

ANALISIS BIAYA PENYULINGAN MINYAK GAHARU BUDIDAYA DI TENGGARONG, KALIMANTAN TIMUR

(Cost Analysis of Agarwood Oil Distillation From The Results of Cultivation Plant in Tenggarong, East Kalimantan)

Tien Wahyuni¹ & Helsa Yuliana²

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa,
Jl. A.W. Syahrani, Samarinda 75124. Telp. (0541) 206364, Faks. (0541) 742298

²Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman
Jl. KH. Dewantara, Samarinda, Telp. (0541) 749068, Faks. (0541) 735379
Email: yunitien@hotmail.com

Diterima 6 Maret 2020, direvisi 23 Juni 2021, disetujui 24 Juni 2021

ABSTRACT

One possible way to improve the value added of low quality agarwood (medang, sapuan, sabak) is by refining it to produce oil. Gaharu oil is used as raw material for several products such as raw material for perfumes, cosmetics and traditional medicines. This agarwood refining research aims to determine the oil yield, by products, to analyze the maximum cost, income and profit during one refining period in the household-scale refining industry. This research was conducted in the household scale agarwood oil refining industry located in Rempanga Village, Loa Kulu Tenggarong Subdistrict, Kutai Kartanegara Regency. The results of this study are expected to provide motivation to various parties to be able to utilize the quality of low-quality cultivated agarwood efficiently and optimally through product diversification by refining it to produce high-value agarwood oil. The observation procedure is carried out directly during the distillation process. Economic value is obtained by analyzing break even point (BEP) and maximum income. The results showed that the yield of agarwood oil was 0.07%. At the level of agarwood oil production of 30 milliliter (ml) per one production period with a selling price of Rp 250,000/ml will break even if the agarwood oil produced is 1.93 ml with a value of Rp 482,159.88 or Rp 16,071.99/unit (ml). The business profit at the production level of 30 ml of agarwood oil is Rp 3,616,830 (without sales of powdered waste and agarwood hydrosol) and Rp 8,316,830 (with sales of powdered waste and agarwood hydrosol).

Keywords: Distillation, agarwood oil, refined pulp, hydrosol, production costs

ABSTRAK

Salah satu usaha untuk meningkatkan nilai tambah gaharu mutu rendah (medang, sapuan, sabak) dengan penyulingan untuk menghasilkan minyak. Minyak gaharu dimanfaatkan sebagai bahan baku beberapa produk seperti bahan baku parfum, kosmetik, dan obat-obatan tradisional. Penelitian penyulingan gaharu ini bertujuan untuk mengetahui rendemen minyak, produk sampingan, menganalisis biaya, pendapatan dan keuntungan maksimum selama satu periode penyulingan pada industri penyulingan skala rumah tangga. Penelitian dilaksanakan di industri penyulingan minyak gaharu berskala rumah tangga yang terletak di Kelurahan Rempanga, Kecamatan Loa Kulu Tenggarong, Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan motivasi kepada berbagai pihak untuk dapat memanfaatkan kayu gaharu hasil budi daya berkualitas rendah seefisien dan semaksimal mungkin melalui diversifikasi produk dengan cara penyulingan untuk menghasilkan minyak gaharu bernilai tinggi. Prosedur pengamatan dilakukan secara langsung selama proses penyulingan. Nilai ekonomi diperoleh dengan menganalisis titik impas (BEP) dan pendapatan maksimum. Hasil penelitian menghasilkan rendemen minyak gaharu sebesar 0,07%. Pada tingkat produksi minyak gaharu sebanyak 30 mililiter (ml) per satu periode produksi dengan harga jual Rp 250.000/ml akan mencapai titik impas jika minyak gaharu yang dihasilkan sebanyak 1,93 ml dengan nilai sebesar Rp 482.159,88 atau Rp 16.071,99/ml (unit). Keuntungan usaha pada tingkat produksi 30 ml minyak gaharu sebesar Rp 3.616.830 (tanpa penjualan ampas serbuk dan hidrosol gaharu) dan sebesar Rp 8.316.830 (dengan penjualan ampas serbuk dan hidrosol gaharu).

Kata kunci: Penyulingan, minyak gaharu, ampas penyulingan, hidrosol, biaya produksi

I. PENDAHULUAN

Gaharu disebut juga dengan *Agarwood*, *Oud*, *Oodh*, *Agar*, atau *Aloeswood*. Gaharu dihasilkan dari pohon penghasil gaharu berupa gubal gaharu yaitu serat kayu yang mengandung sejenis resin berwarna kuning hingga coklat kehitaman (Azzarina, Mohamed, Lee, & Nazre, 2016). Terbentuknya resin akibat pohon terinfeksi oleh penyakit oleh cendawan atau jamur yang menyerang serat batang pohon (Dahham, Tabana, Sandai, Ahmed, & Majid, 2016; Mohamed, Jong, & Kamziah, 2014; Sen, Dehingia, Talukdar, & Khan, 2017; Xuan, Zang, Li, Gui-Xin, & Zheng-Tao, 2013). Resin ini menghasilkan aroma wangi yang khas, unik dan harum (Naef, 2011). Resin gaharu inilah yang menjadi bahan baku minyak gaharu yang dihasilkan melalui proses penyulingan atau distilasi (Kuswinanti, Rosmana, & Millang, 2014; Rudin, Zait, Roslan, & Zaid, 2015). Pada umumnya gaharu kualitas rendah digunakan sebagai bahan baku minyak gaharu. Untuk menghasilkan 1 liter minyak gaharu diperlukan 1000 hingga 1500 kilogram (kg) serbuk kayu gaharu (Sitepu, Santoso, Siran, & Turjaman, 2011).

Minyak gaharu digunakan sebagai bahan baku parfum yang berfungsi sebagai *fixatif* (pengikat minyak atsiri lainnya) dan kosmetik. Di samping itu, digunakan juga sebagai bahan baku obat tradisional Cina dan Korea, anggur obat dan berbagai produk lainnya (Hashim, Kerr, Abbas, & Salleh, 2016). Di Timur Tengah, minyak gaharu lebih mahal dibandingkan minyak cendana (Zohar & Lev, 2013).

