

**APLIKASI ARANG KOMPOS BIOAKTIF PADA
BUDIDAYA NILAM (*Pogostemon cablin* Benth)
TERHADAP KUALITAS PRODUK MINYAK NILAM**

*(The Effect of Bioactive Charcoal Compost Applications on
Patchouli Oil Quality)*

Oleh/By :

Ina Winarni¹ & Totok K Waluyo¹

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan,
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor Telp. 0251- 8633378, Fax 0251- 8633413

Diterima: 8 Februari 2010 ; disetujui : 25 November 2010

ABSTRACT

Patchouli (Pogostemon cablin Benth) is one of the essential oil-producing important plants because it has a strategic potential in the global market where oil is useful as a fragrance fixative in perfumes, cosmetics and aromatherapy ingredients. Related to the above description, this paper presented about the effects of bioactive charcoal compost (arkoba) on patchouli cultivation on the quality of oil recovery and concentration of patchouli alcohol.

The results showed that the addition of arkoba on patchouli cultivation provides a very good influence on the yield of essential oils, reach 3 to 4.5%, with an average of 4%, while the yield of essential oil grown without the use of arkoba only ranges from 2 to 2.3% (average 2%). Further concentration of patchouli alcohol in patchouli oil arkoba usage is 40.01%, while those without were given arkoba only 32.26%.

Keywords: Patchouli, bioactive charcoal compost, effects, patchouli essential oil, qualit.

ABSTRAK

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang penting karena memiliki potensi strategis di pasar dunia dimana minyak tersebut berfaedah sebagai bahan pengikat aroma wangi pada parfum, kosmetika dan bahan aromaterapi. Terkait dengan uraian tersebut tulisan ini menyajikan tentang pengaruh pemberian arang kompos bioaktif (arkoba) terhadap kualitas minyak atsiri hasil penyulingan daun nilam antara lain rendemen dan kadar patchouli alkohol.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan arkoba pada budidaya nilam memberikan pengaruh sangat baik terhadap rendemen minyak nilam, mencapai 3-4,5 %, dengan rata-rata 4 %, sedangkan rendemen minyak nilam yang ditanam tanpa menggunakan arkoba hanya berkisar 2-2,3% (rata-rata 2%). Lebih lanjut kadar patchouli alkohol minyak nilam dengan penggunaan arkoba yaitu 40,01 %, sedangkan yang tanpa diberi arkoba hanya 32,26 %.

Kata kunci : Nilam, arang kompos bioaktif, budidaya, efek, minyak atsiri nilam, produksi, kualitas

I. PENDAHULUAN

Nilam (*Pogestemon cablin* Benth) merupakan salah satu tumbuhan penghasil minyak atsiri yang penting, baik sebagai sumber devisa negara maupun sebagai sumber pendapatan petani. Minyak nilam memiliki potensi strategis di pasar dunia sebagai bahan pengikat aroma wangi pada parfum dan kosmetika (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2005, dalam Dewi, *dkk.*, 2006). Prospek ekspor minyak nilam di masa datang masih cukup besar sejalan dengan semakin tingginya permintaan terhadap parfum dan kosmetika, *trend mode*, dan belum berkembangnya materi substitusi minyak nilam di dalam industri parfum maupun kosmetika, di samping sebagai bahan pembuatan aroma terapi. Minyak nilam diperoleh dari hasil penyulingan daun, batang dan cabang tumbuhan nilam. Kadar minyak tertinggi terdapat pada daun dengan kandungan utamanya adalah patchouly alkohol yang berkisar antara 30 - 50 %. Aromanya segar dan khas dan mempunyai daya fiksasi yang kuat, sehinggalah digantikan oleh bahan sintesis (Rusli dan Hobir, 1990).

Sebagai penghasil minyak nilam terbesar, Propinsi Nanggroe Aceh Darusalam memberikan kontribusi 70 % terhadap produksi nasional (Anonim, 2003 dalam Djazuli dan Trislawati. 2004). Di Indonesia tumbuhan nilam telah dibudidayakan selama hampir 100 tahun di daerah penghasil utama (Aceh dan Sumatera Utara), namun sampai sekarang mutu minyak yang dihasilkan masih rendah. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain rendahnya mutu genetik tumbuhan, teknologi budidaya yang masih sederhana, berkembangnya berbagai penyakit, serta teknik panen dan pasca panen yang kurang tepat.

