

Design and Test Achievement Tool Laboratory Scale of Steam System Distillation Stainless and Freon Tube on The Eucalyptus Seeds (*Melaleuca leucadendra, syn*)

Mohammad Yasir Effendi¹⁾, Edi Sucipto²⁾, Didik Nurhadi³⁾

#¹⁾Department Of Agricultural Technology, Agricultural, Environmental Studies Program State Polytechnic Jember

¹email. yasiralsin@gmail.com

³email. Dnurhadi4@gmail.com

*²⁾Department Of Agricultural Production Crop Production Courses Plantation State Polytechnic Jember

²email. edisucipto.polije@gmail.com

Abstract

This research aims to (1) know the work achievement tool distillation using time 60 minutes against the results yield essential oil eucalyptus seeds; (2) know the work achievement tool distillation using time 90 minutes against the results yield essential oil eucalyptus seeds; (3) know the work achievement tool distillation using time 120 minutes against the results yield essential oil eucalyptus seeds. The capacity of the appliance steam systems laboratory scale distillation of stainless and freon tube in this study was 2 kg of using eucalyptus seed (*Melaleuca leucadendra, syn*) with a moisture content of 15%. Data analysis using the method of comparison of average 3 repeats the implemented in the graph model. Based on the results of data analysis it can be concluded that the work achievement tool distillation using time 60 minutes against the results yield essential oil eucalyptus seed is the highest as 4.46 ml or yield of 0,22%. Research has several recommendations that need to be consider, among other things; 1) equipment on student teaching activities State Polytechnic Jember; 2.) Equipment on the research activities of students, laboratory of educational institution and lectur State Polytechnic Jember; 3) equipment in the cottage industry of perpetrators of small and medium enterprises

Keywords— achievement tool, distillation stainless, eucalyptus seed, essential oil.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris, dengan kekayaan alam yang luar biasa melimpah ruah, berbagai jenis tanaman tumbuh dengan varietas yang beraneka ragam jenisnya. Produksi minyak atsiri merupakan proses yang kompleks. Peningkatan efisiensi produksi memerlukan perbaikan penanganan pasca panen, ekstraksi dan peningkatan nilai tambah agar diperoleh mutu tinggi dan konsisten. Industri pengolahan minyak atsiri dilihat dari kualitas dan kuantitasnya tidak mengalami banyak perubahan. Sebagian besar unit pengolahan minyak atsiri masih menggunakan teknologi sederhana/tradisional (Gunawan, 2009).

Minyak atsiri sudah dikembangkan menjadi komoditas ekspor dari nilam, akar wangi, pala, cengkeh, serai wangi, kenanga, kayu putih, cendana, lada, dan kayu manis. (Yuliani dan Satuhu, 2012).

Nama lain minyak atsiri disebut juga dengan essential oils, etherial oils atau volatile oils adalah ekstrak alami dari jenis tumbuhan yang berasal dari daun, bunga, kayu, biji-bijian bahkan putik bunga (Manurung, 2010).

Manfaat minyak atsiri dapat digunakan sebagai bahan antiseptic, analgesik, heamolitik, antizymatik, sedative, stimulants, atau sifat membius, merangsang, serta memuakkan dapat digunakan sebagai obat sakit perut dan obat cacing. Menetralsisir bau yang tidak enak dari bahan, misalnya seperti bau busuk pada kulit sintetis. (Guenther, 1987).

Aroma yang muncul dari minyak atsiri dapat menimbulkan efek menenangkan sebagai terapi psikis, perawatan kecantikan dan kosmetik. Memberikan aroma khas pada produk parfum, sabun, pasta gigi, sampo, lotion, dan deodorant. Berfungsi sebagai penambah aroma dan rasa dalam pembuatan makanan olahan sehingga produk

makanan serasa memiliki cita rasa produk aslinya (Pranita, 2016).

