



SEMINAR NASIONAL LAHAN KERING KE-5  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN HIDUP  
UNIVERSITAS LAMPUNG



Alamat: Gedung Rektorat Lantai.5, Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145  
Telp: 082278231661, E-mail: puslitbang.lingkungan@kpa.unila.ac.id

**LETTER OF ACCEPTANCE (LOA)**

Nomor: 082/SEMNAS.LK-5/LPPM/VIII/2019

Kepada Yth.

**Pemakalah Seminar Nasional**

Di Tempat

Dengan hormat,

Menindaklanjuti pengiriman abstrak Saudara kepada panitia Seminar Nasional Lahan Kering Ke-5 Universitas Lampung, bahwa artikel berikut:

Judul : **MODEL PENYULINGAN MINYAK ATSIRI JAHE MERAH BERBASIS PRODUKSI BERSIH**

Authors : **A Azalia, TP Utomo, E Suroso, S Hidayati, P Yuliandari, DAJ Zoen**

Kategori : **Mahasiswa**

Maka kami menyampaikan selamat bahwa abstrak Saudara dinyatakan **DITERIMA** untuk disampaikan dalam bentuk **Oral** pada Seminar Nasional Lahan Kering Ke-5 Universitas Lampung yang akan dilaksanakan pada 9-11 September 2019. Berkaitan dengan hal tersebut kami mohon Saudara untuk mengirimkan makalah lengkap paling lambat tanggal 4 September 2019, dan membayar biaya seminar sesuai kategori ke No. Rekening 114-0010-5037-56 Bank Mandiri, cabang Kedaton, Bandar Lampung, a.n. Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., bukti transfer dikirimkan ke email panitia: Puslitbang.lingkungan@kpa.unila.ac.id.

Demikian pemberitahuan kami, atas kerjasamanya diucapkan terimakasih.

Bandar Lampung, 28 Agustus 2019

Ketua Pelaksana,



Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.

# Model Penyulingan Minyak Atsiri Jahe Merah Berbasis Produksi Bersih

Ailsa Azalia<sup>(1)</sup>, Tanto Pratondo Utomo<sup>(2)</sup>, Erdi Suroso<sup>(3)</sup>, Sri Hidayati<sup>(4)</sup>, Puspita Yuliandari<sup>(5)</sup>, Deary Amethy Zahrotinufus Joen<sup>(6)</sup>

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35141

\*email korespondensi: [ailsa.azaliaa@gmail.com](mailto:ailsa.azaliaa@gmail.com), [utomo.tanto@gmail.com](mailto:utomo.tanto@gmail.com), [erdisuroso@gmail.com](mailto:erdisuroso@gmail.com)

**Abstract.** Ginger essential oil is one of the products that provided a role for the Indonesian economy. The main components of ginger essential oils such as zingiberen, gingerol, shagaol, and resin cause a distinctive aroma and can be used for raw materials of various types of products both food and non-food. Ginger essential oil distillation industry was not reached the optimal process so it still produced both solid and liquid waste. The purpose of this study was to designed the improvement to the process of producing ginger essential oil through a clean production approach to optimized production and utilize the resulting waste. The method that used in this study are the identification of materials and energy with a MET matrix, testing the quality of fresh raw materials, dry raw materials and both solid and liquid waste, identification of the utilization of these wastes through a literature review. The results showed that the water content of fresh red ginger was 70.48% and dry red ginger was 9.9% (wet basis). The essential oil content of fresh red ginger is 0.32% and dry red ginger is 2.3%. Solid waste (pulp) contains gingerol compounds, while liquid waste (hydrosol) contains gingerol, phenolic, terpenoids, sesquiterpenes, and flavonoids. The results of the identification show the chemical component in solid waste can be used in the manufacture of organic fertilizer, animal feed, analgesic drugs, and active paper, while liquid waste can be used as raw material for beauty products.