Pada kurun waktu tahun 2000 s.d. 2014 terdapat 6 tempat penyulingan minyak gaharu yang berlokasi di kota Samarinda. Ketersediaan bahan baku serpihan atau serbuk gaharu menjadi alasan penting untuk keberlanjutan usaha ini. Upaya budi daya tanaman gaharu menjadi salah satu solusi untuk penyediaan bahan baku bagi industri penyulingan minyak gaharu yang berkelanjutan (López-Sampson & Page, 2018). Penanaman gaharu di Kalimantan Timur telah dilakukan sejak tahun 2003, bersamaan dengan program pemerintah yaitu Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GN-RHL atau Gerhan). Program tersebut didukung oleh Balai Penelitian Kehutanan, Samarinda berupa promosi penanaman gaharu dari tahun 2003–2006 di beberapa kabupaten di Kalimantan Timur, yaitu Kabupaten Berau, Malinau, Nunukan dan Pasir. Dalam program penanaman gaharu ini, jenis pohon penghasil gaharu yang ditanam seperti *Aquilaria malaccensis*, *A. microcarpa* dan *A. beccariana* (BPDAS Mahakam Berau, 2014). Program ini juga bertujuan untuk mendukung kebijakan rehabilitasi lahan kritis dan pemberdayaan

masyarakat di sekitar hutan. Di sisi lain pengembangan budi daya gaharu juga menjadi alternatif masyarakat agar tidak lagi memburu pohon penghasil gaharu yang tumbuh di hutan alam yang secara langsung dapat merusak hutan dan lingkungan (Departemen Kehutanan, 2007).

Beberapa penelitian tentang rendemen minyak gaharu menyimpulkan bahwa volume minyak gaharu yang dihasilkan sangat tergantung dari komposisi kelas kualitas bahan baku serbuk gaharu. Denok (2010) menyebutkan bahwa dari 20 kg serbuk gaharu (2 kg sapuan, 7 kg teri kulit, 8 kg serbuk, 3 kg sarang semut) dapat menghasilkan 62 ml minyak dalam satu kali proses penyulingan (rendemen 0,29%). Sementara dari hasil penelitian Herliani (2018), perbedaan volume minyak yang dihasilkan dari masing-masing tipe yaitu *Aquilaria malaccensis* L. dengan tipe kemedangan sebanyak 3,5 gram (g) atau $(3,5/0,92 = 3,8 \text{ ml})$ dan dengan tipe gubal sebanyak 11,1 g atau $(11,1/0,92 = 12,06 \text{ ml})$. Sementara biaya produksi minyak gaharu sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh harga bahan baku, waktu dan tempat pada saat penelitian dilaksanakan. Dari hasil penelitian yang dilaksanakan 11 tahun yang lalu oleh Aziza, H., Lahjie, A. M., dan Mardji, D. (2010), disebutkan bahwa jumlah biaya yang dikeluarkan pada penyulingan minyak dengan bahan baku campuran adalah sebesar Rp. 2.872.611 per-satu periode produksi (lama waktu penyulingan 15 sampai 18 jam) dengan nilai pendapatan dari produksi minyak sebanyak 62 cc adalah Rp. 3.172.000. Dengan produksi sebanyak itu, BEP dicapai pada harga Rp. 216.111 atau Rp. 3.485,66 per cc. Keuntungan maksimum usaha penyulingan minyak gaharu dicapai pada produksi 1.000 cc dengan nilai Rp. 4.027.000,-.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi rendemen minyak gaharu, besarnya biaya produksi dan pendapatan dan keuntungan maksimum yang akan diperoleh selama satu periode produksi minyak gaharu. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan motivasi kepada berbagai pihak untuk dapat memanfaatkan gaharu bermutu rendah secara efisien dan optimal melalui diversifikasi produk yang salah satunya dengan cara penyulingan dan potensi pemanfaatan limbah penyulingan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di industri penyulingan minyak gaharu berskala rumah tangga yang terletak di Kelurahan Rempanga, Kecamatan Loa Kulu Tenggara, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Konstruksi industri penyulingan ini dibangun pada tahun 2016 dengan luas lahan 288

m², luas bangunan penyulingan 120 m² dan kapasitas mesin penyulingan sebesar 43 kg. Selain melakukan penyulingan minyak gaharu, pemilik industri juga melakukan jual beli gaharu dalam bentuk bongkahan dan serpihan, sebagai hasil utama dari usaha gaharu budi daya dan gaharu alam. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Juli sampai dengan September 2019.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan serbuk gaharu (*Aquilaria malacensis* L.) dari berbagai kelas yaitu kelas medang, kelas sapuan atau ampas *carving* dan kelas sabak. Proses penyulingan selayaknya dilakukan pada bahan baku serpih dengan kelas mutu mulai dari kelas medang sampai dengan kelas sabak karena bila menggunakan bahan baku dengan kelas mutu yang lebih tinggi dari sabak (kelas sarang semut) yang memiliki harga lebih tinggi, maka tidak akan diperoleh nilai tambah. Hal ini didukung hasil penelitian Aziza, Lahjie dan Mardji (2010), bahwa perbedaan penggunaan bahan baku serpih dari kelas sarang semut dalam proses penyulingan yang dilakukan oleh Bapak Jailani di Jl. Gerilya, Samarinda 10 tahun yang lalu, menghasilkan kuantitas minyak suling yang dihasilkan lebih tinggi, namun kualitas minyak gaharu yang didapatkan dan harga jualnya lebih rendah. Sebaliknya bila menggunakan kelas mutu yang terlalu rendah yakni di bawah kelas medang, maka produktivitas akan rendah, sehingga proses menjadi tidak ekonomis. Oleh sebab itu, pada penyulingan minyak gaharu yang dilakukan di lokasi penelitian, dalam satu ketel suling menggunakan campuran bahan baku dari beberapa kualitas, yaitu yang terdiri dari tiga kelas gaharu: kelas medang, kelas sapuan atau ampas *carving* dan kelas sabak. Gambaran mengenai ketiga kelas bahan baku minyak gaharu yang digunakan dalam proses penyulingan saat ini ditampilkan pada Gambar 1.