Minyak atsiri dapat diambil dengan menggunakan metode penyulingan. Metode penyulingan menggunakan sistem uap air yang dihasilkan dari ketel uap atau ketel boiler yang letaknya terpisah kemudian uap dialirkan ke dalam tumpukan bahan yang ada didalam ketel suling. Metode penyulingan uap lebih baik dari pada metode penyulingan dengan air dan metode penyulingan uap air ditinjau dari segi biaya, kecepatan penyulingan, dan kapasitas produksi minyak (Guenther 1994).

Penelitian dilakukan dengan perakitan desain dan uji prestasi alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon. Penyulingan dilakukan untuk mengetahui hasil minyak atsiri berdasarkan lama waktu yang ditentukan serta jumlah rendemen yang diperoleh dari biji kayu putih (*Melaleuca leucadendra syn*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kayu putih (*Melaleuca leucadendra*) termasuk ke dalam famili Myrtaceae dan ordo Myrtales. Beberapa spesies yang sudah diketahui dapat menghasilkan minyak kayu putih dan sudah diusahakan secara komersial adalah *Melaleuca leucodendrom*, *Melaleuca cajuputih* Robt dan *Melaleuca viridiflora* Corn. Pohon kayu putih terdapat secara alami didaerah Asia Tenggara, yang tumbuh di dataran rendah atau rawa tetapi jarang ditemukan di daerah pegunungan. (Rizal et al, 2009).

Minyak atsiri dapat dibagi menjadi minyak atsiri yang mudah dipisahkan menjadi komponen-komponen atau menyusun murninya dan minyak atsiri yang sukar dipisahkan menjadi komponen murninya. Hasil minyak atsiri yang berbeda dipengaruhi oleh faktor umur tanaman dan curah hujan (Guenther, 1990).

Minyak atsiri dikenal mudah menguap, merupakan senyawa yang berwujud cairan, diperoleh dari bagian tanaman akar, kulit, batang, daun, buah, biji, maupun dari bunga dengan cara penyulingan, ekstraksi menggunakan pelarut organik maupun dengan cara dipres atau dikempa dan secara enzimatik (Sastrohamidjojo, 2004).

Distilasi berguna untuk memisahkan komponen utama berdasarkan perberlaan titik didih. Minyak atsiri umumnya tidak disuling pada tekanan atmosfer tetapi dalam keadaan vakum, karena pada tekanan atmosfer dan suhu tinggi dapat menyebabkan dekomposisi. (Agustian, 2004)

Kayu putih merupakan bagian dari jenis tanaman yang memiliki rasa tawar, pedas, hangat dan bersifat penenang. Khasiat minyak kayu putih sangat banyak, terutama dalam bidang kesehatan, Untuk memperoleh minyak atsiri daun kayu putih tersebut perlu dilakukan penyulingan, salah satunya dengan menggunakan penyulingan sistem uap (*Steam distillation*). Hasil pelaksanaan penelitian menunjukkan bahwa nilai rendemen minyak atsiri daun kayu putih memiliki rata-rata 0,78 %. (Milyanti, 2017).

Rendemen minyak atsiri diperoleh rata-rata sebesar 0,67 % sampai 0,72 %. Hasil rendemen minyak atsiri dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor tempat tumbuh, umur panen, proses perajangan, lama penyulingan, dan alat pendingin (Ginting, 2004).

Berdasarkan SNI 06-3954-2006 kayu putih menghasilkan rendemen minyak < 0,1 samapi 1,43 % berdasarkan jenis pohon kayu putih dan lebih berat dari air (Widiyanto dan Siarudin (2012).

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan penelitian desain dan uji prestasi alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon pada biji kayu putih (*Melaleuca leucadendra syn*) antara lain :

1. Mengetahui waktu destilasi selama 60 menit terhadap jumlah rendemen minyak atsiri biji kayu putih dengan menggunakan alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon.
2. Mengetahui waktu destilasi selama 90 menit terhadap jumlah rendemen minyak atsiri biji kayu putih dengan menggunakan alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon.
3. Mengetahui waktu destilasi selama 120 menit terhadap jumlah rendemen minyak atsiri biji kayu putih dengan menggunakan alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon.