**Keywords:** Cleaner Production, MET Matrix, Essential Oils, Red Ginger

**Abstrak.** Minyak atsiri jahe merupakan salah satu produk yang memberikan peranan bagi perekonomian Indonesia. Komponen utama minyak atsiri jahe seperti *zingiberen*, *gingerol*, *shagaol*, dan *resin* menyebabkan adanya aroma khas dan dapat dimanfaatkan untuk bahan baku berbagai jenis produk baik pangan maupun non pangan. Industri penyulingan minyak atsiri jahe masih belum optimal dalam prosesnya sehingga menghasilkan limbah padat maupun limbah cair. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang perbaikan proses produksi minyak atsiri jahe melalui pendekatan produksi bersih untuk mengoptimalkan produksi serta memanfaatkan limbah yang dihasilkan. Metode yang digunakan yaitu identifikasi material dan energi dengan MET matriks, pengujian mutu bahan baku segar, bahan baku kering serta limbah padat dan cair, identifikasi pemanfaatan limbah tersebut melalui kajian pustaka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air pada jahe merah segar sebesar 84,7% dan jahe merah kering 12,8% (basis basah). Kadar minyak atsiri jahe merah segar sebesar 2,2% dan jahe merah kering 3,2%. Limbah padat (ampas) memiliki kadar air sebesar 72,5% dan kadar minyak atsiri sebesar 0,1%, serta memiliki kandungan senyawa *gingerol*, *shagaol*, zingerone dan efek farmologik seperti antioksidan, antiinflamasi, analgesik dan atikarsinogenik. Sedangkan limbah cair (hidrosol) memiliki kadar minyak atsiri sebesar 0,02% serta mengandung *gingerol*, *fenolik*, *terpenoid*, *sesquiterpen*, dan *flavonoid*. Hasil identifikasi menunjukkan komponen kimia pada limbah padat dapat dimanfaatkan dalam pembuatan pupuk organik, pakan ternak, obat analgetik, dan kertas aktif, sedangkan limbah cair dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produk kecantikan.

**Kata Kunci :** Produksi Bersih, MET Matriks, Minyak Atsiri, Jahe Merah

## 1. Pendahuluan

Minyak atsiri merupakan campuran dari berbagai senyawa organik yang berwujud cairan yang diperoleh dari bagian tanaman, akar, kulit, batang, daun, buah, biji, maupun dari bunga

dengan cara penyulingan [15]. Minyak atsiri bersifat mudah menguap, mudah larut dalam pelarut organik serta mempunyai aroma yang khas sesuai dengan jenis tanamannya. Umumnya minyak atsiri dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk obat-obatan, parfum,

minuman, penyedap makanan dan juga sebagai pestisida [8].

Kegunaan minyak atsiri yang beragam ini pun menyebabkan minyak atsiri menjadi salah satu komoditi ekspor yang menghasilkan devisa cukup tinggi bagi Indonesia. Setiap tahun konsumsi minyak atsiri dunia beserta turunannya meningkat sekitar 8–10%. Selain itu kecenderungan konsumen untuk berpindah dari pola hidup mengkonsumsi bahan-bahan mengandung senyawa sintetik ke bahan alami turut mendorong permintaan minyak atsiri. Apalagi produk-produk olahan minyak asiri belum dapat digantikan oleh bahan sintesis [18].

Salah satu tanaman penghasil minyak atsiri adalah jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). Jahe adalah jenis rempah yang populer di masyarakat Indonesia karena memiliki manfaat bagi kesehatan. Komponen kimia yang terkandung dalam jahe adalah minyak atsiri 2-3%, pati resin, asam-asam organik, asam malat, asam oksalat dan gingerin [9]. Minyak atsiri jahe memiliki warna kuning bening hingga kuning tua. Komponen utama minyak atsiri jahe yang menyebabkan adanya aroma khas pada jahe adalah zingiberen, gingerol, shagaol, dan resin. Terdapat 40 hidrokarbon monoterpenoid lain yang berbeda seperti 1,8-cineole, linalool, borneol, neral dan geraniol [6].