Alat yang digunakan adalah 5 buah ketel penyulingan dan perangkatnya, kondensor, kompor pemanas, 5 buah tabung gas kecil (2,5 kg), alat cacah kayu, lantai penjemuran, bak penampung air, tabung penangkap minyak, labu titrasi dan corong pemisah minyak. Jumlah ketel yang dimiliki dan digunakan oleh industri ini adalah 5 buah, yaitu 4 ketel dengan kapasitas 5 kg dan 1 ketel dengan kapasitas 15 kg bahan baku gaharu. Artinya selama satu siklus penyulingan diperlukan bahan baku suling sebanyak 35 kg. Ketel yang digunakan terbuat dari bahan baja tahan karat (*stainless steel*). Alat penyulingan gaharu yang digunakan pada lokasi penelitian terdiri dari 5 buah ketel penyulingan dan perangkatnya, kondensor, kompor pemanas dan 5 buah tabung gas kecil seperti ditunjukkan pada Gambar 2

C. Prosedur Penelitian

1. Pelaksanaan Penyulingan Minyak Gaharu

Pelaksanaan penyulingan meliputi tiga tahap, yaitu: (a) persiapan bahan baku, (b) persiapan peralatan, dan (c) tahapan penyulingan.

a. Prosedur persiapan bahan baku penyulingan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1). Penebangan pohon gaharu budi daya;

Bahan baku serbuk minyak suling berasal dari batang pohon gaharu yang telah diinokulasi sekitar 6 bulan sampai 1 tahun. Penebangan pohon gaharu dilakukan setelah dilakukan pengecekan pada batang pohon dan dianggap telah mengandung aroma gaharu dengan cara uji manual.

2). Seleksi gaharu berdasarkan kualitas

Batang pohon gaharu yang telah ditebang diseleksi terlebih dahulu, dilakukan penyerutan (*carving*) untuk mendapatkan mutu gaharu berdasarkan kelas mutu. Gaharu dengan mutu yang paling bagus dijual secara utuh, sementara mutu menengah ke bawah digunakan sebagai bahan baku minyak suling.



a. Medang



b. Sapuan atau ampas *carving*



c. Sabak

Gambar 1. Bentuk bahan baku gaharu dengan tiga kelas kualitas
Figure 1. Agarwood raw material shapes in three quality classes



Gambar 2. Alat penyulingan minyak gaharu
Figure 2. Agarwood oil refining tools

3). Pencacahan gaharu dan penjemuran

Bahan baku serbuk yang telah diseleksi terdiri dari tingkatan mutu yaitu dari kelas medang, sapuan atau ampas *carving* dan kelas sabak. Sebelum disuling bahan tersebut terlebih dahulu dicacah dengan parang atau dipotong kecil-kecil kemudian dijemur selama 2 sampai 5 hari untuk mendapatkan serbuk kayu yang kering.

4). Penggilingan cacahan gaharu

Serbuk cacahan yang telah kering, selanjutnya digiling dengan mesin penggiling berkapasitas 500 kg/hari yang menggunakan bahan bakar solar dengan kebutuhan sebanyak 5 liter/hari. Serbuk cacahan tersebut menjadi serbuk butiran yang lebih kecil seperti biji padi, selanjutnya bahan baku serbuk tersebut siap untuk disuling.

b. Persiapan peralatan

Sebelum penyulingan, persiapan peralatan agar proses penyulingan berjalan sebagaimana mestinya yang dilakukan sebagai berikut:

- 1). Menyetel alat atau ketel penyulingan,
 - 2). Mengisi drum pendingin dengan air,
 - 3). Menyiapkan tabung gas,
 - 4). Menyetel pendingin atau kondensor di atas ketel suling dan
 - 5). Memasang separator atau pemisah air dan minyak kemudian pelaksanaan penyulingan.
- c. Tahapan penyulingan serbuk gaharu dilakukan sebagai berikut:
- 1). Memasukkan air ke dalam ketel kira-kira 8 cm di bawah saringan pemisah dengan bahan yang disuling.
 - 2). Memasang saringan pemisah dan memasukkan

bahan serbuk gaharu yang akan disuling.

- 3). Setelah terisi pasang tutup ketel suling dan pasang kondensor pendingin dan separator lalu nyalakan api pemanas.
- 4). Memperhatikan nyala api pada temperatur tertentu,
- 5). Setelah mendidih atur kecepatan tetesan air dari kondensor ke separator kira-kira sesuai dengan detak jarum jam atau tetesan. Proses penyulingan ini dilakukan selama kira-kira 48 jam.

2. Metode penyulingan

Metode penyulingan yang dilakukan merupakan metode pengukusan atau penyulingan manual. Proses penyulingan minyak gaharu secara manual dilakukan dengan cara merendam kayu gaharu dalam air kemudian memindahkannya ke dalam wadah untuk menguapkan air hingga minyak yang terkandung keluar ke permukaan wadah dan senyawa aromatik yang menguap dapat dikumpulkan secara terpisah (Dewan Atsiri Indonesia & IPB 2009). Pelaksanaan proses penyulingan selama 48 jam.

3. Rendemen minyak

Dari hasil penelitian Denok (2010), sebanyak 20 kg serbuk gaharu (2 kg sapuan, 7 kg teri kulit, 8 kg serbuk, 3 kg sarang semut) dapat menghasilkan 62 ml minyak dalam satu kali proses penyulingan (rendemen 0,29%). Hasil analisis volume minyak gaharu pada proses penyulingan diperoleh perbedaan minyak gaharu yang dihasilkan. Sementara dari hasil penelitian Herliani (2018), perbedaan volume minyak yang dihasilkan dari masing-masing tipe yaitu *Aquilaria malaccensis* L. dengan tipe kemedangan sebanyak 3,5 gr atau $(3,5/0,92 = 3,8 \text{ ml})$ dan dengan

tipe gubal sebanyak 11,1 gr atau $(11,1/0,92 = 12,06 \text{ ml})$.

4. Pengumpulan data sekunder biaya produksi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer yang diperoleh melalui wawancara dan observasi langsung di lapangan mencakup antara lain: jenis dan harga bahan baku gaharu yang digunakan, proses penyulingan minyak, biaya dan jumlah produksi selama satu periode produksi serta harga jual minyak dan ampas sisa penyulingan. Data sekunder diperoleh melalui pengumpulan data atau dokumen yang ada, baik dari kepustakaan, maupun informasi yang diperoleh dari lembaga terkait dalam keperluan penelitian.