Manfaat penelitian desain dan uji prestasi alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon pada biji kayu putih (*Melaleuca leucadendra syn*) antara lain :

1. Bermanfaat bagi Mahasiswa Politeknik Negeri Jember dalam rangka kegiatan praktikum destilasi minyak atsiri.
2. Bermanfaat bagi Mahasiswa, Pranata Laboratorium Pendidikan dan Dosen kegiatan penelitian serta pengabdian kepada masyarakat
3. Bermanfaat bagi pelaku usaha kecil dan menengah yang berkaitan dengan destilasi minyak atsiri.

IV. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran yang akurat dari sejumlah masalah yang diteliti (Suyanto, 2011).

Penelitian dilaksanakan di Politeknik Negeri Jember menggunakan sumber dana PNBPN, berlangsung pada bulan Juli sampai Desember 2017. Melakukan perakitan dan menguji prestasi alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon pada biji kayu putih (*Melaleuca leucadendra syn*). Perlakuan berdasarkan lama waktu destilasi yang ditentukan pada kisaran (60 : 90 dan 120) menit. Hasil rendemen minyak atsiri diukur berdasarkan waktu kegiatan destilasi. Ulangan penelitian

sebanyak tiga kali. Rerata hasil penelitian dibandingkan dan diimplementasikan menggunakan model grafik.

Komponen alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon terdiri beberapa bagian;

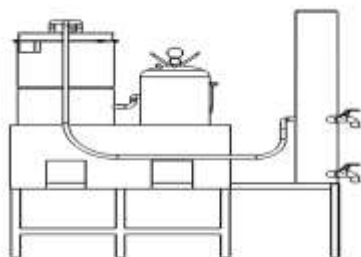
1. Kerangka alat yang digunakan untuk dudukan dari semua komponen
2. Ketel suling digunakan untuk tempat bahan yang akan disuling dan untuk menguapkan minyak atsiri yang terkandung dalam biji kayu putih
3. Boiler digunakan untuk tempat air yang dipanaskan sehingga menghasilkan uap
4. Kondensor digunakan untuk mendinginkan uap destilasi yang melewati separator sehingga menjadi cair
5. Pipa tahan panas digunakan untuk penghubung uap dari boiler ke ketel suling kemudian ke kondensor.
6. Sumber panas yang digunakan untuk memanaskan air yaitu kompor gas menggunakan bahan bakar LPG.

Spesifikasi alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon, seperti disajikan pada Tabel 1.

TABEL I
SPESIFIKASI DESAIN ALAT DESTILASI

No.	Peralatan	Uraian	Spesifikasi
1.	Kerangka Alat	Tipe	Persegi
		Panjang	1200 mm
		Lebar	400 mm
		Tinggi	700 mm
		Bahan	Besi siku 2mm
2.	Ketel Suling	Tipe	Silinder
		Kapasitas	2 kg/proses
		Tinggi	400 mm
		Diameter	300 mm
		Tebal	2 mm
		Bahan	Stainless
3.	Boiler	Tipe	Tabung
		Kapasitas	10 Liter
		Tinggi	400 mm
		Diameter	250 mm
		Sumber panas	Kompor
		Bahan bakar	LPG
4.	Pipa Uap	Bahan	Karet
		Diameter	10 mm
		Panjang	800 mm

stainless dan tabung freon untuk mengetahui secara teknis dimensi, kapasitas dan spesifikasi alat, seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain alat destilasi (*steam distillation*)

V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Hasil perakitan alat destilasi

Hasil perakitan peralatan destilasi meliputi: pembuatan rak, pembuatan lubang pada tabung freon, pembuatan lubang dan tutup dandang stainless, pembuatan kondensor, dan perakitan alat destilasi, seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain alat destilasi (*steam distillation*)

Rak destilasi berbentuk segi empat terdapat tiga bagian. Bagian pertama sebagai dudukan burner dan tabung freon dengan ukuran tinggi 70 cm, lebar 40 cm, panjang 40 cm (tinggi burner 35 cm). Bagian kedua sebagai tempat tabung bahan ukuran tinggi 40 cm, lebar 32 cm, panjang 32 cm. Bagian ketiga sebagai tempat kondensor ukuran tinggi 36 cm, lebar 32 cm, panjang 32 cm. Rak dirancang menggunakan besi siku 3 x 3 cm x 0,3 mm, dinding rak dibuat dari plat panjang 35 x lebar 35 cm, ketebalan plat 0,2 mm, kemudian di rangkai dengan cara di las.

