. Hal ini disebabkan karena semakin beratnya bertambah, maka kandungan minyak dalam batang sereh semakin banyak. Besarnya kenaikan rendemen yang dihasilkan tidak membentuk garis lurus. Hal tersebut dikarenakan pada tiap perbedaan variabel berat, proses yang terjadi tidaklah sama. Pada tiap kenaikan berat bahan baku akan membentuk perbedaan ketinggian bahan baku. Ketinggian bahan baku akan semakin bertambah apabila berat bahan baku ditambahkan. Ketinggian bahan baku akan mempengaruhi proses difusi uap air masuk ke pori-pori dalam mengikat minyak. Semakin tinggi bahan baku dalam destilator maka proses difusi dan osmosis tidak maksimal.



**Grafik 4.2.2** Rendemen minyak yang dihasilkan dalam waktu 6 jam setelah menetes pada bagian ujung dan pangkal batang

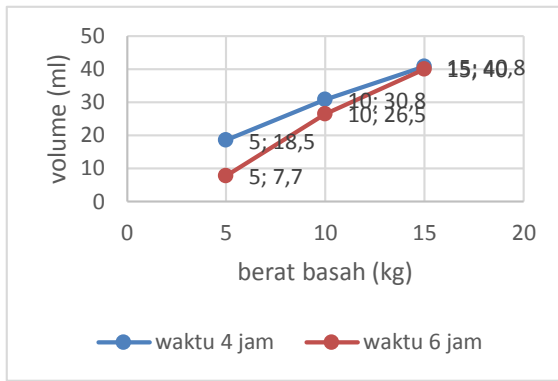
Pada grafik 4.2.2 dapat dilihat bahwa pada bagian pangkal batang

semakin berat basah bahan bakunya bertambah maka volume minyak atau rendemen minyaknya bertambah. Hal ini disebabkan karena semakin banyak bahan baku yang digunakan maka kandungan minyak dalam bahan semakin banyak. Hasil yang didapatkan pada bagian ujung batang berbeda dengan yang dihasilkan pada bagian pangkal batang, dimana pada volume 5 kg didapatkan 7,5 ml sedangkan volume 10 kg volume minyak yang dihasilkan menurun menjadi 7 ml. Hal tersebut disebabkan karena pada saat melakukan penelitian pemanas mati sehingga waktu proses terhenti. Pada saat proses terhenti, banyak minyak sereh yang menguap karena sifat minyak sereh yang mudah menguap.

Pada grafik 4.2.1 dan 4.2.2 dapat diketahui bahwa pada bagian pangkal batang lebih banyak menghasilkan minyak daripada pada bagian ujung batang. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa kandungan minyak yang paling banyak terdapat pada bagian pangkal batang.

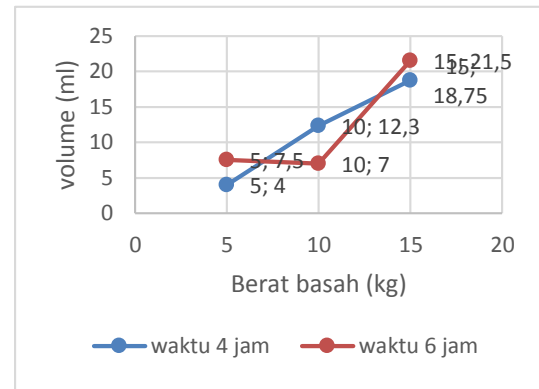
<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang



Grafik 4.2.3 Rendemen minyak yang dihasilkan dalam waktu 4 jam dan 6 jam setelah menetes pada bagian pangkal batang

Pada grafik 4.2.3 dapat diketahui bahwa hasil minyak yang didapatkan pada bagian pangkal batang dengan lama penyulingan yang berbeda didapatkan hasil yang berbeda pula, dimana pada berat basah bahan baku 5 kg didapatkan 7,7 ml dalam waktu 6 jam dan 18,5 ml dalam waktu 4 jam, berat 10 kg didapatkan 30,8 ml dalam waktu 4 jam dan 26,5 ml dalam waktu 6 jam, dan pada berat 15 kg didapatkan 40,8 ml dalam waktu 4 jam dan 40 ml dalam waktu 6 jam. Hal tersebut berarti waktu penyulingan yang optimal pada bagian pangkal batang adalah 4 jam sehingga setelah waktu 4 jam kandungan minyak yang terdapat dalam batang sereh sudah tidak ada lagi. Penyulingan minyak sereh pada bagian ujung batang yang dilakukan melebihi waktu optimal akan menyebabkan minyak hilang karena sifat minyak sereh yang mudah menguap.