D. Analisa Data

Komponen biaya penyulingan yang dikeluarkan selama satu periode produksi meliputi biaya tetap dan biaya variabel yang ditabulasikan ke dalam kelompok biaya (*cost*) dan selanjutnya dilakukan analisis titik impas (*break even point* - BEP). Biaya penyulingan minyak gaharu terdiri dari semua biaya yang dikeluarkan untuk mengolah gaharu sampai menghasilkan minyak gaharu. Biaya tersebut meliputi biaya tetap dan biaya tidak tetap (*variabel*). Biaya tetap meliputi: biaya penyusutan peralatan, biaya penyusutan rumah penyulingan dan listrik. Biaya variabel meliputi: bahan baku, bahan bakar, listrik, upah karyawan dan biaya pemeliharaan. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai BEP dalam unit dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{BEP unit} = \{ \text{TFC} / \text{P} - (\text{TVC}/\text{Q}) \} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{BEP unit} = (\text{Biaya tetap}) / (\text{Harga per unit} - \text{Biaya variabel per unit}) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan (*Remarks*):

- BEP_(q) = *Break even point*
- TFC = Total biaya tetap
- TVC = Total biaya variabel
- P = Harga jual per unit
- Q = Jumlah unit yang dihasilkan

Sementara rumus untuk menghitung BEP dalam rupiah adalah:

$$\text{BEP} = \{ \text{TFC} / 1 - (\text{TVC}/\text{S}) \} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{BEP Rupiah} = (\text{Biaya tetap}) / \text{Kontribusi margin per unit} / \text{Harga per unit} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan (*Remarks*):

- BEP_(p) = *Break even point*
- TFC = Total biaya tetap
- TVC = Total biaya variabel
- S = Total pendapatan

Selain menggunakan analisis BEP, studi ini juga menggunakan analisis terhadap keuntungan maksimum. Menurut Sukirno (1994), keuntungan maksimum akan diperoleh pada saat biaya marginal sama dengan keuntungan marginal atau dengan kata lain saat harga produk sama dengan keuntungan marginal ($P = MR$), maka keuntungan maksimum akan diperoleh dari tingkat produksi di mana biaya marginal sama dengan hasil penjualan marginalnya ($MC = MR$). Dalam bentuk grafik ditunjukkan dengan perpotongan kurva biaya marginal dengan garis harga.

E. Data Dasar untuk Analisis Biaya Penyulingan Minyak Gaharu

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku serpih yang disuling diperoleh dari pohon-pohon gaharu yang tumbuh secara alami di kebun-kebun milik masyarakat maupun pohon-pohon gaharu budi daya yang telah dilakukan inokulasi menggunakan jamur *Fusarium*. Dari bahan baku yang selama ini digunakan, hanya 15% yang dibeli dari pihak lain, selebihnya berasal dari pohon gaharu budi daya. Kegiatan penyulingan minyak gaharu juga sangat tergantung dari ketersediaan bahan baku.

Berdasarkan hasil penelitian, umur inokulasi juga mempengaruhi kualitas dan kuantitas gaharu sebagai bahan baku minyak suling, sehingga berpengaruh pula terhadap tingkat produksinya. Saat ini, bahan baku minyak suling yang digunakan berasal dari hasil inokulan di atas usia 6 bulan. Teknologi inokulasi yang sudah semakin maju, mempengaruhi kecepatan pemanenan dan ketersediaan bahan baku serbuk gaharu. Sementara dari hasil penelitian yang dilakukan 10 (sepuluh) tahun yang lalu (Humairo et al., 2010), menggunakan bahan baku dengan umur inokulasinya di atas 2 sampai 8 tahun.

2. Penyulingan Gaharu

Proses penyulingan minyak gaharu yang dilakukan dengan metode kukus (*water and steam distillation*) menghasilkan minyak, hidrosol (air destilat) gaharu dan ampas.

a. Rendemen minyak gaharu

Penyulingan gaharu di Tenggarong menghasilkan minyak dengan rendemen 0,07%. Rendemen tersebut lebih kecil dibanding hasil penelitian Denok (2010) dan Wetwitayaklung, Thavanapong, dan Charoenteeraboon (2009) yaitu berkisar 0,2%. Salah satu cara untuk meningkatkan rendemen dapat dilakukan dengan perlakuan perendaman bahan baku (gaharu) dengan air (Nor Azah et al., 2008; Fazila dan Halim, 2012; Jok, Radzi dan Hamid, 2015). Perlakuan perendaman selama 7 hari dapat meningkatkan

rendemen minyak gaharu dari 0,19% menjadi 0,27% (Mat Yusoff, Tajuddin, Hisyam dan Omar, 2015). Selanjutnya, Jok, Radzi, dan Hamid (2015) menyarankan perlakuan perendaman dilakukan selama 14 hari (2 minggu) agar dapat menghasilkan rendemen minyak optimum, hal ini disebabkan morfologi bahan baku berubah menjadi semakin porus sehingga minyak lebih mudah menguap.

Selain usaha meningkatkan rendemen minyak, proses penyulingan perlu diperhatikan juga mutu bahan baku gaharu yang digunakan. Hal ini berkaitan dengan nilai tambah yang dihasilkan. Penyulingan yang dilakukan di Tenggarong menggunakan bahan baku gaharu mutu medang, sapuan (*ampas carving*) dan sabak (Gambar 1). Penggunaan bahan baku gaharu mutu di atas sabak (mutu sarang semut) tidak akan diperoleh nilai tambah karena harga bahan baku lebih mahal, sebaliknya apabila menggunakan yang rendah di bawah mutu medang akan menghasilkan kualitas minyak rendah dan harga jualnya juga rendah (Aziza, Lahjie, dan Mardji, 2010).

Harga jual minyak gaharu di Tenggarong yang berasal dari bahan baku gaharu mutu medang, sapuan (*ampas carving*) dan sabak yaitu Rp. 250.000,-/ml.

b. Hidrosol gaharu

Hidrosol gaharu adalah produk sampingan berupa air yang dihasilkan selama proses penyulingan gaharu berlangsung, beraroma gaharu (Abdullah, L.N.H., & Moosa, 2010; D'Amato, Serio, Lopez & Paparella, 2017). Hidrosol beraroma sama dengan aroma minyak yang dihasilkan, hal ini disebabkan hidrosol mengandung senyawa-senyawa yang sama dengan minyak tetapi kadarnya sangat relatif kecil (Ndiaye et al., 2018). Dengan demikian kegunaan hidrosol gaharu relatif sama dengan gaharu atau minyak gaharu. Menurut Abdullah, L.N.H., & Moosa (2010), hidrosol gaharu digunakan untuk aromaterapi dan sedikit bersifat antioksidan, selanjutnya dapat digunakan juga sebagai anti kanker dan anti tumor (Abbas et al., 2013; Gameil et al., 2019).