Minyak atsiri jahe merupakan salah satu produk yang memberikan peranan bagi perekonomian Indonesia. Minyak atsiri yang berasal dari jahe dapat dijadikan salah satu usaha yang memiliki potensial tinggi karenanya minyak atsiri yang dihasilkan dari tanaman jahe mempunyai nilai cukup tinggi di pasar dunia. Harga minyak jahe dalam perdagangan dunia mencapai Rp 500.000–600.000/kg dan

*Oleoresin* Jahe sebesar Rp 110.000,-/kg. Produksi jahe di Indonesia pun cukup besar yaitu berkisar 216.586.662 kg dan untuk wilayah lampung berkisar 2.257.289 kg [5].

CV. ADB merupakan salah satu agroindustri yang bergerak di bidang pengolahan minyak atsiri jahe. Produk utama CV. ADB ialah penjualan bahan baku jahe segar, jahe kering serta minyak atsiri jahe. Dalam proses produksinya terdapat limbah hasil produksi yang belum termanfaatkan secara optimal. Limbah tersebut berupa limbah padat dan cair. Limbah padat dan cair tersebut merupakan ampas dan air sisa penyulingan. Untuk mengatasi masalah yang terjadi pada CV. ADB tersebut perlu dilakukan efisiensi produksi dengan perbaikan proses produksi yang meminimalkan limbah dari sumbernya dan pemanfaatan limbah menjadi produk sampingan. Salah satu cara untuk meningkatkan produksi yang optimal dan efisien pada agroindustri agar menjadi industri ramah lingkungan ialah dengan penerapan strategi produksi bersih.

Salah satu metode dalam penerapan produksi bersih yaitu dengan menggunakan MET Matriks (*Material cycle, Energy uses and Toxicity Matriks*) merupakan suatu metode kualitatif yang digunakan untuk membentuk profil umum dari masing-masing tahapan proses kegiatan yang dilakukan. MET Matriks menggambarkan semua masukan yang digunakan, dampak dari proses yang melibatkan energi dan semua keluaran yang dihasilkan dengan tujuan menentukan prioritas suatu permasalahan lingkungan selama siklus hidup produk [12]. Oleh karena itu untuk membangun model agroindustri yang ramah lingkungan dilakukan evaluasi dan

perbaikan berkelanjutan pada proses produksi minyak atsiri jahe di CV. ADB dengan cara penerapan produksi bersih dengan metode MET Matriks.

## 2. Metode Penelitian

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2019 di CV.ADB Lampung Selatan, Lampung. Analisis kadar air dan kadar minyak atsiri bahan dilakukan di Balai Pengawasan dan Sertifikasi Mutu Barang Provinsi Lampung.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk pengumpulan data survey dan studi kasus adalah perekam (*recorder/handphone*), logbook, kamera, seperangkat komputer dan software microsoft excel. Sedangkan untuk analisis kadar air dan kadar minyak atsiri pada bahan segar, kering, serbuk kering, ampas serta hidrosol adalah seperangkat destilasi, *clavenger apparatus*, hot plate. Bahan yang digunakan untuk analisis data berupa air.

### Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah survey dan studi kasus. Metode dalam penelitian ini bersifat kuantitatif dalam menghitung optimalisasi dalam produksi. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan MET matriks [1].

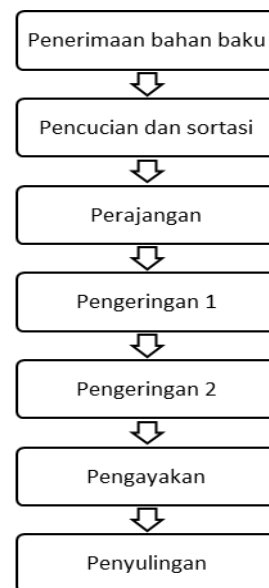
Analisis kadar air dan minyak atsiri dilakukan dengan metode uji sesuai SNI 0005:2013. Diawali dengan penimbangan bahan padat sebanyak

100 gram dan hidrosol 100 ml. Peralatan destilasi dan *clavenger apparatus* dirangkai. Sampel dan air dalam labu didih direbus menggunakan hot plate hingga mendidih. Minyak atsiri yang terangkut bersama uap air dipisahkan melalui *clavenger apparatus*. Bahan yang diekstraksi berhubungan langsung dengan air mendidih (prinsip perebusan).