Grafik 4.2.4 Rendemen minyak yang dihasilkan dalam waktu 4 jam dan 6 jam setelah menetes pada bagian ujung batang

Pada grafik 4.2.4 dapat diketahui bahwa hasil minyak yang didapatkan pada bagian ujung batang dengan lama penyulingan yang berbeda didapatkan hasil yang berbeda pula, dimana pada berat basah bahan baku 5 kg didapatkan 7,5 ml dalam waktu 6 jam dan 4 ml dalam waktu 4 jam, berat 10 kg didapatkan 7 ml dalam waktu 4 jam dan 12,3 ml dalam waktu 6 jam, dan pada berat 15 kg didapatkan 18,75 ml dalam waktu 4 jam dan 21,5 ml dalam waktu 6 jam. Hal tersebut berarti waktu penyulingan yang optimal pada bagian pangkal batang adalah 6 jam. Pada berat 10 kg dalam waktu 6 jam didapatkan volume minyak berkurang karena proses sempat terhenti yang mengakibatkan sebagian minyak sereh menguap. Bila dilihat dari masing-masing perlakuan dapat disimpulkan bahwa lama penyulingan yang dibutuhkan

<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang



untuk memperoleh hasil minyak serai pada bagian ujung dan batang tanaman berbeda. Pada bagian ujung tanaman, semakin lama maka hasilnya semakin banyak. Hal tersebut dikarenakan untuk menguapkan sel-sel minyak dalam jaringan tanaman dibutuhkan waktu yang lama. Sebaliknya, pada bagian pangkal tanaman membutuhkan waktu yang lebih cepat untuk menguapkan sel-sel minyak di dalamnya daripada pada bagian ujung tanaman yaitu 4 jam.

## **Kesimpulan Dan Saran**

### *Kesimpulan*

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Berat basah bahan baku berpengaruh terhadap hasil minyak serai, dimana semakin berat bahan baku maka hasil minyaknya semakin banyak. Minyak terbanyak 40,8 ml pada berat bahan baku 15 kg pada bagian pangkal batang.
2. Lama penyulingan memberikan pengaruh terhadap hasil minyak pada proses destilasi untuk bagian ujung dan pangkal batang.
3. Lama penyulingan optimal pada bagian ujung dan pangkal batang berbeda. Pada bagian pangkal batang membutuhkan waktu 4 jam sedangkan bagian ujung batang

membutuhkan waktu lebih lama yaitu 6 jam.

### *Saran*

Saran yang ingin kami sampaikan yaitu:

1. untuk meningkatkan validitas, maka perlu dilakukan penambahan rate pemanas. Sehingga didapatkan kebutuhan rate pemanas yang optimal untuk proses destilasi uap.
2. pada proses destilasi, air pendingin diatur pada suhu optimal.

### **Daftar Pustaka**

- Agusta, A. (2000). *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*. Bandung: Penerbit Institut Teknologi Bandung. Hal. 101.
- Anonymous. (1988). Harga Minyak Atsiri Menggembirakan. *Majalah Trubus* No. 221, Tahun XIX, 1 April 1988.
- Azlina N. 2005. Study of Important Parameters Affecting The Hydro-Distillation for Ginger Oil Production [thesis]. Malaysia : Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, University Teknologi Malaysia.
- Geankoplis CJ. 1983. Transport Processes and Separation Process Principles (Includes Unit

---

<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

- Operations) Fourth Edition. New York : Prentice Hall.
- Guenther, E. (1987). *The Essential Oils*. Penerjemah: Ketaren, S. *Minyak Atsiri*. Jilid I. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia. Hal. 132-134.
- Guenther. 1990. *Minyak Atsiri Jilid I dan IVA*. Semangat Ketaren, penerjemah. Jakarta : Universitas Indonesia Press. Terjemahan dari : *The Essential Oils*.  
<http://jurtek.akprind.ac.id/sites/default/files/hal-83-88-sumarni-gabung-ok.pdf>
- Ketaren,S,. 1985, *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*, Balai Pustaka, Jakarta.
- Ketaren, S [dan] B. Djatmiko, 1878. *Minyak Atsiri Bersumber Dari Daun*, Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fatemeta IPB Bogor.
- Luqman T. dan Rahmayati Y., *Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri*, Penebar Swadaya, Jakarta. 105-111. 1994
- Lutony, T. L., dan Rahmayati Y., 1994, “Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri”, Penebar Swadaya, Jakarta, hlm 109-113
- Richards, W. F, 1944, *Perfumer's Hand Book And Catalog* Fritzsche Brother Inc. New York.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: UGM Gajah Mada University Press. <sup>9</sup>
- Virmani, O.P. dan S.C. Datta, 1971. *Essential oil Organic chemistry*, edisi 4, Longman

---

<sup>1)</sup> dan <sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang

<sup>3)</sup> dan <sup>4)</sup> Dosen Program Studi Teknik Kimia – UNITRI Malang