Hidrosol gaharu dijual dengan harga Rp 50.000,-/botol kemasan 300 ml. Dalam setiap satu kali produksi dihasilkan 30 liter hydrosol gaharu (100 botol). Namun penjualan hydrosol gaharu tergantung permintaan pasar yang sifatnya tidak tetap.

c. Ampas penyulingan

Ampas sisa penyulingan berupa serbuk kayu gaharu dapat dimanfaatkan untuk bahan baku dupa, hio dan ratus dengan penambahan bahan-bahan adesif agar berubah bentuk menjadi pasta. Dupa digunakan pada ritual sembahyang agama Budha, Konghucu dan Hindu di negara-negara Asia Timur dan Asia Selatan (Kit, 2009). Permintaan ampas

tersebut berasal dari Probolinggo, Jakarta dan Bali dengan harga jual Rp. 15.000,- hingga Rp. 20.000,-/kg.

F. Biaya Produksi

Beberapa asumsi yang digunakan dalam perhitungan usaha ini adalah sebagai berikut: kapasitas ketel (1), Penyulingan dilakukan setiap 3 (tiga) hari sekali, sehingga frekuensi penyulingan dalam sebulan adalah sebanyak 10 kali penyulingan. Asumsi perhitungan hasil penyulingan dalam kondisi bahan baku serpih gaharu tersedia sesuai kelas mutu seperti disebutkan sebelumnya: 1 buah ketel dengan kapasitas 5–7 kg akan menghasilkan rata-rata 5 ml setiap kali penyulingan, dengan 4 buah ketel berarti akan menghasilkan 20 ml setiap kali penyulingan. Ditambah 1 buah ketel dengan kapasitas 15 kg akan menghasilkan rata-rata 10 ml, sehingga dengan 5 buah ketel tersebut jika bekerja bersama-sama akan menghasilkan 30 mL setiap kali penyulingan. Saat ini produksi minyak gaharu belum stabil karena sedang merencanakan penambahan ketel, alat-alat lainnya dan perluasan usaha. Target produksi minimal yang direncanakan adalah $30 \text{ ml} \times 10 = 300 \text{ ml/bulan}$.

Dalam proses penyulingan menggunakan bahan bakar gas (tidak lagi menggunakan minyak tanah dan solar). Selama penyulingan satu siklus diperlukan 3 (tiga) buah tabung gas kecil berwarna hijau kapasitas 2 kg (harga Rp. 25.000,-) untuk setiap ketel. Selama 1 siklus penyulingan, jika semua berproduksi (5 ketel x 3 tabung = 15 tabung gas kecil), atau 1 tabung gas kapasitas 15 kg (harga Rp. 150.000,-) untuk 2 kali siklus produksi. Proses penyulingan dilakukan setiap bulan, dengan 15 hari kerja dalam sebulan, umur ekonomis mesin produksi dan bangunan pabrik 20 tahun.

1. Investasi

Investasi yang dikeluarkan adalah:

- a. Ketel penyulingan kapasitas 7 kg sebesar Rp 11.000.000,- (4 x Rp 11.000.000,- = Rp 44.000.000,-); ketel penyulingan kapasitas 15 kg sebesar Rp 18.000.000,-. Total investasi 5 ketel penyulingan sebesar Rp 62.000.000,-.
- b. Drum pendingin sebesar Rp. 4.200.000,-.
- c. Mesin giling kayu Rp 17.000.000,- dan mesin penyedot air 2 buah dan pipa-pipa Rp. 2.000.000,-
- d. Bangunan gudang permanen dan rumah penyulingan Rp 133.000.000,-.
- e. Pemakaian listrik per bulan Rp 1.000.000,-.

2. Komponen analisis biaya

Biaya penyulingan minyak gaharu terdiri dari semua biaya yang dikeluarkan untuk mengolah gaharu sampai menghasilkan minyak gaharu. Komponen biaya tersebut meliputi:

Tabel 1. Komponen biaya penyulingan gaharu dalam satu periode penyulingan
Table 1. Gaharu refining cost components in one refining cycle

No.	Komponen biaya (<i>Cost Component</i>)	Biaya (<i>Cost, Rp.</i>)	Metode perhitungan (<i>Calculation method</i>)
1.	Biaya penyusutan mesin produksi dan peralatan (<i>Depreciation costs for production machinery and equipment</i>)	Rp. 31.110,-	Metode garis lurus (<i>Straight-line depreciation</i>), yang mana laju depresiasi tiap tahun adalah sama.
2.	Biaya penyusutan bangunan gudang permanen dan rumah penyulingan (<i>Depreciation costs for permanent warehouse buildings and refineries</i>)	Rp. 48.679,-/siklus	Metode perhitungan yang digunakan adalah metode garis lurus (<i>Straight-line depreciation</i>).
3.	Biaya listrik (<i>Electricity cost</i>)	Rp. 100.000,-/siklus	Biaya listrik digolongkan menjadi biaya tidak tetap dan biaya tetap (<i>Electricity costs are classified into variable costs and fixed costs.</i>)
4.	Biaya bahan baku (<i>Raw material cost</i>)	Medang dihargai Rp. 50.000,-/kg, sapan dihargai Rp. 150.000,-/kg dan sabak dihargai Rp. 200.000,-/kg	Harga ditentukan oleh kelas kualitas (<i>the price is determined by the quality class</i>)
5.	Biaya bahan bakar (<i>Fuel cost</i>)	Rp. 386.714,-/siklus	
6.	Upah karyawan (<i>Employee wages</i>)	Rp. 150.000,-/orang/hari kerja	
7.	Biaya pemeliharaan (<i>Maintenance cost</i>)	Rp. 500.000,-/bulan	

