

**PENGARUH PERBANDINGAN CAMPURAN PELARUT N-HEKSANA- ETANOL TERHADAP KANDUNGAN SITRONELAL HASIL EKSTRAKSI SERAI WANGI (*Cymbopogon nardus*)**

**Meri Yulvianti<sup>1\*</sup>, Rosianah Meida Sari<sup>1</sup>, Efa Rujatul Amaliah<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

\*Email : [meri\\_yulvianti@yahoo.com](mailto:meri_yulvianti@yahoo.com)

**Abstrak**

Sitronelal adalah cairan tak berwarna, dengan bau menyegarkan dan mempunyai sifat racun dehidrasi (*desiccant*). Racun tersebut merupakan racun kontak yang dapat mengakibatkan kematian karena kehilangan cairan terus- menerus. Serangga yang terkena racun ini akan mati karena kekurangan cairan. Kualitas minyak serai wangi ditentukan oleh komponen utama di dalamnya yaitu kandungan sitronelal. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan volume campuran pelarut n-heksana-etanol yang terbaik terhadap kandungan sitronelal dalam minyak serai wangi. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari dua tahap, tahap pertama yaitu dengan mengekstraksi serai wangi (batang, daun) sebanyak 10 gram, dengan menggunakan campuran pelarut n-heksana-etanol (1:1, 1:4, 2:3, 3:2, 4:1) selama 4 jam pada suhu 78-80<sup>0</sup>C, dari proses ekstraksi dihasilkan minyak serai yang masih bercampur dengan pelarut. Tahap selanjutnya yaitu tahap pemurnian dengan proses destilasi untuk memisahkan minyak serai dari campuran pelarut, proses destilasi dilakukan selama 2 jam pada suhu 78-80<sup>0</sup>C, dari tahap ini akan dihasilkan ekstrak minyak serai. Selanjutnya minyak serai yang dihasilkan dianalisa dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui kadar sitronelal yang dihasilkan dari setiap perbandingan. Dari hasil penelitian dan analisa yang didapatkan kadar sitronelal terbesar yaitu 27,3% pada perbandingan volume pelarut 3:2 untuk bagian batang dan 10,9% pada perbandingan volume pelarut 4:1 untuk bagian daun.

**Kata kunci** : sitronelal, minyak serai wangi, ekstraksi, destilasi

**Abstract**

*Lemongrass oil is a colorless liquid with freshy odor and can be used as desiccant. Insect will die due to lose of body liquid if it encounters with this liquid. The quality of lemongrass oil is determined by its major component, citronellal. Thus, this experiment was carried out to find out the effective eluent to extract citronellal from the leaves and the trunk of the lemongrass plant. The eluent used were various combinations between n-hexane and ethanol (1:1, 1:4, 2:3, 3:2, 4:1). The samples of the lemongrass plant were weighed 10 gram for each variation, and then extracted in a soxhlet for four hours temperature 78-80<sup>0</sup>C. After the samples were extracted, then they were purified by distillation for two hours temperature 78-80<sup>0</sup>C. Lemongrass oil gained from the distillation process was analyzed in GC-MS to get the ratio of the citronellal and other components. The highest ratio of citronellal from the trunk part was 27,3% when the samples were extracted with 3:2 n-hexane:ethanol, whereas from the leaves part was 10,9% when the samples were extracted with 4:1 n-hexane:ethanol.*

**Keywords** : citronellal, lemongrass oil, extraction, distillation

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang berada di daerah tropis, sehingga merupakan daerah endemik bagi penyakit-penyakit yang diperantarai penyebarannya oleh nyamuk, seperti demam berdarah, malaria, dan filariasis. Pengendalian nyamuk maupun perlindungan terhadap gigitan nyamuk merupakan usaha untuk mencegah penyebaran penyakit tersebut (Yuliani, 2005). Sebagai upaya pencegahan gigitan nyamuk salah satunya adalah dengan menggunakan zat anti nyamuk sintetis, namun pada penggunaan zat sintetis ini memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia, sehingga untuk menghindari efek samping tersebut dapat diganti dengan bahan alami yaitu zat sitronelal yang terdapat dalam serai wangi.