Tabung pertama sebagai wadah untuk mendidihkan air berbentuk silinder dari tabung freon kapasitas 13 kg, sebagai tempat memasak air kapasitas 10 liter hingga mencapai titik didih sekitar 90 °C. Tabung freon dimodifikasi dengan cara membuat beberapa lubang dengan cara di bor. Penyambungan sock drat dengan tabung dilakukan pengelasan menggunakan kuningan. Lubang pertama dipermukaan tabung berukuran diameter 3/4 in, kemudian lobang tersebut dipasang dengan sock drat berukuran panjang 8 cm. Sock drat berfungsi untuk memasukan air kedalam tabung freon. Lubang kedua terletak dibagian sisi tengah tabung dibuat dua lubang dengan jarak 20 cm, pada kedua lubang dipasangkan pipa plastik berserat yang dibengkokkan berukuran panjang 15 cm, sebagai indikator air dalam tabung. Lubang ketiga dibuat di bagian samping yang berlawanan dengan sock drat dan keni, berfungsi sebagai tempat pemasangan sock drat dan keni, berfungsi sebagai tempat manometer suhu.

Tabung kedua merupakan tabung dandang terbuat dari bahan stainless dengan ketebalan 0.7 mm berdiameter 30 cm, tinggi penampung bahan 25 cm, tinggi batas penampung air 15 cm jadi tinggi seluruhnya 40 cm. Penampung bahan

berkapasitas 2 kg. Lubang masuk uap panas berdiameter 3/4 dim diletakan 7.5 cm dari bawah dipasang sock drat dengan membuat dua seel dari karet untuk 2 ring dari plat besi. Sedang penutup dandang dibuat tiga lubang yang satu untuk tempat dudukan manometer suhu dan dua lubang untuk saluran uap, Penutup dandang bagian dalam diberi seel karet tujuan pemberian seel agar uap panas tidak keluar melalui celah penutup dandang.

Kondensor terbuat dari pipa besi besar berdiameter 10 cm panjang 64 cm, tebal 3 mm dan pipa tembaga kecil berdiameter 0.5 cm panjang 600 cm. Membuat dua lubang dalam satu sisi yaitu atas dan bawah pada pipa besi besar, 10 cm dari bawah, dan 10 cm dari atas, ukuran diameter lubang 2 cm. Lubang bawah sebagai tempat dudukan stop kran untuk saluran masuk air pendingin dan lubang atas sebagai tempat stop kran untuk saluran keluar air pendingin, pada sisi yang lain dibuat dua lubang atas dan bawah yang berlainan arah dengan ukuran 15 cm, dan diameter 1 cm. Lubang atas sebagai tempat pipa tembaga saluran masuk uap panas dan bagian bawah sebagai saluran pengeluaran air bercampur minyak. Pipa tembaga dibuat berbentuk spiral dan disisakan panjang 5 cm untuk ujung bagian bawah serta 5 cm. Ujung bagian atas dimasukan dalam pipa besi besar.

Perakitan alat destilasi yaitu pemasangan komponen pada tabung freon, meliputi pemasangan selang indikator air dengan cara memasukan selang pada kedua pipa tembaga dan diikat dengan klem, kemudian pemasangan manometer suhu pada keni yang sudah terpasang dan memasang selang pada saluran pengeluaran uap panas yang diikat dengan klem yang diteruskan ke dandang. Selanjutnya memasang manometer suhu, memasang dua pipa pengeluaran uap panas pada tutup dandang, kedua pipa pengeluaran uap panas tersebut disambung dengan napel berbentuk T yang berfungsi sebagai tempat penyambungan pipa dari dua saluran menjadi satu saluran atau sebaliknya, kemudian disambungkan ke kondensor.