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Identifikasi Proses Produksi Minyak Atsiri Jahe

CV. ADB merupakan agroindustri yang bergerak di bidang pengolahan bahan baku jahe segar menjadi jahe kering dan minyak atsiri. Tahapan proses produksi yang dilakukan di CV. ADB dimulai dari penerimaan bahan baku, pencucian dan sortasi, perajangan, pengeringan, pengayakan dan penyulingan. Dalam proses produksinya CV. ADB menggunakan bantuan tenaga pegawai dan mesin.



**Gambar 1.** Diagram alir proses produksi minyak atsiri jahe merah di CV. ADB.

Pada proses penerimaan bahan baku dilakukan oleh pegawai secara manual. Bahan baku yang datang dari petani dilakukan pengecekan secara visual untuk melihat tingkat kesegaran. Ciri-ciri jahe segar dapat dilihat pada (Tabel 1).

**Tabel 1.** Ciri-ciri jahe segar

Parameter	Keterangan
a. Segar	Apabila kulit jahe tampak halus atau tidak mengkerut, kaku dan mengkilat
b. Bentuk rimpang utuh	Apabila maksimal dua anak rimpang patah pada pangkalnya
c. Rimpang tidak bertunas	Apabila salah satu atau beberapa ujung dari rimpang telah bertunas
d. Kenampakan irisan melintang cerah	Apabila diiris melintang pada salah satu rimpang penampakannya berwarna cerah khas jahe segar

**Sumber:** Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian (2011)

Jahe segar yang telah dicek tingkat kesegarannya kemudian ditimbang dan disimpan pada gudang penyimpanan khusus. Bahan baku yang datang 5.000 kg/hari. Penelitian diambil berdasarkan 4 hari maka jumlah bahan baku yang digunakan 20.000 kg. Penyimpanan dilakukan terpisah setiap produksinya agar tidak terjadi kontaminasi antar bahan yang dapat menurunkan kualitas jahe. Selanjutnya dilakukan pencucian dan sortasi jahe segar oleh pegawai. Tujuan proses ini adalah untuk memisahkan bahan baku jahe segar tersebut dengan kotoran khususnya tanah. Tahap ini dilakukan secara manual dengan bantuan mesin *steam air*.

Jahe yang telah dicuci dan disortasi tersebut ditiriskan terlebih dahulu sebelum dilakukan perajangan.

Perajangan dilakukan secara manual dengan menggunakan alat pemotong khusus untuk jahe. Proses perajangan dilakukan secara manual dikarenakan jika perajangan dilakukan menggunakan mesin kurang efisien. Ukuran ketebalan jahe umumnya sekitar 5-6mm. Ukuran ini disesuaikan dengan permintaan konsumen..

Tahapan selanjutnya adalah proses pengeringan. Pengeringan ini dilakukan dengan menggunakan mesin oven dan dijemur langsung dibawah sinar matahari. Pengeringan umumnya dilakukan secara 5 hari. Pada hari pertama dilakukan pengeringan menggunakan oven selama  $\pm 10$  jam. Suhu yang digunakan untuk mengoven jahe sebesar  $60^{\circ}\text{C}$  hal ini dikarenakan untuk menghindari penguapan senyawa organik yang terkandung dalam jahe sehingga menurunkan kualitas jahe tersebut.