Serai wangi (*Cymbopogon nardus*) adalah salah satu tanaman obat yang multi khasiat, salah satu khasiatnya di bidang kesehatan sebagai zat anti nyamuk. Minyak serai wangi mengandung komponen sitronelal 32-45% ; geraniol 12-18%; sitronelol 11-15% ; geraniol asetat 3-8% ; sitronelil asetat 2-4% ; limonen 2-4 %; kadinen 2-4% dan selebihnya (2-36%) adalah sitral, kavikol, eugenol, elemol, kadinol, vanilin, kamfen,  $\alpha$ -pinen, linalool,  $\beta$ -kariofilen. Kandungan sitronelal ini yang dapat digunakan sebagai zat anti nyamuk.

Pada penelitian sebelumnya ekstraksi sitronelal dalam minyak serai wangi dilakukan secara kimia dengan menggunakan campuran pelarut n-heksana-etanol dengan komposisi (1:4); (2:3); (1:1); (3:2) dan (4:1) dengan volume total pelarut 50 mL. Sitronelal yang diperoleh dari hasil ekstraksi pelarut dianalisis secara spektrometri FTIR, kromatografi gas dan kromatografi gas-spektrometri massa (KG-SM). Terdapat perbedaan kadar sitronelal dalam minyak serai wangi pada variasi komposisi campuran pelarut n-heksana-etanol. Pada komposisi campuran pelarut n-heksana-etanol (3:2) yang dianalisis secara kromatografi gas dan kromatografi gas-spektrometri massa menghasilkan kadar sitronelal tertinggi yaitu sebesar 43,24% dan 52,61 %. (Wulansari, 2010)

Dari penelitian tersebut bahan yang digunakan adalah campuran batang dan daun serai wangi, sedangkan penelitian yang kami lakukan dipisahkan bagian batang dan daunnya, sehingga diharapkan dapat mengetahui apakah kandungan sitronelal lebih banyak terkandung dalam batang atau daun dengan menggunakan perbandingan campuran pelarut yang sama yaitu n-heksana-etanol.

Kualitas minyak serai wangi ditentukan oleh komponen utama di dalamnya yaitu kandungan sitronelal. Untuk mendapatkan sitronelal dengan kadar yang lebih besar maka perlu dilakukan beberapa variasi perbandingan volume campuran pelarut n-heksana-etanol, diharapkan dengan adanya pencampuran pelarut n-heksana-etanol kadar sitronelal yang terkandung dalam batang dan daun serai wangi dapat terlarut dengan baik. Selain itu juga

untuk mengetahui apakah bagian tumbuhan serai wangi (batang, daun) memiliki kadar sitronelal yang sama dengan menggunakan perbandingan campuran pelarut n-heksana-etanol.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan campuran pelarut n-heksana-etanol terhadap kandungan sitronelal dalam minyak serai wangi, menentukan bagian dari tumbuhan serai wangi (batang, daun) yang dapat menghasilkan kadar sitronelal terbesar.

Penelitian dilakukan di laboratorium Rekayasa Produk dan Integrasi Proses Jurusan Teknik Kimia UNTIRTA. Penelitian ini hanya berfokus pada ekstraksi serai wangi yang diperoleh dari daerah Ciomas Serang-Banten. Pelarut yang digunakan diperoleh dari Cilegon Anhui Fulltime Specialized Solvent dan Reagents Co.Ltd. Analisa GC-MS di MABES POLRI bagian forensik Jalan Trunojoyo No. 3 (Kebayoran Baru), Jakarta Selatan, Jakarta 12110, Indonesia.

Tiga komponen utama minyak serai wangi, yaitu sitronelal, sitronelol dan geraniol digunakan dalam kuantitas besar pada industri flavor. Komponen lainnya seperti sitral, kavikol, eugenol, elemol, kadinol, kadinen, vanilin, limonen, kamfen (Sastrohamidjojo, 2004). Hasil penyulingan dari (*Cymbopogon nardus* L) dapat diperoleh minyak atsiri yang disebut *Oleum citronellae*, sedangkan bahan aktif yang mematikan bagi hama adalah Sitronelal dan Geraniol. Dalam konsentrasi tinggi senyawa sitronelal ini memiliki sifat racun kontak. Sebagai racun kontak, zat tersebut apabila dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian akibat kehilangan cairan secara terus-menerus sehingga tubuh rayap kekurangan cairan, sedangkan dalam konsentrasi rendah dapat bersifat sebagai racun perut (Iqbal, 2010). Minyak serai wangi mengandung banyak komponen dan memiliki persentase yang berbeda-beda yaitu pada Tabel 1.

