

Kandungan Minyak Esensial Sebagai Bahan Baku Obat-Obatan dari Tanaman Gaharu (*Gyrinops versteegii*) pada Kondisi Lahan Berbeda

I MADE ADNYANA^{*)}, I MADE MEGA, I GUSTI PUTU RATNA ADI

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana

^{*)}Email: mdadnyana@unud.ac.id

ABSTRACT

Content of Essential Oils as Raw Materials for Medicine from Agarwood Plants (*Gyrinops versteegii*) in Various Soil Conditions.

Essential oil is one of the processed agarwood (*Gyrinops versteegii*) which is useful in the basic ingredients of perfume, cosmetics, and medicines. The purpose of this study was to determine the volume and chemical composition of essential oils in agarwood plants in different land conditions. This research was conducted through a hydrodistillation process and chemical component analysis using a Gas Chromatography Mass Spectrophotometer (GCMS). The materials used are samples of agarwood from different lands, namely: A (agarwood on land with *Regosol* in Klungkung Regency) and B (agarwood on land with *Latosol* in Tabanan Regency). The specimens of agarwood consisted of: (1) Sapwood, (2) *Kemedangan*. The results showed that the essential oil content of the sapwood and *kemedangan* agarwood from Tabanan was higher than that of the sap and *kemedangan* agarwood from Klungkung. The composition of the compounds contained in sapwood includes: 9-Octadecenoic acid, Trans-13-Octadecenoic acid, Eugenol, 1-Nonadecene, Propanedioic acid, phenyl-; 2-propanol, 1,1'-oxybis-; 1-Propanol, 2- (2-hydroxypropoxy); Cyclopentadecanone, 2-hydroxy-and Oleic acid.

Keywords: *essential oil, agarwood, different land*

PENDAHULUAN

Gaharu merupakan salah satu komoditi hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan merupakan komoditas ekspor, serta sumber pendapatan yang baik bagi masyarakat (Pasaribu dkk., 2013). Gaharu yang telah

diekspor ke Arab Saudi dari bulan Januari sampai bulan Juni 2016 lebih dari 10 ton dengan nilai lebih dari Rp 28 miliar, Selanjutnya, PT Idaman Polanusa mencatatkan kesepakatan untuk memasok 100 ton kayu gaharu selama setahun ke Arab Saudi (Ratnasari, 2016). Banyaknya kebutuhan gubal gaharu di

luar negeri disebabkan manfaat gaharu sangat banyak yaitu untuk farfum, kosmetik, obat-obatan dan untuk keperluan ritual agama (Akter, *et al.*, 2013).

Beberapa macam zat penting yang terkandung dalam global gaharu adalah : (-Agarofuran; Nor-ketoagarofuran, (-)-10-Eply-eudesmos, Agarospirol, Jinkohol, Jinkohol-ermol, Kusunol, Dihidrokaranone, Jinkohol II, Oxo-agarospirol⁸. Ahli lain menyatakan gaharu mengandung lebih dari 17 macam senyawa antara lain : noroxo-agarofuran, agarospirol, 3,4-dihidroxy, dihydroagarufuran, p-methoxy-benzylacetone, aquilochinigan (Tarigan, 2004).

Sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi industri, maka manfaat gaharu semakin luas. Negara Singapura, Cina, Korea, Jepang dan Amerika Serikat sudah mengembangkan gaharu sebagai bahan obat-obatan antara lain obat : penghilang stress, gangguan ginjal, hepatitis, sirosis, pembengkakan liver dan ginjal, bahan antibiotika untuk TBC, reumatik, kanker, malaria, radang lambung. Sebagai obat gaharu ini sudah digunakan di Tibet sejak Abad VIII. Menurut Raintree gaharu dapat dipakai sebagai obat anti asmaatik, anti mikroba,

stimulant kerja syaraf. Dalam khasana etnobotani di Cina gaharu digunakan sebagai obat : sakit perut, perangsang nafsu birahi, penghilang rasa sakit, kanker, diare, ginjal, tomur, paru-paru.