Setelah satu hari dikeringkan menggunakan oven, bahan dikeringkan lagi selama empat hari dengan cara penjemuran langsung dibawah sinar matahari. Tujuan pengovenan sebelum pengeringan dengan penjemuran adalah meminimalisir tumbuhnya jamur pada jahe, karena pada proses pencucian jahe menjadi lembab. Setelah pengeringan rendemen jahe kering sebesar 6,7% dengan penyusutan bobot dari basah ke kering sebesar 15%.

Pengayakan merupakan proses pemisahan antara jahe kering dengan benda asing, selain itu juga dengan pengayakan dapat mengklasifikasikan kualitas jahe grade 1 dan grade 2. Standar kualifikasi kualitas jahe kering ditentukan oleh perusahaan. Grade 1 merupakan jahe kering dengan ukuran  $> 5$  mm berkualitas baik tanpa ada

cacat pada fisik. Sedangkan grade 2 merupakan serpihan jahe kering yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak atsiri. Jahe kering grade 2 ini memiliki ukuran 3-5 mm. Selain itu dengan proses pengayakan juga memisahkan benda asing berupa debu dan kotoran halus sebanyak 0,5% yaitu 3,5 kg. Proses pengayakan dilakukan menggunakan mesin ayakan getar.

Penyulingan atau Destilasi adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volilitas) bahan. Metode destilasi yang digunakan pada CV.ADB adalah dengan uap tidak langsung. Metode ini sering disebut dengan metode pengukusan, dimana bahan baku diletakkan pada piringan besi berlubang seperti ayakan yang diletakkan beberapa centi diatas permukaan air. Pada prinsipnya metode ini menggunakan uap bertekanan rendah.. Pemisahan terjadi berdasarkan berat jenis.

Proses penyulingan berlangsung selama 8 jam. Air yang digunakan sebanyak 515, 55 liter. Untuk penyulingan minyak atsiri jahe menggunakan suhu 120°C dengan tekanan 2 bar. Sedangkan untuk pendinginan dikondesor menggunakan suhu minimal 40°C. Penggunaan suhu dan tekanan mesin sangat mempengaruhi kualitas minyak yang dihasilkan. Selain itu jumlah air yang digunakan juga berpengaruh terhadap komponen senyawa organik pada minyak.

Minyak atsiri yang dihasilkan dari bahan baku 127,61 Kg adalah sebesar 1,5 liter. Minyak yang keluar kemudian disaring kembali menggunakan kain

monel. Prinsip kerja dari kain monel ini, benda asing dan air akan tertahan pada kain monel tersebut sedangkan minyak akan lolos.

## **MET (*Material, Energy and Toxicity*)**

### ***Material***

Dalam proses penyulingan minyak atsiri jumlah air yang digunakan pada mesin merupakan bahan utama yang menentukan keberhasilan suatu proses. Semakin banyak air yang digunakan dalam proses penyulingan akan menghasilkan minyak atsiri semakin banyak. Hal ini disebabkan banyak volume air pada saat penyulingan maka semakin banyak pula volume uap air yang menyangkut minyak atsiri [17]. Selain itu ukuran irisan rimpang jahe akan mempengaruhi kualitas minyak atsiri yang dihasilkan. Rendemen, warna dan senyawa organik dalam minyak yang didapat dari penyulingan minyak jahe ini dipengaruhi oleh jumlah air dan ukuran rajangan bahan baku. Jika jumlah air yang digunakan sedikit dan ukuran rajangan terlalu besar maka rendemen yang dihasilkan akan lebih sedikit [10].

Kualitas bahan baku juga menjadi faktor penting kualitas minyak yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan adalah jahe merah yang dipanen pada umur 12 bulan. [3] Waktu optimal pemanenan jahe adalah 10-12 bulan dengan ciri-ciri warna daun berubah dari hijau menjadi kuning dan batang semua mengering. Waktu panen yang optimal juga mempengaruhi jumlah kandungan minyak yang terdapat pada jahe

tersebut. Jahe merah memiliki kandungan minyak atsiri lebih banyak dibandingkan dengan jahe gajah dan jahe emprit yaitu sebesar 2,58-3,90% [19]. Analisis kadar air dan kadar minyak atsiri pada jahe merah segar, kering dan serbuk jahe CV. ADB adalah sebagai berikut.