Minyak atsiri yang dikenal sebagai minyak eteris atau minyak terbang dihasilkan oleh tanaman. Minyak tersebut mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, mempunyai rasa getir, berbau wangi sesuai dengan bau tanaman penghasilnya, umumnya larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air (Guenther, 2006). Minyak atsiri dapat larut dalam alkohol pada perbandingan dan konsentrasi tertentu. Dengan demikian dapat diketahui jumlah dan konsentrasi alkohol yang dibutuhkan untuk melarutkan secara sempurna sejumlah minyak. Selain larut dalam alkohol, minyak atsiri juga dapat larut di dalam pelarut organik lainnya, kurang larut dalam alkohol encer dengan konsentrasi kurang dari 70 %. Minyak yang mengandung senyawa terpen dalam jumlah besar akan sulit larut (Harris, 1994).

**Tabel 1.** komponen dalam minyak serai wangi

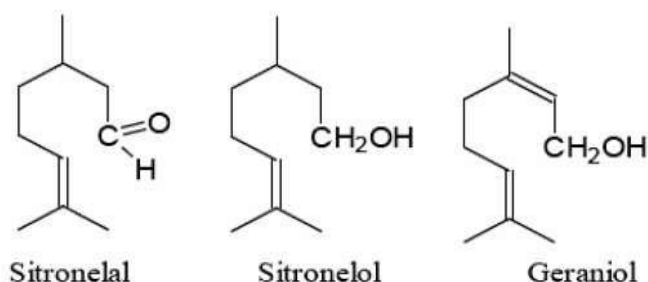
Komponen	Persentasi
Sitronelal	32-45%
Geraniol	12-18%
Sitronelol	11-15%
Geraniol asetat	3-8%
Sitronelil asetat	2-4%
Komponen lain	8-10%

Minyak serai atau *Citronella oil* adalah minyak esensial yang didapatkan dari daun dan batang serai (*Cymbopogon nardus*). Kualitas minyak atsiri pada umumnya dan minyak serai wangi pada khususnya ditentukan oleh factor kemurnian. Kualitas minyak serai wangi ditentukan oleh komponen utama di dalamnya yaitu kandungan sitronelal dan geraniol yang biasa dinyatakan dengan jumlah kandungan geraniol. Minyak serai wangi tidak boleh mengandung atau dikotori oleh bahan asing seperti minyak lemak, alkohol, ataupun minyak tanah (Harris, 1994).

Minyak serai wangi biasanya berwarna kuning muda sampai kuning tua, bersifat mudah menguap. Pada suhu 15 °C mempunyai bobot jenis 0,886-0,894; indeks bias pada suhu 20 °C adalah 1,467-

1,473. Dapat larut dalam 3 bagian volume alkohol 80 % tetapi bila diencerkan kelarutannya berkurang dan larutan menjadi keruh (Guenther, 1990).

Senyawa sitronelal merupakan bahan dasar yang digunakan dalam parfum atau pewangi dan juga produk farmasi. Gabungan ketiga komponen utama tersebut (Sitronelal, sitronelol, dan geraniol) dikenal sebagai total senyawa yang dapat diasetilasi. Ketiga komponen ini menentukan intensitas bau harum, nilai dan harga minyak serai. Menurut standar pasar internasional, kandungan sitronelal dan jumlah total alkohol (geraniol) masing-masing harus lebih tinggi dari 35% (Sastrohamidjojo, 2002). Rumus bangun komponen penyusun minyak serai wangi disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Rumus Bangun Komponen Penyusun Minyak Serai Wangi (Sastrohamidjojo, 2002)

## 2. METODOLOGI

Prosedur penelitian ini diawali dengan tahap persiapan bahan, bahan yang akan digunakan adalah serai wangi (*Cymbopogon nardus*). Serai wangi terlebih dahulu dipotong-potong, kemudian dijemur hingga kering. Tujuan dari pengecilan ukuran adalah untuk memperluas permukaan bahan dan untuk mengurangi kandungan air yang terdapat didalam serai wangi.