5.2 Hasil rendemen minyak atsiri biji kayu putih

Rendemen minyak atsiri yang dihasilkan dalam penyulingan dengan satuan ml. Rendemen digunakan untuk mengetahui presentase dari berat minyak yang dihasilkan dari proses penyulingan dari bahan biji kayu putih sebanyak 2 kg. Hasil rendemen minyak atsiri dari proses penyulingan dapat disajikan pada Tabel 2.

TABEL II
HASIL RENDEMEN MINYAK ATSIRI BIJI KAYU PUTIH

Waktu	Hasil Minyak Atsiri (ml)			Rerata Hasil Minyak Atsiri (ml)	Rendemen Minyak Atsiri (%)
	I	II	III		
T ₁	5.00	4.10	4.70	4.46	0.22
T ₂	3.00	2.40	2.30	2.57	0.13
T ₃	0.40	0.30	0.30	0.33	0.02
Total				7.36	0.37

Tabel 2. Menunjukkan hasil rendemen biji kayu putih menggunakan alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon pada biji kayu putih (*Melaleuca leucadendra* syn) menunjukkan selakin lama waktu (T) yang digunakan selama destilasi akan semakin sedikit rendemen minyak atsiri yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena suhu pada proses destilasi mempengaruhi nilai rendemen minyak atsiri, karena jika suhu yang digunakan semakin tinggi maka proses penguapan bahan akan lebih cepat sehingga hasil rendemen juga akan semakin sedikit. Laju aliran uap air yang cepat akan membuat kontak antara uap air dengan destilat (biji kayu putih) yang ada pada ketel suling berlangsung singkat, akibatnya minyak atsiri yang terikat oleh uap air semakin sedikit dan rendemen yang dihasilkan lebih rendah.

Penelitian relevan dengan pendapat Milyanti (2017). Laju aliran uap air yang cepat akan membuat kontak antara uap air dengan bahan yang didestilasi pada ketel berlangsung singkat, akibatnya minyak atsiri yang terikat oleh uap air semakin sedikit dan rendemen yang dihasilkan lebih rendah.



Grafik 1. Hasil rendemen minyak atsiri biji kayu putih

Grafik 1. Menunjukkan hasil rendemen perlakuan (T₁) lama waktu destilasi 60 menit menghasilkan minyak atsiri 4.46 ml atau rendemen 0,22% dari berat biji kayu putih sebanyak 2 kg. Perlakuan (T₂) lama waktu destilasi 90 menit menghasilkan rendemen minyak atsiri 2.57 ml atau rendemen 0.13% dari berat biji kayu putih sebanyak 2 kg. Perlakuan (T₃) lama waktu destilasi 120 menit menghasilkan minyak atsiri 0.33 ml atau rendemen 0.012% dari berat biji kayu putih sebanyak 2 kg.

Hasil penelitian uji prestasi alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon menunjukkan bahwa lama waktu penyulingan berbeda terhadap hasil rendemen minyak atsiri biji kayu putih, yaitu semakin lama waktu penyulingan akan semakin sedikit rendemen minyak atsiri yang dihasilkan, karena suhu yang digunakan semakin tinggi maka proses penguapan bahan akan lebih cepat dan hasil rendemen akan semakin sedikit. Penelitian relevan dengan pendapat Milyanti (2017).

Hasil penelitian terbaik adalah pada Perlakuan (T₁) dengan lama waktu destilasi 60 menit menghasilkan rendemen biji kayu putih 4.46 ml atau rendemen 0,22%

dari berat biji kayu putih sebanyak 2 kg. Hasil penelitian relevan berdasarkan SNI 06-3954-2006 kayu putih menghasilkan rendemen minyak <0,1 samapi 1,43% berdasarkan jenis pohon kayu putih. (Widiyanto dan Siarudin (2012).