Seiring perkembangan ilmu dan teknologi gaharu tidak hanya dipasarkan sebagai produk bahan mentah saja, namun dapat dipasarkan sebagai hasil olahan berupa minyak gaharu. Minyak gaharu merupakan minyak atsiri yang diperoleh melalui proses penyulingan (*destilasi*). Menurut Anon. (2021) mengungkapkan bahwa minyak gaharu bermanfaat dalam untuk peribadatan, menenangkan pikiran, mengilangkan stress, membantu kecerdasan otak, meningkatkan libido, dan mengobati beberapa penyakit seperti penyakit asam lambung, anti rematik, anti asmaatik, anti mikrobia, sebagai antioksidan dan lain-lain. Mengingat betapa pentingnya manfaat minyak esensial gaharu, maka di pasaran harganyaupun cukup tinggi seperti minyak gaharu dari Kalimantan seharga Rp. 250.000 per 12 ml, minyak gaharu asli Papua Rp. 157.000.000 per liter (Conainthata, 2019).

Pembentukan gaharu tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain genetik pohon penghasil gaharu, mikroba penginduksi, lingkungan, dan

lamanya proses pembentukan gaharu. Gubal gaharu yang dapat terjadi saat patogen tertentu menginfeksi pohon penghasil gaharu. Respon pohon terhadap serangan patogen tersebut adalah dihasilkannya metabolit sekunder atau senyawa resin yang menyebabkan aroma wangi ketika dibakar (Sitepu, *et al.*, 2011). Faktor lingkungan yang cukup berpengaruh dalam pembentukan gaharu adalah kondisi lahan yang meliputi: iklim (curah hujan dan suhu), jenis tanah, karakteristik lahan (kemiringan lereng, kedalaman tanah, kesuburan tanah, dan sifat tanah lainnya). Mega & Supadma (2019), mengungkapkan bahwa faktor spesifik lokasi berpengaruh nyata terhadap peningkatan diameter batang, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap warna gubal, berat gubal dan kadar resin dalam gubal gaharu. Berat gubal dan kadar resin tertinggi diperoleh di Selemadeg timur sebesar 5.34 g dan 6,43%.

Volume minyak yang dihasilkan dari penyulingan tergantung dari type gaharu atau bahan yang disuling. Kemedangan gaharu dari jenis *Aquilaria malacensis* sebanyak 7 kg disuling menghasilkan minyak sebanyak 3,5 gr, sementara dari gubal dihasilkan 11,1 gr (Herliani, 2016).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang kandungan minyak esensial yang dapat digunakan sebagai bahan baku obat-obatan dari tanaman Gaharu (*Gyrinops versteegii*) pada kondisi lahan yang berbeda. Mengingat masing-masing lahan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi minyak pada tanaman penghasil gaharu. Disamping itu komponen kimia yang terkandung dalam minyak gaharu dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan. Penelitian sejalan dengan RIP Unud, dalam bidang kesehatan terutama sasaran produksi bahan baku obat, obat, isolate bahan alam obat, produk herbal alam terstandar dan fitofarmaka, produksi anti bodi monoclonal, dan vaksin.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di laboratorium Ilmu Tanah dan Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Udayana dan laboraorium Fitokimia dan laboratorium Penelitian Terpadu Fakultas MIPA Universitas Udayana. Waktu pelaksanaan mulai bulan Pebruari sampai dengan Oktober 2020 dari persiapan, pengambilan

sample, preparasi sample, analisis di laboratorium.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah sample kayu gaharu yang bersumber dari dua lokasi perkebunan gaharu yaitu : A). kayu gaharu dari lahan kebun gahaaru di Kecamatan Klungkung, kabupaten Klungkung; B) kayu gaharu dari lahan kebun gaharu di Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan. Disamping itu digunakan pula

sample tanah dari masing-masing lokasi tempat tumbuhnya gaharu (sampel tanah A (Tabanan) dan B (Klungkung). Bahan lain berupa zat-zat kimia yang digunakan dalam ekstraksi, fraksinasi dan analisis sample gaharu dan tanah di laboratorium.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Kjeldahl, spektrofotometer, alat penyulingan (Hydrodestilation), GCMS (Gass Chromatography Mass Spectrophotometre).