### 2.1 Tahap Ekstraksi

Setelah melewati tahap persiapan bahan, selanjutnya adalah tahap ekstraksi. Prosedur pertama pada proses ekstraksi adalah mempersiapkan semua alat-alat yang akan

digunakan, selanjutnya serai kering (batang, daun) sebanyak 10 gram dimasukan kedalam soxhlet, didalam labu leher tiga dimasukan 400 ml pelarut n-heksana-etanol dengan variasi 1:1, 2:3, 3:2, 1:4 dan 4:1. Setelah itu, proses ekstraksi siap dilakukan. Pertama nyalakan pemanas, atur suhunya dengan rentang suhu 78<sup>0</sup>-80<sup>0</sup>C, selama proses ekstraksi berlangsung jaga suhu dan amati sifon pertama, dimana pada sifon pertama terjadi maka waktu ekstraksi dimulai, waktu ekstraksi yang digunakan adalah 4 jam untuk setiap satu kali ekstraksi.

### 2.2 Tahap Destilasi

Setelah tahap ekstraksi selesai dilakukan, maka akan didapatkan hasil berupa ekstrak serai dan

pelarut, sehingga untuk memisahkan antara ekstrak serai dan pelarut dilakukan tahap destilasi. Tahap ini dilakukan dengan cara pertama-tama merangkai alat destilasi yang akan digunakan, selanjutnya memasukan ekstrak serai dan pelarut kedalam labu leher tiga, kemudian nyalakan pemanas dan lakukan proses destilasi dengan suhu 75-80°C selama 2 jam. Tujuan penggunaan suhu dengan rentang tersebut dikarenakan pelarut yang digunakan titik didihnya berada pada rentang suhu tersebut, sehingga dari tahap destilasi ini produk yang akan dihasilkan adalah ekstrak serai (minyak serai).

## 2.3 Bahan dan Alat Penelitian

### 2.3.1 Bahan penelitian

Serai wangi, bahan ini diperoleh dari perkebunan serai wangi di daerah Ciomas Banten dan pelarut pada proses ekstraksi adalah etanol dan n-heksana teknis.

### 2.3.2 Alat penelitian

Corong, ekstraktor, Soxhlet, Erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, perangkat destilasi, neraca massa, pipet, thermometer, Spatula, kaca arloji, GC-MS.

## 2.4 Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu perbandingan pelarut n-heksana- etanol (1:1, 2:3, 3:2, 1:4, 4:1) dan bagian batang dan daun serai wangi, sebanyak 10 gram yang dilarutkan dalam 400 ml pelarut. Variabel terikat pada penelitian ini adalah suhu dan waktu ekstraksi serta kuantitas (komposisi) dari sitronelal yang dihasilkan dalam minyak serai.

## 2.5 Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menganalisa data meliputi :

### 2.5.1 Analisa kandungan sitronelal dalam minyak serai wangi

Analisa ini dilakukan dengan menggunakan alat *Gas Chromatography - Mass Spectrometer (GCMS)*. GC-MS adalah terdiri dari dua blok bangunan utama: *Gas Chromatography* (kromatografi gas) dan *Mass Spectrometer* (spektrometer massa). Kromatografi gas menggunakan kolom kapiler yang tergantung pada dimensi kolom itu (panjang, diameter, ketebalan film) serta sifat fase. Perbedaan sifat kimia antara molekul-molekul yang berbeda dalam suatu campuran dipisahkan dari molekul dengan melewati sampel sepanjang kolom. Molekul-molekul memerlukan jumlah waktu yang berbeda (disebut waktu retensi) untuk keluar dari kromatografi gas, dan ini memungkinkan spektrometer massa untuk menangkap, ionisasi, mempercepat, membelokkan, dan mendeteksi molekul terionisasi secara terpisah. Spektrometer massa melakukan hal ini dengan memecah masing-

masing molekul menjadi terionisasi dan mendeteksi fragmen menggunakan massa untuk mengisi rasio.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Identifikasi Senyawa Sitronelal dengan Kromatografi Gas Spektroskopi Massa (GC-MS)