Tumbuhan nilam dikenal sangat rakus terhadap unsur hara terutama N(nitrogen), P (pospor), dan K (kalium). Untuk mempertahankan tingkat kesuburan lahan, perlu adanya input hara yang berasal dari pupuk buatan maupun pupuk organik. Menurut Wahid *dkk.*, (1986), tumbuhan nilam termasuk yang memerlukan hara yang cukup tinggi. Hasil analisis kadar hara dari batang dan daun yang dipanen menunjukkan bahwa kandungan N, P₂O₅, K₂O, CaO, dan MgO mencapai masing-masing 5,8%, 4,9%, 22,8%, 5,3% dan 3,4% dari bahan kering atau sama dengan pemberian pupuk 232 kg N, 196 kg P₂O₅, 912 kg K₂O, 212 kg CaO dan 135 kg MgO. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mempertahankan produksi agar tetap optimal pemberian pupuk sangat menentukan. Hal ini disebabkan tingginya hara yang terangkut bersama hasil panen yang mengakibatkan produksinya menurun secara drastis sehingga sangat diperlukan upaya pemupukan yang berkesinambungan baik pupuk buatan maupun organik, yang bertujuan untuk mempertahankan tingkat kesuburan lahan dan produktivitas tumbuhan nilam.

Terkait dengan segala uraian di atas, tulisan ini menyajikan hasil uji coba penggunaan arang kompos bioaktif pada budidaya tumbuhan nilam terhadap produksi, rendemen dan kualitas minyak nilam. Arang kompos bioaktif (arkoba) adalah campuran arang dan kompos hasil proses pengomposan dengan bantuan mikroba lignoselulolitik yang tetap hidup di dalam kompos. Mikroba tersebut mempunyai kemampuan sebagai biofungisida, yaitu melindungi tanaman dari serangan penyakit akar sehingga disebut *bioaktif*. Keunggulan lain dari arkoba adalah sebagai agent pembangun kesuburan tanah, karena arang yang menyatu dalam kompos mampu meningkatkan pH tanah sekaligus memperbaiki sirkulasi air dan udara di dalam tanah (Gusmailina dan Komarayati, 2008), sehingga tepat juga disebut sebagai "soil amendment".

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi

Uji coba dilakukan oleh salah satu petani nilam di daerah Kuningan. Penyulingan dan analisis sifat fisiko kimia minyak dilakukan di laboratorium Pengolahan Hasil Hutan Bukan Kayu, Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (P3KKPHH), Bogor. Beberapa sifat produk yang tidak dapat dianalisis di P3KKPHH, dianalisis pada laboratorium Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah arang kompos bioaktif (arkoba) yang diperoleh dari Garut. Arkoba produksi Garut tersebut mengandung unsur hara makro antara lain C organik 35 %; N total 1,7 %; P total 1,0 %; K 0,8 %; Ca 1,2 %; dan Mg 0,6 % (Gusmailina, 2010). Alat yang digunakan untuk ekstraksi minyak nilam adalah penyulingan dengan sistem kukus.

C. Prosedur

Percobaan ini langsung dilakukan oleh petani nilam di Kuningan dengan cara dan kebiasaan petani tersebut. Arang kompos bioaktif di gunakan sebagai pengganti pupuk yang biasa digunakan oleh petani tersebut. Pemberian arkoba dilakukan satu hari sebelum nilam ditanam dengan volume satu piring per lobang tanam atau sekitar 0,5 kg/lobang tanam, dengan jarak tanam antara 50-60cm x 60-75cm. Total luas tumbuhan nilam berkisar 15 ribu rumpun (sekitar $\frac{3}{4}$ ha). Pemberian arkoba selanjutnya adalah setiap sehabis panen dengan bobot kurang lebih 1 kg. Panen awal dilakukan pada umur 4 bulan setelah tanam, kemudian dikeringkan secara alami. Nilam kering yang dianalisis adalah hasil dari panen pertama, kemudian dibawa ke laboratorium Pengolahan HHHBK, P3KKHH, Bogor untuk disuling. Minyak nilam yang dihasilkan kemudian dianalisis di laboratorium HHHBK, P3KKHH, Bogor dan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor, yang mencakup rendemen dan sifat fisiko kimianya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen dan Kualitas Minyak Nilam

Penambahan arkoba pada budidaya nilam memberikan pengaruh sangat baik terhadap rendemen minyak nilam (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh penambahan arkoba terhadap rendemen minyak nilam
Table 1. Effect of arkoba applications to patchouli oil yield.