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi yang terdiri dari tahapan kegiatan sebagai berikut: pengambilan sample di lapangan,

pembuatan serbuk gaharu, proses penyulingan (destilasi), analisis komponen kimia dengan GCMS.

1. Pengambilan sampel kayu gaharu

Kayu gaharu yang digunakan sebagai sampel yang akan diambil minyak esensialnya adalah kayu gaharu yang telah berumur 15 tahun. Sample kayu gaharu ini berada di dua lokasi dengan kondisi lahan berbeda yaitu : sampel A adalah tanaman gaharu yang ditanam pada lahan kebun di wilayah Kecamatan Klungkung dengan jenis tanah Regosol), sampel B adalah tanaman gaharu yang ditanam pada lahan kebun gaharu di wilayah kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan dengan jenis tanah Latosol. Masing-masing lokasi diambil 1 pohon tanaman gaharu yang berdiameter lebih kurang 20-25 cm. Selanjutnya pohon gaharu dipotong-potong dan dijemur. Bagian gubal (bagian yang berwarna coklat sampai hitam) dipisahkan dari bagian kemedangan (warna putih sampai coklat muda).

2. Pengamatan kondisi lahan dan pengambilan sampel tanah

Pengamatan kondisi lahan dilaksanakan di dua lokasi berbeda yaitu : 1) lahan kebun gaharu di

wilayah Kecamatan Klungkung dengan jenis tanah Regosol, 2) Lahan kebun gaharu di wilayah kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan dengan jenis tanah Latosol. Masing-masing lokasi dilakukan pengamatan antara lain: kemiringan lereng, singkapan batuan, batuan dipermukaan, kedalaman tanah, morfologi profil tanah, dan data iklim (curah hujan dan suhu), dan lain-lain. Selanjutnya pada masing-masing lokasi diambil sampel tanah untuk dianalisis di laboratorium.

3. Analisis tanah

Sampel tanah yang diambil pada masing-masing lokasi dianalisis di laboratorium Ilmu Tanah dan Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Adapun jenis sifat tanah yang dianalisis adalah: tekstur tanah (metode pipet), N-total (Kjeldahl), P tersedia (Bray-1), K-tersedia (bray-1), C-organik (Walkley and Black), pH (elektrik electrode glas), KTK (NH₄OAc), kejenuhan basa (NH₄OAc).

4. Pembuatan serbuk gaharu

Sampel gaharu yang telah dipisahkan anatar gubal dan kemedangan masing-masing lokasi yang akan disuling dipotong-potong sekecil-

kecilnya untuk memudahkan proses penggilingan menjadi serbuk. Serbuk gubal gaharu yang terbentuk digiling hingga diperoleh serbuk berukuran 40-60 mesh

5. Penyulingan minyak atsiri

Cara penyulingan untuk mendapatkan minyak gaharu dapat dilakukan dengan sistem destilasi kukus atau sistem tekanan uap. Adapun proses penyulingan sistem destilasi kukus sebagai berikut.

- 1) Siapkan bahan baku dari kelas gubal atau kemedangan dalam serbuk kayu. Jumlah bahan bakunya disesuaikan dengan kapasitas alat berupa ketel penyulingan.
- 2) Masukkan bahan baku gaharu ke dalam ketel kukus.
- 3) Alirkan air ke dalam bagian ketel bahan.
- 4) Salurkan juga air ke dalam ketel pendingin dan tempatkan bejana pemisah air dengan minyak pada ujung pendingin.
- 5) Panaskan air yang ada pada ketel bahan tersebut dengan api dari arang, kayu, gas, minyak tanah, atau solar.
- 6) Setelah 8 jam dipanaskan, uap mulai terkondensasi di dalam

bejana pemisah air dan minyak. Selanjutnya minyak ditampung dengan botol atau bejana.