Gambar 2 dan gambar 3 menunjukkan perbandingan antara standar senyawa sitronelal dengan senyawa sitronelal yang diperoleh dari penelitian ini. Hasil identifikasi dengan GC-MS dari kromatogram ditunjukkan bahwa, kadar senyawa sitronelal tertinggi terdapat dalam perbandingan campuran pelarut 4:1 pada bagian daun. Hal ini didasarkan pada analisis kualitatif, dimana puncak senyawa sitronelal muncul pada waktu retensi 8,570 menit, dengan kadar 9,5 %. Spektra massa dari kromatogram dengan waktu retensi tersebut, senyawa sitronelal mempunyai berat molekul 154,14 gram/mol.

### 3.2 Kadar Sitronelal yang Terkandung dalam Minyak Serai Wangi

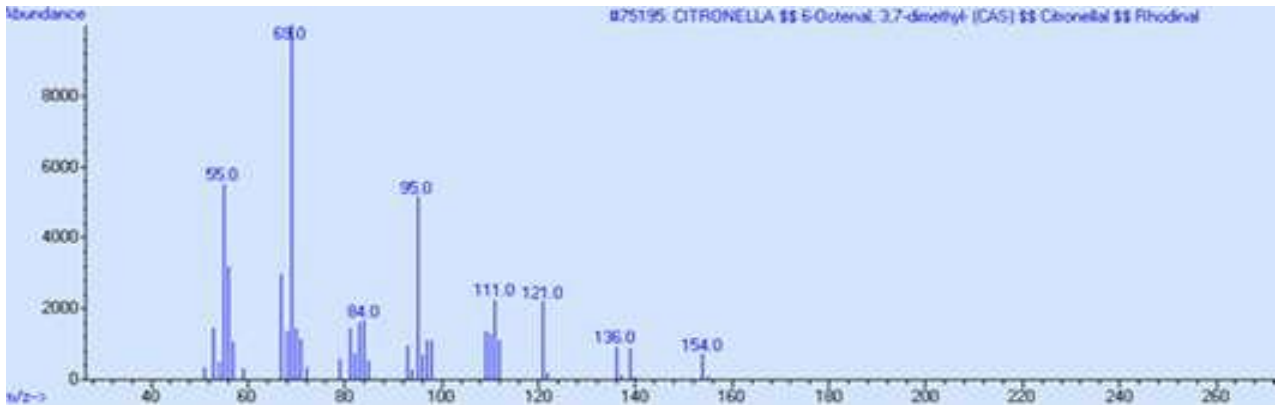
Dari penelitian sebelumnya (Wulansari, 2010), pada komposisi campuran pelarut n-heksana-etanol (3:2) yang dianalisis secara kromatografi gas diperoleh 43,24% dan dengan kromatografi gas-spektrometri massa diperoleh kadar sitronelal 52,61 %. Sementara dari table 2 yang menyajikan hasil analisa CG-MS daun Serai wangi diperoleh hasil 7,1 % pada komposisi pelarut n-heksana-etanol. Hal tersebut kemungkinan disebabkan adanya perubahan pada struktur sitronelal menjadi sitronelol dan geraniol, yang hanya memiliki perbedaan pada gugus fungsi, dan memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui penyebab terjadinya perubahan struktur tersebut. Hal lain yang mendasari perbedaan tersebut juga bisa berasal dari perbedaan tempat tumbuh dari tanaman serai wangi yang digunakan pada penelitian yang dilakukan, sehingga menghasilkan perbedaan kuantitas dengan komposisi yang sama.

Dari tabel 2 dapat dilihat komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam minyak serai, untuk setiap perbandingan campuran volume pelarut n-heksana-etanol. Dari kelima variasi campuran pelarut, komposisi Sitronelal tertinggi diperoleh pada campuran pelarut dengan perbandingan n-heksana-etanol 3:2 (7,1%) dan 4:1 (9,5%). Hal ini yang mendasari pemilihan perbandingan campuran pelarut 3:2 dan 4:1 untuk ekstraksi serai wangi pada bagian batang.