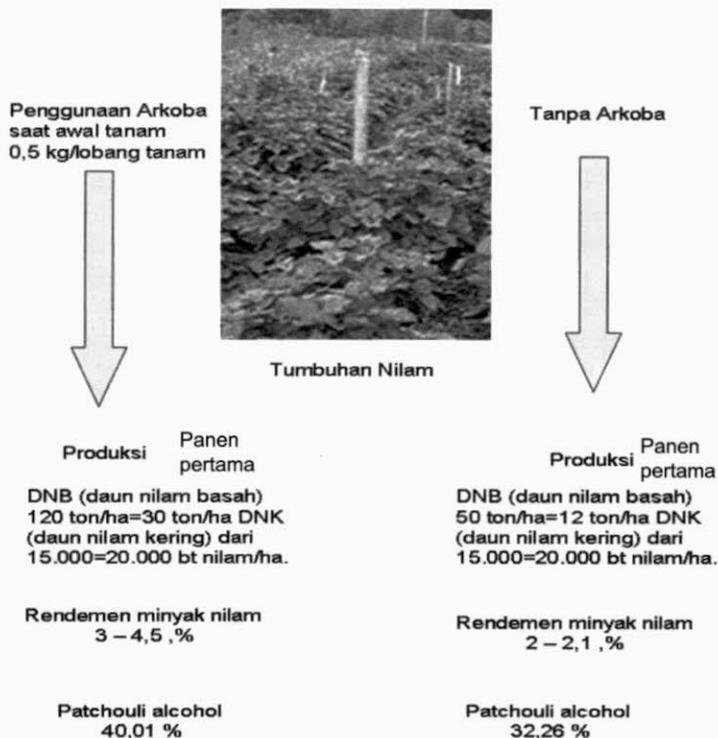
No	Perlakuan penanaman nilam (<i>Treatments of patchouli cultivation</i>)	Rendemen minyak nilam,% (<i>Yield of patchouli oil, %</i>)
1	Tanpa arkoba (<i>Without arkoba</i>)	2 – 2,1
2	Memakai arkoba (<i>Apply arkoba</i>)	3 – 4,5

Pada Tabel 1 diketahui bahwa budidaya nilam dengan penambahan arkoba memberikan hasil yang jauh lebih baik dibanding tanpa penambahan arkoba. Rendemen minyak nilam yang ditanam dengan penambahan arkoba mencapai 3 - 4,5 % dengan rata-rata 4 % (dari 7 kali penyulingan), sedangkan rendemen minyak nilam yang ditanam tanpa menggunakan arkoba hanya berkisar 2 - 2,3% dengan rata-rata 2% (dari 4 kali penyulingan). Peningkatan rendemen ini dapat dimengerti karena pertumbuhan nilam yang diberi arkoba lebih baik dibanding pertumbuhan nilam yang tidak diberi arkoba. Penampilan tumbuhan lebih kokoh, daun lebih lebar dan mengkilat dengan warna yang lebih cerah dan tajam. Produksi DNB (daun nilam basah) mencapai 120 ton/ha atau sama dengan 30 ton/ha DNK (daun nilam kering) dari 15.000 batang nilam per/ha. Sedangkan DNB nilam yang ditanam tanpa menggunakan arkoba hanya 50 ton per hektar atau sekitar 12 ton/ha DNK. Peningkatan produksi yang diperoleh lebih 2 kali lipat jika menggunakan arkoba. Jika dibanding dengan produksi nilam dari Kelompok Tani Mitra Usaha Jaya, di kampung Pager Ageung, Desa Pager Sari, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat yang ditanam dengan menggunakan pupuk kandang sekitar 75-100 ton/ha DNB atau sama dengan 15-20 ton DNK (daun nilam kering) per hektar (Gusmailina, *dkk.*, 2005). Dengan demikian DNK produksi nilam yang ditanam dengan penambahan arkoba memberikan hasil yang lebih tinggi, dan ini meningkatkan rendemen minyak yang dihasilkan. Ini sejalan dengan hasil penelitian Pakpahan, *dkk.*, (2004) dengan pemberian EM₄ pada budidaya nilam, produksi nilam kering yang diperoleh hanya 45 ton/ha dengan rendemen minyak 1,33-2 %. Hasil penelitian Dewi, *dkk.*, (2006) dengan penambahan kompos Unpad (Kompos yang dihasilkan oleh Universitas Padjadjaran dengan merk kompos Unpad), rendemen minyak yang diperoleh hanya 0,48-1,35%.