- 7) Kadar minyak dapat dihitung berdasarkan perhitungan : berat minyak dibagi berat bahan (kayu gharu) dikalikan 100%. Atau volume minyak per berat bahan baku.

6. Analisis komponen kimia dengan GCMS

Fraksi yang memiliki bobot terbesar digunakan untuk analisis komponen kimia menggunakan GCMS. Proses analisis dengan GCMS menggunakan metode ionisasi serangan elektron (EI) pada kromatografi gas GC-17A (Shimadzu) yang ditandem dengan spektrometer massa MS QP 5050A; kolom kapiler DB-5 ms (J&W) (silika $30\text{m} \times 250 \mu\text{m} \times 0.25 \mu\text{m}$); pada suhu kolom 50°C (0 menit) hingga 290°C pada laju peningkatan suhu $15^\circ\text{C}/\text{menit}$; gas pembawa adalah helium pada tekanan tetap 7.6411 psi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penyulingan (destilasi) kayu gharu dari dua kondisi lahan berbeda

disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 ditunjukkan bahwa rendemen minyak atsiri tertinggi diperoleh pada gubal gharu dari Marga (Tabanan), diikuti berturut-turut oleh gubal dari Klungkung, kemedangan dari Marga, dan terendah kemedangan dari Klungkung).

Hasil analisis tanah pada kondisi lahan berbeda yakni lahan di Marga (Tabanan) dan Klungkung disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2. ditunjukkan sifat fisik tanah terutama tekstur tanah berbeda antara tanah dari Marga (Lempung berliat) dengan Klungkung (Lempung liat berpasir) dan kandungan C-organik lebih tinggi di Marga daripada Klungkung.

Jenis tanah pada lahan gharu di Marga (Tabanan) tergolong tanah Latosol, sedangkan di Klungkung tanahnya tergolong tanah Regosol. Kondisi lahan di Marga (Tabanan) antara lain: lahan kering (tegalan), kemiringan lereng 8-15%, drainase baik, suhu rata-rata tahunan $25,3^\circ\text{C}$, curah hujan 2455 mm/tahun, tipe iklim C3, ketinggian tempat 200 mdpl. Lahan di Klungkung berupa lahan kering dengan kemiringan lereng 8-15%, drainase baik, suhu rata-rata tahunan $25,9^\circ\text{C}$, curah hujan 1784

mm/tahun, tipe iklim D2, ketinggian tempat 100 mdpl.

Hasil analisis komponen kimia minyak esensial yang dihasilkan dari kayu gaharu pada kondisi lahan berbeda

disajikan dalam bentuk kromatogram pada Gambar 1. dan interpretasi kromatogram disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Rendemen minyak atsiri kayu gaharu pada lahan berbeda

Sampel	Jumlah serbuk (gram)	Volume minyak (ml)	Volume minyak (ml/1000g)	Rendemen (%)	Rendemen rata-rata (%)
KLK 1K	300	0,1	0,33	0,033	0,035
KLK 2K	280	0,1	0,36	0,036	
MRG 1K	210	0,1	0,47	0,047	0,044
MRG 2K	246	0,1	0,41	0,041	
KLK 1G	278	0,13	0,47	0,047	0,049
KLK 2G	300	0,15	0,50	0,050	
MRG 1G	306	0,2	0,65	0,065	0,080
MRG 2G	315	0,3	0,95	0,095	

Keterangan :

KLK 1K	= kemedangan dari Klungkung 1
KLK 2 K	= kemedangan dari Klungkung 2
MRG 1K	= kemedangan dari Tabanan 1
MRG 1K	= kemedangan dari Tabanan 2
KLK 1G	= gubal dari Klungkung 1
KLK 2G	= gubal dari Klungkung 2
MRG 1G	= gubal dari Tabanan 1
MRG 2G	= gubal dari Tabanan 2