**Tabel 2.** Kadar air dan kadar minyak atsiri jahe merah segar, kering dan serbuk jahe di CV.ADB

Sample	Kadar air (%)	Kadar Minyak Atsiri (%)
Jahe Merah Segar	84,7	2,2
Jahe Merah Kering	12,8	3,4
Serbuk Jahe Merah*	7,6	1,4

Keterangan :

\*serbuk jahe merah merupakan jahe kering grade 2.

Berdasarkan (**Tabel 1**) kadar air berbasis basah untuk jahe merah segar sebesar 84,7%, diikuti dengan jahe merah kering dan serbuk jahe merah yaitu 12,8% dan 7,6%. Sedangkan kadar minyak atsiri untuk jahe merah segar sebesar 2,2%, jahe merah kering 3,4% dan serbuk jahe merah 1,4%. Kadar minyak atsiri yang terdapat pada jahe merah segar lebih sedikit dibanding jahe merah kering hal ini dikarenakan pada jahe merah segar masih banyak terkandung air pada bahan.

Limbah merupakan material samping dari proses penyulingan minyak atsiri yang berupalimbah padat dan limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan berupa hidrosol yaitu air sisa penyulingan sebesar 125,20 Liter. Limbah padat yang dihasilkan berupa ampas yang berasal dari serbuk jahe sebesar 140,37 Kg. MET matriks proses penyulingan minyak atsiri jahe di CV.ADB dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Limbah cair umumnya berasal dari setiap proses yang menggunakan air. Dalam proses penyulingan jumlah air yang digunakan lebih banyak dibandingkan dengan proses lainnya. [1] Tingginya penggunaan air berkolerasi terhadap limbah cair yang dihasilkan. Dalam proses penyulingan minyak atsiri dihasilkan dua jenis cairan destilat yaitu minyak dan hidrosol. Hidrosol adalah cairan minyak atsiri yang bercampur dengan air secara kuat dengan air sehingga warnanya mulai dari kuning hingga mendekati jernih [2]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan input air pada penyulingan sebesar 515,55 L menghasilkan hidrosol sebesar 125,20 L.

Limbah padat yang dihasilkan dari proses penyulingan. Limbah padat tersebut berupa ampas jahe yang berasal dari serbuk jahe yang merupakan bahan baku penyulingan minyak atsiri. Ampas jahe yang dihasilkan sebesar 140,73 kg, adanya penambahan berat akibat proses penguapan sehingga adanya input air yang masuk ke bahan.

**Tabel 3.** MET pada proses penyulingan minyak atsiri jahe

Proses	Input		Output		Energi	Toksistas
	Bahan	Jumlah	Jenis	Jumlah		
Penerimaan Bahan Baku	Jahe Segar (kg)	20.000	Jahe Segar (kg)	20.000	0,056 mJ/Kg	-
Pencucian dan Sortasi	Jahe Segar (kg)	20.000	Jahe Segar (kg)	19.000	0,385 mJ/kg	-
	Air (L)	8.640	Air (L)	8.640	0,837 mJ/kg	
			Kotoran (Kg)	1.000		
Perajangan	Jahe Segar (kg)	19.000	Jahe Segar (kg)	19.000	0,837 mJ/kg	-
Pengeringan Oven	Jahe Segar (kg)	19.000	Jahe Kering (kg)	2.835,82	2,863 mJ/kg 6358,08 mJ/kg	CO <sub>2</sub> , CO, HC, NO <sub>x</sub>
Pengeringan Sinar Matahari	Jahe Kering (kg)	2.835,82	Jahe Kering (kg)	2.835,82	2.917x10 <sup>-6</sup> mJ/kg	-
Pengayakan	Jahe Kering (kg)	2.835,82	Jahe Kering (kg)	2.694,03	0,007 mJ/kg	-
			Serbuk Jahe (kg)	127,61		
			Benda Asing (kg)	14,18		
Penyulingan	Serbuk Jahe (kg)	127,61	Hidrosol (L)	125,20		
	Air (L)	515,55	Ampas (kg)	140,37	137,472 mJ/kg	CO <sub>2</sub> , CO, HC, NO <sub>x</sub>
		Air steam (L)	22,09			
			Minyak (L)	1,5		