Tanaman nilam sangat responsif terhadap pemupukan. Pupuk yang diperlukan selain untuk meningkatkan produksi terna (produk daun) dan mutu minyak nilam, juga untuk mempertahankan atau mengembalikan kesuburan tanah akibat besarnya unsur hara yang terangkut atau terbawa pada bagian tanaman tersebut pada saat panen. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan nilam merupakan jenis yang rakus dengan unsur hara, sehingga untuk tanah yang telah ditanami nilam berulang-ulang kandungan haranya banyak terkuras (Djazuli dan Trisilawati, 2004). Oleh sebab itu pemberian pupuk yang cukup sangat diperlukan. Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa arkoba merupakan pupuk organik yang berfungsi sebagai bahan pembenah tanah (soil conditioning) yang paling baik dan alami daripada bahan pembenah buatan atau sintetis. Hal ini karena fungsi dan keberadaan arang yang menyatu di dalam kompos (Gusmailina, *dkk*, 2002). Dengan demikian produksi nilam yang ditanam dengan penambahan arkoba lebih tinggi. Pada Gambar 1 dapat dilihat skema perbandingan produksi nilam yang menggunakan arkoba dan tanpa arkoba.

Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa umumnya minyak nilam yang ditanam dengan penambahan arkoba memberikan kualitas minyak yang lebih baik dibanding tanpa penambahan arkoba. Kadar patchouli alkohol mencapai 40%, sedangkan kadar patchouli alkohol minyak nilam yang ditanam tanpa penambahan arkoba hanya 32,26%. Dalam perdagangan mutu minyak nilam yang baik ditandai oleh tingginya kadar patchouli alkohol sebagai komponen utama dan umumnya dicantumkan dalam syarat mutu rekomendasi. Patchouli alkohol merupakan senyawa yang menentukan bau minyak nilam (Albert, 1980 *dalam* Rumondong, 2004) dan merupakan komponen yang terbesar. Menurut Trifilieff (1980) yang memberikan bau pada minyak nilam adalah *norpatchoulenol* yang terdapat dalam jumlah sedikit. Hasil penelitian Hernani dan Tangendjaja (1988), menunjukkan bahwa

komponen-komponen penyusun minyak nilam adalah *benzaldehida*, *karyofilen*, *patchoulena*, *bulnesen* dan *patchouli alkohol*. Patchouli alkohol merupakan seskuiterpena alkohol dimana dapat diisolasi dari minyak nilam. Alkohol tersebut tidak larut dalam air, larut dalam alkohol, eter atau pelarut organik yang lain, mempunyai titik didih 140°C pada tekanan 80 cm Hg (Hernani dan Tangendjaja, 1988). Kristal yang terbentuk mempunyai titik lebur 56°C. Patchouli alkohol disebut juga patchouli camphor atau oktahidro-4,8a,9,9-tetrametil-1,6-metanonaftalen, mempunyai berat molekul 222,36 dengan rumus molekul $C_{12}H_{26}O$ (Albert, 1980 dalam Rumondang, 2004).