Tabel 2. Data analisis tanah lokasi penelitian

No	Analisis sifat tanah	Lokasi (lahan)			
		Marga 1	Marga 2	Klungkung 1	Klungkung 2
1	pH tanah	6,9 N	6,8 N	7,1 N	7,0 N
2	DHL	0,15 SR	0,19 SR	0,13 SR	0,30 SR
3	C-organik	9,18 ST	9,12 ST	1,33 R	1,35 R
4	N-total	0,05 SR	0,16 R	0,07 SR	0,08 SR
5	P-tersedia	5,62 SR	13,98 R	27,09 T	19,97 S
6	K- tersedia	166,99 S	172,30 S	187,09 S	197,91 S
7	KTK	20,98 S	23,83 S	36,51 T	34,95 T
8	KB	73,47 ST	99,99 ST	73,53 ST	87,42 ST
9	Kadar Air	7,05	6,36	13,39	15,74
10	Tekstur	Lempung berliat	Lempung berliat	Lempung berliat	Lempung liat berpasir

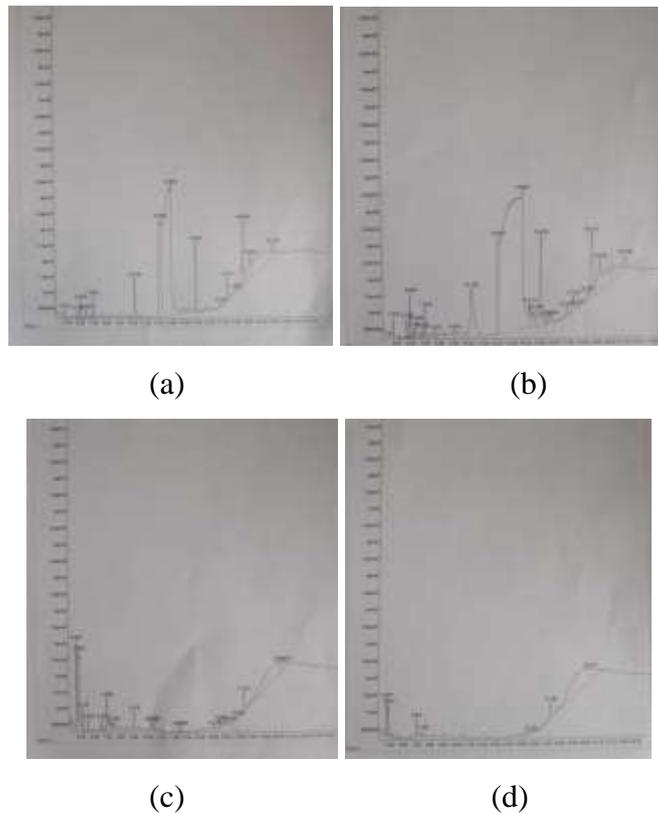
Keterangan :

N=	netral,	SR=	Sangat rendah,	R=	rendah,	S=	sedang,
T=	tinggi,	ST=	Sangat tinggi				

Tabel 3. Senyawa-senyawa kimia dalam kemedangan dan gubal gaharu pada kondisi lahan berbeda

No.	Nama senyawa	Waktu retensi (RT)	KLK K (a)	KLK G (b)	MRG K ©	MRG G (d)
1	2-propanol, 1,1'-oxybis-	4,648			++	++
2	1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)	4,844			++	++
3	Propanedioic acid, phenyl-	6,973				++
4	Eugenol	7,430		+	++	+
5	Cis-11-Hexadecenal	15,736	+	+	+	
6	Cyclopentadecanone, 2-hydroxy-					+
7	Oleic acid		+			+
8	9-Octadecenoic acid	17,283	+			+
9	1-Nonadecene		+	+		+++
10	Trans-13-Octadecenoic acid	17,287	+	+		+++
11	Cis-Vccenic acid		+	+		
12	Erucid acid	17,845	+			
13	Pyridne, 2,4 dimethyl-	18,426	+			
14	Dibenzyl phthalate	20,779		++		

Keterangan: + : sedikit, ++ : cukup, +++: banyak



Gambar 1. Chromatogram minyak esensial kemedangan dan gubal gaharu (a:kemedangan Klungkung, b: gubal Klungkung, c: kemedangan Tabanan, d: gubal Tabanan)