Biaya yang dikeluarkan karena susutnya nilai suatu aset dalam produksi adalah mesin giling, parang, drum dan satu set alat suling yaitu berupa ketel penyulingan, pendingin, penampung kondensasi dan kompor yang dihitung dengan menggunakan metode garis lurus (*straight-line depreciation*), yang mana laju depresiasi tiap tahun adalah sama. Biaya penyusutan bangunan gudang permanen dan rumah penyulingan dikeluarkan dengan asumsi umur ekonomis adalah 20 tahun. Metode perhitungan yang digunakan adalah metode garis lurus (*straight-line depreciation*). Biaya listrik digolongkan menjadi biaya tidak tetap dan biaya tetap. Digolongkan menjadi biaya tidak tetap ketika listrik digunakan selama proses produksi berlangsung. Namun akan menjadi biaya tetap jika proses produksi sedang tidak berjalan. Harga bahan baku gaharu dengan berbagai kualitas mulai dari harga Rp. 50.000,- – Rp. 200.000,-/kg. Medang dihargai Rp. 50.000,-/kg, sapan dihargai Rp 150.000,-/kg dan sabak dihargai Rp. 200.000,-/kg. Pengusaha menggunakan bahan bakar gas untuk proses penyulingan dan menggunakan solar untuk mesin penggiling kayu.

Jumlah karyawan bagian produksi minyak suling gaharu sebanyak 2 orang, di mana masing-masing karyawan diupah sebesar Rp. 150.000,-/hari kerja. Biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan terhadap peralatan yang digunakan dalam proses penyulingan sebesar Rp. 500.000,-/bulan. Biaya-biaya di atas dikelompokkan ke dalam biaya tetap dan biaya tidak tetap yang disajikan pada Tabel 2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian, maka diketahui besarnya biaya penyulingan minyak gaharu dengan menggunakan bahan baku dari berbagai kualitas gaharu setiap satu periode produksi sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Selain minyak suling gaharu yang menjadi produk utama dalam industri ini, juga didapatkan hasil keuntungan lainnya dari beberapa produk tambahan dari proses produksinya yaitu dari penjualan ampas serbuk kayu dan hidrosol gaharu. Besarnya pendapatan yang diperoleh selama satu periode produksi dari berbagai produk utama dan tambahan disajikan secara rinci pada Tabel 3.

Tabel 2. Biaya penyulingan minyak gaharu dengan menggunakan bahan baku dari berbagai kualitas gaharu setiap satu periode produksi**Table 2. Distillation cost of agarwood oil made from various agarwood quality for one production cycle**

Komponen (Component)	Nilai dalam Rupiah (Value in Rp./cycle)
Biaya bahan baku (variable cost) (VC)	
Sabak 3 kg (@ Rp 200.000,-/kg)	600.000
Sapuan atau ampas <i>carving</i> 12 kg (@ Rp 150.000,-/kg)	1.800.000
Medang 20 kg (@ Rp 50.000,-/kg)	1.000.000
Gas (<i>Liquid gas</i>)	375.000
Solar (<i>Diesel oil</i>)	1.714
Listrik (<i>Electricity</i>)	10.000
Upah karyawan (<i>Employee wages</i>)	900.000
Biaya pemeliharaan (<i>Maintenance cost</i>)	16.667
Jumlah	4.703.381
Biaya tetap (fixed costs) (FC)	
Biaya penyusutan mesin/peralatan (<i>Machine/equipment depreciation costs</i>)	31.110
Biaya penyusutan rumah suling (<i>the distilled house depreciation costs</i>)	48.679
Listrik (<i>Electricity</i>)	100.000

Tabel 3. Komponen produk dan harga jual hasil penyulingan minyak gaharu dengan menggunakan bahan baku dari berbagai kualitas gaharu dalam satu siklus periode produksi**Table 3. Product components and selling prices of eaglewood oil distillation using raw materials of various quality of eaglewood in one production period cycle**

Komponen (Component)	Harga Jual (Selling Price)	Nilai dalam Rupiah (Value in Rp)
Minyak gaharu 30 ml (<i>Eaglewood oil</i>)	250.000,-/ml	7.500.000
Ampas serbuk kayu gaharu 35 kg (<i>Aloes powder dregs</i>)	20.000,-/kg	700.000
Hidrosol 100 botol (<i>Hydrosol</i>)	50.000,-/btl	5.000.000
Jumlah pendapatan		13.200.000

A. Analisis BEP

Hasil perhitungan terhadap komponen produksi dapat diperoleh nilai total biaya tetap (FC) yang meliputi penyusutan mesin produksi, penyusutan rumah penyulingan dan listrik; biaya variabel total (VC) diperoleh dari jumlah biaya bahan baku, biaya bahan bakar, listrik, upah karyawan, dan biaya pemeliharaan sedangkan biaya total (TC) adalah jumlah dari FC dan VC (Tabel 4).

Pada penelitian ini tidak dilakukan perhitungan biaya penyulingan minyak gaharu dari bahan baku masing-masing kelas kualitas. Karena untuk kelas sabak yang memiliki kualitas tertinggi dari semua bahan baku kayu serpihan gaharu, tidak tersedia jumlah yang diperlukan dalam satu kali penyulingan. Selain itu, karena nilai jual sabak cukup tinggi, sehingga tidak ekonomis dilakukan penyulingan dengan satu kelas tunggal. Meskipun dari penelitian

yang ada pernah dilakukan penggunaan bahan baku secara tunggal dari kelas sapuan dan teri kulit yang memberikan keuntungan yang tinggi (Humairo et al., 2010).

Dari hasil analisis terhadap biaya-biaya FC dan VC tersebut dapat diperoleh nilai-nilai BEP dan keuntungan (Tabel 5). Nilai-nilai pada Tabel 5 memberikan arti bahwa pada tingkat produksi minyak gaharu sebanyak 30 ml per satu periode produksi dengan harga jual Rp. 250.000,-/ml akan mencapai titik impas jika minyak gaharu yang dihasilkan sebanyak 1,93 ml dengan nilai sebesar Rp. 482.159,88,- atau Rp. 16.071,99,-/ml (unit). Keuntungan usaha pada tingkat produksi 30 ml minyak gaharu (tanpa penjualan hidrosol) adalah sebesar Rp. 3.616.830,- (tanpa penjualan ampas serbuk dan hidrosol) dan sebesar Rp. 8.316.830,- (dengan penjualan ampas serbuk dan hidrosol).