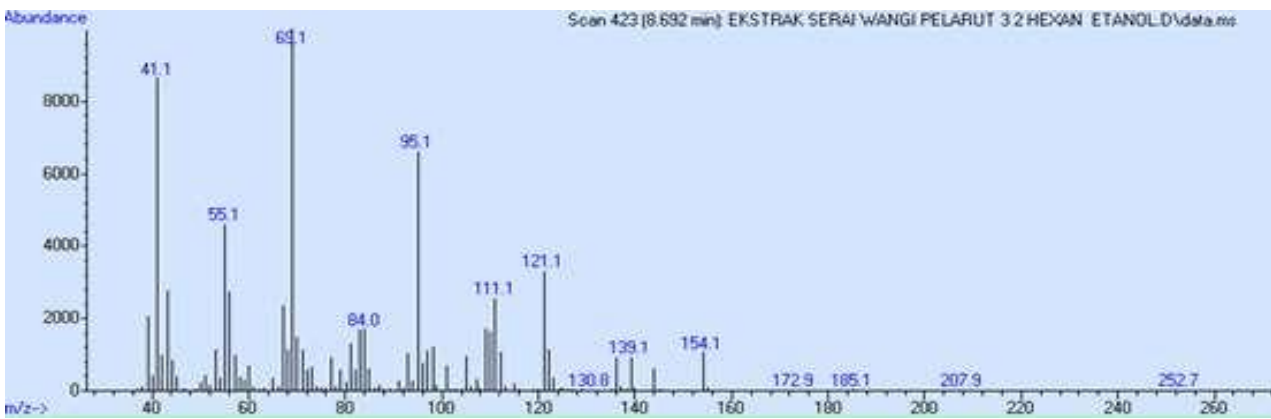
Pada tabel 3 disajikan data hasil analisa untuk komponen kimia yang terkandung dalam minyak serai hasil ekstraksi serai wangi pada bagian batang dihasilkan tiga komponen utama yaitu sitronelal, geraniol, dan sitronelol. Dalam hal ini n-heksana berfungsi untuk melarutkan sitronelal pada rantai-rantai karbon yang terdapat dalam struktur sitronelal, sedangkan etanol berfungsi untuk

melarutkan gugus aldehidnya, sehingga kadar sitronelal yang berhasil dilarutkan lebih banyak dibandingkan dengan kadar sitronelal yang

dihasilkan pada perbandingan campuran pelarut yang lainnya.



Gambar 2. Spektra massa standar senyawa sitronelal



Gambar 3. Spektra massa senyawa sitronelal hasil penelitian

Tabel 2. Hasil analisa GC-MS Daun Serai wangi

No.	Komponen	Perbandingan Campuran Pelarut n-heksana-etanol (%)				
		1:01	1:04	2:03	3:02	4:01
1	Sitronelal	5,8	3,4	5,1	7,1	9,5
2	Geraniol	60,6	29,2	57,8	58,1	59,4
3	Sitronelol	13,4	9,3	19,2	18,1	20,7
4	Citronellic acid	13,2	7,8	10,6	10,1	8,2
5	Geranic acid	7,0	50,2	7,2	6,4	5,0
	Total	100	100	100	100	100

**Tabel 3.** Hasil analisa GC-MS Batang serai wangi

No.	Komponen	Perbandingan Campuran Pelarut n-heksana-etanol (%)	
		3:02	4:01
1	Sitronelal	27,3	12,9
2	Geraniol	46,5	57,2
3	Sitronelol	26,2	29,9
4	<i>Citronelic acid</i>	0	0
5	<i>Geranic acid</i>	0	0
	Total	100	100