Pembentukan minyak esensial gaharu dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain: jenis dan umur dari pohon penghasil gaharu, jenis penginduksi pohon gaharu, dan lingkungan. Pohon penghasil minyak gaharu baik yang di Tabanan maupun di Klungkung sama jenis nya yaitu *Gyrinops versteegii*, umurnya juga sama 15 tahun dan inokulan penginduksi sama yaitu campuran jamur *Fusarium solani* dan *Rhizopus microsporus*. Sedangkan factor lingkungan yang berbeda yaitu dari jenis tanahnya (Marga/Tabanan) Latosol dan Klungkung Regosol), tanah di Marga lebih tua daripada tanah di Klungkung. Disamping itu sifat-sifat tanahpun berbeda antara lain tekstur di Marga lebih halus dari pada di Klungkung, C-organik lebih tinggi di Marga.

Berdasarkan hasil analisis kandungan minyak esensial pada Tabel 1 yang menunjukkan rendemen minyak esensial yang dihasilkan oleh tanaman gaharu di Marga Tabanan lebih tinggi dari rendemen minyak esensial yang dihasilkan oleh tanaman gaharu di Klungkung, baik pada kandungan pada kemedangan maupun pada gubal gaharu. Hal ini diduga disebabkan oleh lingkungan yang berbeda berupa kondisi lahan yang berbeda yang meliputi : iklim

(curah hujan dan suhu), ketinggian tempat, jenis tanah seta sifat-sifatnya..

Kondisi lahan di Marga Tabanan memberikan lingkungan yang lebih baik dalam pembentukan minyak atsiri (esensial) daripada lingkungan di Klungkung sehingga kandungan minyak atsiri di Marga lebih tinggi dari pada di Klungkung. Menurut Sumarna (2005) bahwa tempat tumbuh gaharu di hutan primer terutama di dataran rendah, lereng-lereng bukit sampai ketinggian 750 m diatas permukaan laut. Iklim daerah tumbuh tanaman penghasil gaharu adalah daerah panas dengan suhu rata-rata 32 °C dan kelembaban sekitar 70 %. Curah hujannya kurang dari 2.000 mm/tahun.

Komposisi senyawa yang terkandung dalam gubal gaharu antara lain : 9-Octadecenoic acid, Trans-13-Octadecenoic acid, Eugenol, 1-Nonadecene, Propanedioic acid, phenyl-; 2-propanol, 1,1'-oxybis-; 1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy); Cyclopentadecanone, 2-hydroxy-dan Oleic acid. Prosentase Senyawa Trans-13-Octadecenoic acid, 1-Nonadecene lebih banyak dari senyawa lainnya. Senyawa Eugenol lebih banyak pada kemedangan Tabanan dibandingkan dengan sampel lainnya (KLG G, KLG

K, MRG G). Beberapa di antara komponen ini bahkan juga memiliki karakter wangi yang diketahui merupakan konstituen minyak esensial dan digunakan secara komersil dalam industri parfum dan pengharum seperti vanillin, eugenol (Rhodes, 2008;). Selanjutnya Rhodes (2008) mengungkapkan Eugenol digunakan dalam pembuatan parfum, minyak esensial, dan obat-obatan. Senyawa ini digunakan untuk menghasilkan isoeugenol yang diperlukan untuk membuat vanilin yang juga merupakan bahan penting dalam obat-obatan dan industri parfum dan pengharum. Eugenol dan isoeugenol diturunkan dari prekursor lignin, yaitu asam ferulat ataupun koniferil alkohol. Komponen kimia minyak esensial gaharu yang lain adalah asam oleat (oleic acid) yang dihasilkan dari penyulingan kayu gaharu. Menurut para ahli mengungkapkan bahwa Asam oleat tersebut dapat menurunkan resiko serangan jantung, mengurangi kadar kolesterol lipoprotein densitas rendah, kadar trigliserida, dan tekanan darah (Lestari, 2019).