Tabel 4. Biaya-biaya dan nilai penjualan minyak gaharu dengan bahan baku dari berbagai kualitas selama satu periode produksi

Table 4. Costs and sales value of agarwood oil made of various quality raw material for one production cycle

Jenis biaya (Cost Type)	Nilai dalam Rupiah (Value in Rp)
Biaya tetap (Fixed cost, FC)	179.789
Biaya variabel (Variable cost, VC)	4.703.381
Biaya total (Total cost, TC)	4.883.170
Volume produksi (Production volume or quantity, Q) 30 ml	
Harga jual (Price, P)	250.000
Jumlah pendapatan (tanpa penjualan ampas serbuk dan hidrosol) (Total revenue, without sales of powdered pulp and hydrosol)	7.500.000
Jumlah pendapatan* (Total revenue, with sales of powdered pulp and hydrosol)	13.200.000

Keterangan (remarks)* : termasuk penjualan ampas dan hidrosol (It is include powder pulp and hydrosol sales)

Tabel 5. Nilai BEP (q), BEP (Rp), BEP (unit), dan keuntungan pada penyulingan minyak gaharu pada berbagai kualitas bahan baku dalam satu periode produksi

Table 5. BEP (q), BEP (Rp), BEP (unit) Value, and advantages from distillation of agarwood oil with various raw materials in one production cycle

Titik Impas (Break Even Point - BEP) dan Keuntungan (profit)	Nilai dalam Rupiah (Value in Rp)
BEP (q) (ml)	1,93
BEP (Rp)	482.159,88
BEP setiap unit (Rp)	16.071,99
Keuntungan (Rp) (tanpa penjualan ampas serbuk dan hidrosol) (Profit in Rp, without sales of powdered pulp and hydrosol)	3.616.830
Keuntungan (Rp) (dengan penjualan ampas serbuk dan hidrosol) (Profit in Rp, with sales of powdered pulp and hydrosol)	8.316.830

Penjualan minyak gaharu berdasarkan adanya permintaan dari pasar dengan harga jual saat ini (2019 dan 2020) adalah Rp. 250.000,-/ml (harga partai, jika penjualan di atas 10 ml) dan harga eceran Rp. 300.000,-/ml. Namun harga minyak gaharu bervariasi yang ditentukan oleh warnanya. Minyak gaharu berwarna merah, harga jual Rp. 250.000,-/ml, kuning Rp. 300.000,-/ml dan hijau Rp. 350.000,-/ml. Hingga saat ini, pengusaha belum mengalami kendala dalam hal pemasaran dikarenakan permintaan akan minyak gaharu tidak pernah surut. Para pembeli kebanyakan berasal dari orang-orang keturunan Arab dan seringkali pembeli datang langsung untuk mendapatkan minyak gaharu. Gaharu yang memiliki *grade* atau kelas kualitas tinggi dan minyak gaharu berkualitas tinggi memiliki pangsa pasar tersendiri yaitu masyarakat Arab menengah ke atas atau para bangsawan. Sementara gaharu tiruan atau gaharu tembak (sanai) dan minyak gaharu kelas rendah digunakan oleh masyarakat kelas sosial menengah ke bawah.

Dengan rendemen minyak gaharu sebesar 0,07%, pada tingkat produksi minyak gaharu sebanyak 30 mililiter (ml) per satu periode produksi yang dijual dengan harga Rp. 250.000,-/ml akan mencapai titik impas jika minyak gaharu yang dihasilkan sebanyak 1,93 ml dengan nilai sebesar Rp. 482.159,88,- atau Rp. 16.071,99,-/ml (unit). Keuntungan usaha pada tingkat produksi 30 ml minyak gaharu sebesar Rp. 3.616.830,- (tanpa penjualan ampas serbuk dan hidrosol gaharu) dan sebesar Rp. 8.316.830,- (dengan penjualan ampas serbuk dan hidrosol gaharu).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penyulingan gaharu berbahan baku gaharu mutu sedang, sapan (ampas *carving*) dan sabak menghasilkan minyak dengan rendemen 0,07%. Selain minyak gaharu, produk sampingan berupa ampas penyulingan dan hidrosol mempunyai nilai jual dan laku di pasaran. Jumlah biaya yang dikeluarkan pada penyulingan minyak dengan bahan baku campuran adalah sebesar Rp. 4.883.170,- per satu

periode produksi (lama waktu penyulingan 48 jam sampai 72 jam) dengan nilai pendapatan dari setiap kali produksi minyak sebanyak 30 ml adalah Rp. 8.200.000,-. Dengan produksi sebanyak itu, BEP dicapai pada harga Rp. 482.159,88,- atau Rp. 16.071,99,-/ml (unit).

Pemanfaatan bahan baku kayu gaharu berkualitas rendah sebagai hasil terendah dari seleksi kayu gaharu yang dipanen, masih memberikan harapan keuntungan yaitu dengan memprosesnya sebagai bahan baku minyak suling. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang proses pengolahan hasil sampingan seperti ampas serbuk dan hidrosol gaharu sebagai diversifikasi produk untuk memberi nilai tambah bagi industri penyulingan minyak gaharu tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Syafruddin, Direktur PT Rajakaras Kalimantan Utara (RKU) yang berlokasi di Tenggarong, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur yang memberi pengarahan di lapangan.

KONTRIBUSI PENULIS

Ide, desain, dan rancangan percobaan dilakukan oleh TW; percobaan dan perlakuan pengujian dilakukan oleh TW dan HY; pengumpulan data dan analisis data dilakukan oleh TW dan HY; penulisan manuskrip oleh TW dan HY; perbaikan dan finalisasi manuskrip dilakukan oleh TW.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, P., Hashim, Y.Z.H.Y., Amid, A., Salleh, H.M., Jamal, P., & Jaswir, I. 2013. Anticancer potential of agarwood distillate. *Proceedings of the International Conference on Biotechnology Engineering, ICBiOE'13*. July 2-4, 2013, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Abdullah, L.N.H., & Moosa, S. (2010). Characterisation of gaharu hydrosol microbiological properties. *Conference Research and Development Seminar 2010*, Bangi (Malaysia), 12-15 Oct 2010.
- Azah N. M.A., Chang, Y.S., Mailina J., Abu Said, A.A., Majid, A.J., Husni, S.S., Nor Hasnida, N.H., & Yasmin, N. Y. (2008). Comparison of chemical profiles of selected gaharu oils from Peninsular Malaysia. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 12(2) 338 - 340.
- Aziza, H., Lahjie, A. M., & Mardji, D. (2010). Analisis biaya penyulingan minyak gaharu dan produk sampingannya pada industri rumah tangga di Samarinda. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida*,

3(2), 128–139.