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Penelitian uji prestasi alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon pada biji kayu putih dapat disimpulkan :

1. Perlakuan terbaik pertama adalah (T1) dengan lama waktu destilasi 60 menit menghasilkan minyak atsiri 4.46 ml atau rendemen 0,22% dari berat biji kayu putih sebanyak 2 kg.
2. Perlakuan selanjutnya ke dua adalah (T2) dengan lama waktu destilasi 90 menit menghasilkan minyak atsiri 2.57 ml atau rendemen 0.13% dari berat biji kayu putih sebanyak 2 kg.
3. Perlakuan selanjutnya ke tiga (T3) dengan lama waktu destilasi 120 menit menghasilkan hasil minyak atsiri 0.33 ml atau rendemen 0.012% dari berat biji kayu putih sebanyak 2 kg,

6.2 Saran

Penelitian uji prestasi alat destilasi sistem uap skala laboratorium dari stainless dan tabung freon pada biji kayu putih dapat disarankan untuk penelitian lebih lanjut agar dapat digeneralisasikan, antara lain:

1. Komponen peralatan destilasi pada sistem steam (dandang suling) yang mengalami kebocoran pada penutup. perlu dilengkapi seal (karet) diusahakan menggunakan karet tahan panas yang berserat untuk mengurangi pemuaiian.
2. Bahan baku (biji kayu putih) yang perlu diperhatikan untuk digunakan dalam penyulingan adalah pada pasca panen, meliputi : cara panen, pengeringan dan penyimpanan. Sedangkan lebih lanjut perlu penelitian destilasi minyak atsiri dari berbagai bahan baku antara lain: biji, daun, bunga, buah, akar (umbi atau rimpang), kulit batang dan ranting.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Jember, Ketua Jurusan Teknologi Pertanian, Ketua Jurusan Produksi Pertanian, Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kepala Laboratorium Alat Mesin Pertanian, Kepala Laboratorium Logam, Kepala Laboratorium Tanah, Tim Komisi Penguji, civitas akademika Politeknik Negeri Jember, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Atas segala dukungan dan kopetensinya yang sangat bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustian E, Sulaswaty A, Laksmono TJA dan Adilina IB. 2004. Pemisahan sitronelal dari minyak sereh wangi menggunakan unit fraksionasi skala bench. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 17(2):49-53.
- [2] BSN [Badan Standardisasi Nasional].2006. Minyak kayu putih: SNI No.06-3954-2006. Penerbit: Jakarta.
- [3] Ginting S. 2004. Pengaruh Lama Penyulingan Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri Daun Sereh Wangi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- [4] Guenther E. 1987. *Minyak Atsiri*. Jilid 1. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [5] Guenther E. 1990. *Minyak Atsiri*. Jilid IV A. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- [6] Gunawan W. 2009, Kualitas dan nilai minyak atsiri, implikasi pada Pengembangan turunannya. Makalah seminar nasional dengan tema: Kimia bervisi Science, Environment, Technology, and Society (SETS) kontribusi bagi kemajuan pendidikan dan industri. Penyelenggara Himpunan Kimia Indonesia Jawa Tengah. Semarang.
- [7] Pramita GR. 2016. Unjuk kerja penyulingan minyak atsiri dengan metode uap langsung pada penyulingan daun cengkeh (*syzygium aromaticum*). Keteknikan Pertanian. Politeknik Negeri Jember.
- [8] Milyanti P. 2017. Uji kinerja dan kualitas minyak atsiri daun kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) deastilasi sistem uap dengan kapasitas 1 kg. Keteknikan Pertanian. Politeknik Negeri Jember.
- [9] Rizal M, Meika S. Rusli dan Ariato M, 2009, *Minyak Atsiri Indonesia*. Dewan Atsiri Indonesia : IPB.
- [10] Sastrohamidjojo H. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [11] Satuhu Y dan Yuliani S. 2012. *Panduan Lengkap Minyak Atsiri*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [12] Suyanto. 2011. *Metodologi dan Aplikasi Penelitian*. Yogyakarta : Nuha Medika.
- [13] Widiyanto A dan Siarudin M. 2013. Karakteristik daun dan rendemen minyak atsiri lima jenis tumbuhan kayu putih (Characteristics of Leaf and Essential Oil Yield of Five Cajuput Tree Species). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 31(4)235-241.