Perbandingan banyaknya volume n-heksana-etanol sebagai pelarut mempengaruhi kadar sitronelal dalam minyak serai wangi yang dihasilkan. Pada perbandingan pelarut campuran n-heksana-etanol dengan perbandingan 4:1 diperoleh kadar sitronelal yang terbesar. Ekstraksi dengan menggunakan perbandingan volume heksana paling besar pada bagian daun memberikan hasil kadar sitronelal yang lebih besar. Hal ini terkait dengan sifat minyak serai yang non polar ini dapat dilihat dari panjangnya rantai karbon yang terdapat dalam struktur minyak serai, sehingga minyak serai wangi cenderung larut ke pelarut yang bersifat nonpolar. Selain itu jumlah n-heksana-etanol dapat masuk kedalam bahan sehingga minyak akan larut secara optimal. Kandungan sitronelal terbesar yang dihasilkan adalah pada ekstraksi bagian batang serai wangi. Hal ini dikarenakan adanya proses pemotongan dan pelayuan pada saat persiapan bahan yang bertujuan untuk memperluas area penguapan dan kontak dengan pelarut sehingga minyak serai yang ada lebih mudah untuk terekstrak. Tipisnya jaringan pada daun ditambah dengan proses pemotongan dan pelayuan, menyebabkan minyak serai yang ada di dalam sel-sel daun lebih mudah menguap dan hilang sebelum dilakukannya proses ekstraksi. Sedangkan pada batang kualitas terbaik adalah saat kondisi batang layu, hal ini dikarenakan ketebalan jaringan pada batang cukup besar sehingga pada proses pemotongan dan pelayuan sangat membantu mengurangi ketebalan jaringan dan mengurangi kadar air yang terdapat pada kelenjar bahan (Yuni, 2013). Karena jaringan pada batang cukup besar ketebalannya, dengan adanya pengurangan ketebalan, jaringan yang ada masih dapat melindungi minyak serai yang terkandung di dalam sel-sel batang, dan minyak serai yang ada di dalam batang hanya akan mengalami penguapan dan tertarik keluar ketika dilakukan proses ekstraksi. Pelarut dengan mudah masuk dan berdifusi ke dalam jaringan batang yang telah berkurang ketebalannya, dan menarik keluar minyak yang terdapat dalam sel-sel yang ada di dalam batang.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kadar tertinggi sitronelal yang dihasilkan yaitu 27,3 % yang diperoleh pada perbandingan volume pelarut 3 : 2 untuk bagian batang. Volume pelarut mempengaruhi hasil dari kadar sitronelal yang dihasilkan, dimana semakin banyak volume masing-masing pelarut yang digunakan pada campuran pelarut, maka kadar sitronelal yang dihasilkan akan semakin tinggi. Kadar sitronelal tertinggi terkandung pada bagian batang serai wangi untuk kondisi layu.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, E. P., Pemisahan Sitral Dari Minyak Atsiri Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*) Sebagai Pelangsing Aromaterapi, Makalah penelitian, Institut Pertanian Bogor, 2012
- Fikri, M. I., Identifikasidan Uji Toksisitas Senyawa Sitronelal Dari Daun Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) Sebagai Anti Feedant Terhadap Hama Thrips Pada Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L), Makalah Penelitian, Universitas Islam Negeri Malang, 2010
- Guenther, E. , Minyak atsiri. Diterjemahkan oleh Ketaren, R.S., dan Mulyono, R., Jilid IIIA, Jakarta, UI Press, 1990; 5
- Harris R., Tanaman Minyak Atsiri, Penebar Swadaya, Jakarta, 1994; 4
- Irawan, T. A.; Bambang, Peningkatan Mutu Minyak Nilam Dengan Ekstraksi dan Destilasi Pada Berbagai Komposisi Pelarut, Undergraduate Thesis, Universitas Diponegoro, Semarang, 2010
- Munawaroh, S. ; Handayani, P.; Astuti, Ekstraksi Minyak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* D.C) Dengan Pelarut Etanol dan N-Heksana, Jurnal Kompetensi Teknik Volume 2, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2010
- Sastrohamidjojo, H., Kimia Minyak Astiri, FMIPAUGM, Jogjakarta, 2002; 3-5
- Wahyuni, S., Daya Bunuh Ekstrak Serai (*Andropogon nardus*) Terhadap Nyamuk *Aedes Aegypti*, Tugas Akhir Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Semarang, 2005

Wahyuningtyas, E., Studi Daya Proteksi Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) Sebagai Repelen Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Linacus, Makalah Penelitian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2004

Wulansari, R. Y., Etanol Terhadap Hasil Ekstraksi Sitronelal Dalam Minyak Sereh Wangi (*Citronella Oil*), Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta,

2010

Yuni, E.F.; Patar, J.S.; Mahfud; Pantjawarni, P., Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun dan Batang serai wangi (*Cymbopogon winterianus*) menggunakan metode destilasi uap dan air dengan pemanasan microwave, JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 1, (2013) ISSN: 2337-3539; F-96