- Azzarina, A. B., Mohamed, R., Lee, S. Y., & Nazre, M. (2016). Temporal and spatial expression of terpene synthase genes associated with agarwood formation in *Aquilaria malaccensis* Lam. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 46(1), 12-22.
- BPDAS Mahakam Berau. (2014). Rencana eknik rehabilitasi hutan dan lahan Daerah Aliran Sungai (RTk-RHL DAS) Tahun 2014-2029 Wilayah BPDAS Mahakam Berau. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- D'Amato, S., Serio, A., López, C.C., & Paparella, A. (2017). Hydrosols: Biological activity and potential as antimicrobials for food applications. *Food Control*, 86, 126-137. doi: 10.1016/j.foodcont.2017.10.030.
- Dahham, S., Tabana, Y., Sandai, D., Ahmed, M., & Majid, A. (2016). In vitro anticancer and antiangiogenic activity of essential oils extracts from agarwood *Aquilaria crassna*. *Medical Aromatherapy Plants*, 5, 256–268.
- Denok, M. 2010. *Analisis finansial kelayakan usaha tani gaharu*. (Skripsi Sarjana). Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Departemen Kehutanan. (2007). Pedoman teknis Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GN-RHL/Gerhan). Departemen Kehutanan.
- Dewan Atsiri Indonesia & IPB. (2009). Minyak atsiri Indonesia. Diakses dari <http://www.minyakatsiriindonesia.wordpress.com/atsiri/> pada tanggal 10 Jan 2012
- Fazila, K.N., & Halim, K.H.K. (2012). Effects of soaking on yield and quality of agarwood oil. *Journal of Tropical Forest Science*, 24(4) 557–564.
- Gameil, A.H.M., Hashim, Y.Z.H.Y., Zainurin, N.A.A., Salleh, H.M., & Abdullah, N.S. (2019). Anticancer potential and chemical profile of agarwood hydrosol. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 15(5),761-766.
- Hashim, Y. Z. H.-Y., Kerr, P. G., Abbas, P., & Salleh, H. M. (2016). *Aquilaria* spp. (agarwood) as source of health beneficial compounds: A review of traditional use, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 189, 331–360.
- Herliani. (2018). Analisis volume minyak gaharu tipe *Aquilaria malaccensis* L. pada proses penyulingan minyak gaharu. *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1) 743-749.

- Jok, V.A., Radzi, N.C., Hamid, K.H.K. (2015). Agarwood oil yield as a result of changes in cell morphology due to soaking process. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 2443 – 2450.
- Kit, T. I. (2009). *Minyak atsiri*. PT Trubus Swadaya.
- Kuswinanti, T., Rosmana, A., & Millang, D. S. (2014). Tentative identification of fungal isolates associated with *Aquillaria* spp. from remaining forest areas in Nunukan Regency, North Kalimantan. *International Asian Research Journal*, 2(2), 28–36.
- López-Sampson, A., & Page, T. (2018). History of use and trade of agarwood. *Economic Botany*, 72 (1), 107–129.
- Mohamed, R., Jong, P. L., & Kamziah, A. K. (2014). Fungal inoculation induces agarwood in young *Aquilaria malaccensis* trees in the nursery. *Journal of Forestry Research*, 25(1), 201–204.
- Naef, R. (2011). The volatile and semi-volatile constituents of agarwood, the infected heartwood of aquilaria species: A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 26(2), 73–87.
- Ndiaye, E.H.B., Diop, M.B., Gueye, M.T., Ndiaye, I., Diop, S.M., Faucon, M.L., & Lognay, G. (2018). Characterization of essential oils and hydrosols from Senegalese *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. *Journal of Essential Oil Research*, 30 (2), 131-141. doi: 10.1080/10412905.2017.1420 554
- Abidin, Z., Zamri, Fikri, A., Fifadli, M.A., Hamizan, M.S., Hafizulfikry, M., & Iskandar, M.Z. (2015). Hydro-distillation process in extracting of agarwood essential oil. In *Technology and Innovation National Conference* (pp. 203–2011). Kuching: Politeknik Mukah Sarawak Malaysia. doi: 10.13140/RG.2.1. 20 91.0168
- Sen, S., Dehingia, M., Talukdar, N. C., & Khan, M. (2017). Chemometric analysis reveals links in the formation of fragrant bio-molecules during agarwood (*Aquilaria malaccensis*) and fungal interactions. *Scientific Reports*, 7, 44406.
- Sitepu, I. R., Santoso, E., Siran, S. A., & Turjaman, M. (2011). Fragrant wood gaharu: when the wild can no longer provide. *Report Program ITTO PD425/06 Rev. 1 (I): Production and Utilization Technology for Sustainable Development of Gabaru in Indonesia*.
- Sukirno, S. (1994). *Pengantar teori ekonomi makro*. Jakarta. Penerbit Raja Grafindo.
- Xuan, L.I.U., Zhang, B.F., Li, Y.A.N.G., Gui-Xin, C.H.O.U., & Zheng-Tao, W.A.N.G. (2013). Two new chromones and a new flavone glycoside from *Imperata cylindrica*. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 11(1), 77-80.
- Wetwitayaklung, P., Thavanapong, N., & Charoenteeraboon, J. (2009). Chemical constituents and antimicrobial activity of essential oil and extracts of heartwood of *Aquilaria crassna* obtained from water distillation and supercritical fluid carbon dioxide extraction. *Silpakorn U Science & Tech*, 3(1), 25-33.
- Yusoff, M.N.A., Tajuddin, S.N., Hisyam, A., & Omar, M.A.A. (2015). Production of agarwood essential oil: study on effectiveness pre-treatment technique of hydrodistillation extraction. *Borneo Journal of Resource Science and Technology*, 5(2), 62-69.
- Zohar, A., & Lev, E. (2013). Trends in the use of perfumes and incense in the Near East after the Muslim conquests. *Journal of the Royal Asiatic Society*, 23(1), 11–30.