Gambar 1. Skema perbandingan produksi nilam yang menggunakan arkoba dan tanpa arkoba

Figure 1. Schematic comparison of yield using arkoba and without arkoba

Keterangan (Remarks): Penggunaan arkoba saat tanam 0,5 kg/lobang tanam (*Use arkoba 0.5 kg / greedy plant at planting*); Tanpa arkoba (*Without arkoba*); Produksi panen pertama (*The first crop production harvest*); DNB (daun nilam basah) 120 ton/ha = 30 ton/ha daun nilam kering (DNK) dari 15.000-20.000 batang nilam/ha (DNB (*Patchouli leaves wet*) 120 ton / ha = 30 tons / ha of dry patchouli leaves (DNK) of patchouli 15000-20000 clumps / ha); Rendemen minyak nilam (*Patchouli oilyield*);

Pada tabel 2 dapat dilihat pengaruh arkoba terhadap kualitas minyak nilam.

Tabel 2. Pengaruh arkoba pada budidaya nilam terhadap kualitas minyak nilam
Table 2. Arkoba influence on the patchouli cultivation against to essential oil quality

Karakteristik (Characteristic)	Hasil analisis kualitas minyak nilam (Results of analysis of essential oil quality)			
	Dengan arkoba (With arkoba)	Tanpa arkoba (Without arkoba)	Hasil penelitian Rumondang, 2004 (The results of Rumondang, 2004)	SNI 06-2385- 1998
Berat jenis (Specific gravity), 25/25°C	0,957	0,956	0,967	0,943-0,983
Indek bias (Refractive index), 20°C	1,511	1,506	1.506	1.506-1.516
Putaran optic (Optical rotation)	- 59°	- 0,53°	- 51°	(-47°) – (-66°)
Kelarutan dalam alkohol (Solubility in alcohol), 90%	1:1	1:1	1:1	1:10
Bilangan asam maksimum (Maximum acid number)	4,5	4,3	4,23	5,0
Bilangan ester maksimum (Maximum ester number)	3,97	3,90	12,29	10,0
Patchouli alcohol (Patchouli oil), %	40,01	32,26	33,14	

Berat jenis minyak nilam yang ditanam dengan penambahan arkoba sebesar 0,957, tidak jauh berbeda dengan minyak nilam yang ditanam tanpa penambahan arkoba yaitu 0,956. Berat jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan mutu dan kemurnian minyak atsiri. Nilai berat jenis minyak atsiri didefinisikan sebagai perbandingan antara berat minyak dengan berat air pada volume air yang sama dengan volume minyak pada kondisi yang sama pula (Ketaren, 1985). Berat jenis sering dihubungkan dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung di dalamnya. Semakin besar fraksi berat yang terkandung dalam minyak, maka semakin besar pula nilai densitas atau kerapatannya. Dari hasil yang diperoleh nilai berat jenis minyak nilam termasuk ke dalam SNI 06-2385-1998 yaitu dengan nilai kisaran 0,943-0,983. Dari analisis juga menunjukkan bahwa berat jenis minyak nilam yang ditanam menggunakan Arkoba sedikit lebih baik dibanding tanpa menggunakan arkoba.

Indek bias minyak nilam yang ditanam dengan penambahan arkoba lebih tinggi (1,511) dari minyak nilam yang ditanam tanpa penambahan arkoba yaitu 1,506. Indeks bias merupakan perbandingan antara kecepatan cahaya di dalam udara dengan kecepatan cahaya di dalam zat tersebut pada suhu tertentu. Indeks bias minyak nilam berhubungan erat dengan

komponen-komponen yang tersusun dalam minyak nilam tersebut. Sama halnya dengan berat jenis, komponen penyusun minyak nilam juga dapat mempengaruhi nilai indeks biasnya. Semakin banyak komponen berantai panjang seperti sesquiterpena atau komponen bergugus oksigen ikut tersuling, maka kerapatan medium minyak tersebut akan bertambah sehingga cahaya yang datang akan lebih sukar untuk dibiaskan (lebih banyak membelokkan arah cahaya yang datang) karena kecepatan cahaya tersebut lebih banyak mengalami hambatan. Hal ini menyebabkan indeks bias minyak lebih besar. Menurut Guenther (1948), nilai indeks bias juga dipengaruhi salah satunya dengan adanya air dalam kandungan minyak tersebut. Semakin banyak kandungan airnya, maka semakin kecil nilai indeks biasnya. Ini karena sifat dari air yang lebih mudah untuk dilalui cahaya yang datang sehingga lebih sedikit membiaskan cahaya. Minyak nilam yang mempunyai nilai indeks bias yang besar menunjukkan bahwa kualitas minyak itu lebih baik dibanding dengan minyak yang mempunyai nilai indeks bias kecil.