SIMPULAN

Rendemen minyak esensial yang dihasilkan dari tanaman gaharu pada

lahan Tabanan (Marga) lebih tinggi dari pada rendemen minyak yang dihasilkan tanaman gaharu pada lahan Klungkung. Rendemen minyak esensial yang dihasilkan dari gubal Tabanan (0,080%) dan kemedangan Tabanan (0,044%), gubal Klungkung (0,049%) dan kemedangan Klungkung (0,035%). Komposisi kimia minyak esensial baik dari gubal maupun kemedangan gaharu adalah; 9-Octadecenoic acid, Trans-13-Octadecenoic acid, Eugenol, 1-Nonadecene, Propanedioic acid, phenyl-; 2-propanol, 1,1'-oxybis-; 1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy); Cyclopentadecanone, 2-hydroxy-dan Oleic acid

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih banyak diucapkan kepada Dekan Fakultas Pertanian Universitas Udayana atas bantuan dana dan ijin yang diberikan, sehingga pelaksanaan penelitian ini dapat berlangsung dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Akter, S., Md.T. Islam, M. Zulkefeli and S.I. Khan. (2013). Agarwood Production A Multidisciplinary Field to be xplored in Bangladesh. *International Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*. P. 22-32

- Anonimus. (2021). 15 Manfaat Minyak Gaharu Asli untuk Kehidupan. Redaksi Manfaat. Redaksi Manfaat. <https://manfaat.co.id/manfaat-minyak-gaharu> (diunduh 6-2-2021)
- Conainthata, G. (2019). Sejumlah Manfaat dan Harga Jual Terbaru Minyak Gaharu. 29 Mei 2019
- Herliani. (2018). Analisis Volume Minyak Gaharu Tipe *Aquilaria malaccensis* L. pada Proses Penyulingan Minyak Gaharu. Proceeding Biology Education Conference, 15 (1): 743-749. Oktober 2018
- Lestari, R. (2019). Manfaat Asam Oleat untuk Menurunkan Risiko Serangan Jantung. Rona, Kesehatan Jantung. 13 Januari 2019.
- Mega, I M., and A.A.N. Supadma. (2019). Application Of Formulation Of Gaharu-C (Organic And Anorganic) Fertilizers In Gaharu Plant (*Gyrinops Versteegii*) On Specific Location In Tabanan Regency. *International Journal of Bioscience and Biotechnology*, VI(2): 22-27
- Pasaribu, G., T. K. Waluyo and G. Pari. (2015). Analysis Of Chemical Compounds Distinguisher For Agarwood Qualities. *Indonesian Journal of Forestry Research* 2(1): 1-7
- Pasaribu, G., T.K. Waluyo dan G. Pari. (2013). Analisis Komponen Kimia Beberapa Kualitas Gaharu dengan Kromatografi Gas Spektrometri Massa. *J. Penelitian Hasil Hutan*, 31(3): 181-185.
- Ratnasari, Y. (2016). 100 Ton Gaharu Indonesia Siap Diekspor ke Arab Saudi. Sumber: Antara. <https://tirto.id/100-ton-gaharu-indonesia-siap-diekspor-ke-arab-saudi-bsUn> (diunduh 17-9-2018)
- Rhodes, D. (2008). Secondary Products Derived from Aromatic Amino Acids: Eugenol and Isoeugenol. www.hort.purdue.edu. [20 Juni 2008].
- Sitepu, I. R., E. Santoso dan M. Turjaman. (2011). Identification of Eaglewood (Gaharu) Tree Species Susceptibility. Technical Report No. 1. R & D Centre for Forest Conservation and Rehabilitation Forestry Research and Development Agency (FORDA) Ministry of Forestry Indonesia
- Sumarna, Y. (2005). Strategi Budidaya dan Pengembangan Produksi Gaharu. Prosiding Seminar Nasional Gaharu, Seameo-Biotrop, Bogor, 1-2 Desember 2005. 86 hal.
- Tarigan, K. (2004). *Profil Pengusahaan (Budidaya) Gaharu*, Departemen Kehutanan, Pusat Bina Penyuluhan Kehutanan, Jakarta. 155 hal.