Syarat SNI 06-2385-1998 untuk nilai putaran optik minyak nilam berkisar antara $(-47^{\circ} - (-66^{\circ}))$. Hasil analisis minyak nilam yang ditanam dengan menggunakan arkoba menunjukkan nilai optik $(-0,59^{\circ})$, sedangkan tanpa arkoba $(-0,53^{\circ})$, berarti keduanya masuk ke dalam standar SNI yang disyaratkan. Umumnya sifat optik dari minyak atsiri ditentukan dengan menggunakan alat polarimeter yang nilainya dinyatakan dengan derajat rotasi. Sebagian besar minyak atsiri jika ditempatkan dalam cahaya yang dipolarisasikan maka memiliki sifat memutar bidang polarisasi ke arah kanan (dextrorotary) atau ke arah kiri (laevorotary). Pengukuran parameter ini sangat menentukan kriteria kemurnian suatu minyak atsiri (Ketaren, 1985).

Syarat SNI 06-2385-1998 untuk bilangan asam maksimum adalah 5,0. Bilangan asam ini menunjukkan kadar asam bebas yang terdapat dalam minyak nilam. Semakin besar bilangan asam makin mempengaruhi kualitas minyak nilam secara negatif, karena senyawa-senyawa asam tersebut dapat merubah bau khas dari minyak tersebut. Asam bebas ini biasanya disebabkan oleh lamanya penyimpanan minyak dan adanya kontak antara minyak atsiri yang dihasilkan dengan sinar dan udara lembab sekitar ketika berada pada botol sampel minyak pada saat penyimpanan. Karena sebagian komposisi minyak atsiri umumnya jika kontak dengan udara atau berada pada kondisi yang lembab akan mengalami reaksi oksidasi dengan udara terhadap gugusan karbonil dan reaksi hidrolisa dengan uap air terhadap ikatan ester yang dikatalisis oleh cahaya sehingga membentuk suatu senyawa asam. Jika penyimpanan minyak tidak diperhatikan atau secara langsung kontak dengan udara sekitar, maka akan semakin banyak senyawa-senyawa asam yang terbentuk. Oksidasi komponen-komponen minyak atsiri terutama golongan aldehida dapat membentuk gugus asam karboksilat sehingga akan menambah nilai bilangan asam suatu minyak atsiri. Hal ini juga dapat disebabkan oleh penyulingan pada tekanan tinggi (temperatur tinggi), dimana pada kondisi tersebut kemungkinan terjadinya proses oksidasi sangat besar (Guenther, 1948).

Syarat SNI 06-2385-1998 untuk bilangan kelarutan dalam alkohol adalah larut jernih dalam perbandingan volume 1 sampai 10 bagian. Menurut Guenther (1948), alkohol merupakan gugus hidroksil (OH), karena itu alkohol dapat larut dengan minyak atsiri, oleh sebab itu pada komposisi minyak atsiri yang dihasilkan tersebut terdapat komponen-komponen terpen teroksidasi. Selanjutnya dijelaskan bahwa kelarutan minyak dalam alkohol ditentukan oleh jenis komponen kimia yang terkandung dalam minyak. Pada umumnya minyak atsiri yang mengandung senyawa terpena teroksidasi lebih mudah larut

dalam alkohol daripada yang mengandung terpena. Semakin tinggi kandungan terpena makin rendah daya larutnya atau makin sukar larut dalam alkohol (pelarut polar), karena senyawa terpena tak teroksigenasi merupakan senyawa nonpolar yang tidak mempunyai gugus fungsional. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil kelarutan minyak atsiri pada alkohol (biasanya alkohol 90%) maka kualitas minyak atsirinya semakin baik. Hasil analisis minyak nilam yang diperoleh baik ditanam dengan penambahan arkoba maupun tanpa penambahan arkoba, memiliki nilai kelarutan dalam alkohol yang sama yaitu 1:1, berarti dapat memenuhi syarat SNI.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil uji coba penambahan arang kompos bioaktif (ARKOBA) pada budidaya tanaman nilam dapat disimpulkan antara lain:

1. Penambahan arkoba pada budidaya nilam memberikan pengaruh sangat baik terhadap rendemen minyak nilam, mencapai 3 - 4,5 %, dengan rata-rata 4 %, sedangkan rendemen minyak nilam yang ditanam tanpa menggunakan arkoba hanya berkisar 2 - 2,3% dengan rata-rata 2%.
2. Kadar patchouli alkohol minyak nilam yang ditanam dengan penambahan arkoba yaitu 40,01%, sedangkan yang tanpa diberi arkoba hanya 32,26%.
3. Mengacu pada syarat SNI 06-2385-1998, hasil analisis kualitas minyak nilam pada uji coba ini semua kriteria masuk ke dalam standar yang disyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Djazuli, M dan O. Trislawati. 2004. Pemupukan, pemulsaan dan pemanfaatan limbah nilam untuk peningkatan produktivitas dan Mutu Nilam. Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat Vol XVI no 2. Bogor. Hal 29 -37.
- Dewi, I.R., S. Rosniawaty, R. Sudirja. 2006. Pengaruh berbagai waktu pangkasan dan pupuk Organik sebagai media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi nilam (*pogostemon cablin* benth.) Var. Sidikalang. Laporan penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Gusmalina, Zulnely dan E.S. Sumadiwangsa. 2005. Pengolahan nilam tumpangsari di Tasikmalaya. Jurnal Penelitian Hasil Hutan: Vol. 23.No.1:1-14. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.
- _____ dan S. Komarayati. 2008. Teknologi inovasi penanganan limbah industri pulp dan ertas menjadi arang kompos bioaktif. Prosiding seminar Teknologi Pemanfaatan Limbah Industri Pulp dan Kertas Untuk Mengurangi Beban Lingkungan. Bogor 24 November. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor. Hal:18-30
- _____ 2010. Evaluasi dan pemantauan kegiatan penggunaan arang kompos bioaktif di kabupaten Garut. Bulletin Penelitian Hasil Hutan. (No.....vol.../sudah acc terbit) Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.

- _____ Gustan Pari dan Sri Komarayati. 2002. Pedoman Pembuatan Arang Kompos. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. ISBN: 979-3132-27
- Guenther, E. 1948, The Essential Oils, volume I, Van Nostrand Reinhold Company, Inc., New York, 87-226. 1949,
- _____ 1949, The Essential Oils, volume III, Van Nostrand Reinhold Company, Inc., New York, 552-575.
- Hernani dan B. Tangendjaja, 1988, Analisis mutu minyak nilam dan minyak cengkeh secara kromatografi; Media Penelitian Sukamandi No.6, Bogor, 57-61.
- Ketaren, S., 1985, Pengantar teknologi minyak atsiri, Balai Pustaka, Jakarta,
- Pakpahan, E. Sugiatno, dan A. Karyanto. 2004. Pengaruh dosis limbah padat penyulingan nilam yang diberi em4 pada pertumbuhan dan daya hasil tanaman nilam (*pogostemon cablin* benth.). Jurusan Budidaya Agronomi Fakultas Pertanian Unila. Lampung
- Rusli, S. dan Hobir, 1990. Hasil penelitian dan pengembangan tanaman minyak atsiri Indonesia. Simposium I Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Puslitbangtri - Bogor.
- Rumondang B. 2004. Esterifikasi patchouli alkohol hasil isolasi dari minyak daun nilam (patchouli oil). Thesis. Jurusan kimia Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Trifilieff, E., 1980, Isolation of the postulated precursor of nor-patchoulenol in patchouli Leaves, *Phytochemistry*, 19, 2464.
- Wahid, P., M. Pandji. L, E. Mulyono dan S. Rusli, 1986. Masalah pembudidayaan tanaman nilam, serai wangi dan cengkeh. Diskusi Minyak Atsiri V. 3 - 4, Maret 1986 di Bogor. hal.36