### Energi

Dalam proses produksi di CV.ADB menggunakan metode semi-tradisional, yaitu terdapat beberapa proses yang dilakukan secara manual dan menggunakan mesin.

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan pada proses penerimaan bahan baku energi yang digunakan berasal dari tenaga manusia. Pada penerimaan bahan baku terdapat 2 orang pegawai yang bertugas mengecek kualitas bahan baku jahe merah yang diterima dari mitra petani. Pengecekan dilakukan secara fisik dengan melihat tingkat segaran sesuai dengan syarat mutu jahe segar [3]. Energi yang dibutuhkan pada proses ini sebesar 0,056 mJ/kg.

Pada proses pencucian dan sortasi menggunakan air yang digunakan berasal dari mesin *steam* pompa air ½ Hp. Selain itu pada proses ini juga ada 6 pegawai yang bertugas mencuci dan menyortasi. Energi yang dibutuhkan yaitu listrik 0,385 mJ/kg dan manusia 0,837 mJ/kg.

Proses selanjutnya adalah perajangan yang dilakukan secara manual dengan alat pemotting khusus. Energi yang dikeluarkan adalah energi manusia sebesar 0,837 mJ/kg. Setelah perajangan adalah pengeringan pertama yang dilakukan selama 10jam/hari. Mesin oven yang digunakan menggunakan bahan bakar kayu karet sebanyak 370 kg dan bantuan blower listrik. Energi pada tahap ini yaitu listrik sebesar 2,863 mJ/kg dan kayu 6.358,08 mJ/kg.

Setelah pengeringan pertama, dilakukan pengeringan dengan cara



menjemur langsung dibawah sinar matahari. Penjemuran ini dilakukan dilapangan khusus penjemuran diatas tikar dan dipastikan jahe tidak saling menumpuk. Untuk mendapatkan jahe kering yang optimal dilakukan pengeringan selama 4 hari. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian (2011) pada (Tabel 1) pengeringan dibawah sinar matahari dilakukan selama 3-5 hari atau setelah kadar airnya dibawah 8%. Selama proses pengeringan kondisikan agar jahe tidak terkena air, udara yang lembab dan bahan-bahan kimia yang dapat menyebabkan kontaminasi. Pada proses ini membutuhkan energi sebesar  $2.917 \times 10^{-6}$  mJ/kg.

Tahapan selanjutnya adalah pengayakan yang membutuhkan energi sebesar 0,007 mJ/kg. Selanjutnya adalah tahapan penyulingan dimana bahan baku yang digunakan adalah serbuk jahe merah yaitu jahe merah kering grade 2. Mesin penyulingan menggunakan bahan bakar kayu karet yang memiliki nilai kalor 16,11 mJ/kg. Jumlah kayu yang digunakan adalah 160 kg. Energi yang dikeluarkan mesin ini adalah 137,472 mJ/kg.

**Tabel 4.** Identifikasi jenis energi pada penyulingan minyak atsiri jahe CV.ADB

Proses	Pengukuran		
	Sumber	Daya	Durasi
Penerimaan Bahan Baku	Manusia	2 orang	2 jam
Pencucian dan Sortasi	Manusia	6 orang	10 jam
	Listrik	1/2 HP	10 jam
Perajangan Pengeringan Oven	Manusia	6 orang	10 jam
	Listrik	4 HP	10 jam
Pengeringan Sinar Matahari	Kayu Bakar	16,11 mJ/kg	10 jam
	Sinar matahari	$10,94 \times 10^{-6}$ mJ/hari	40 jam

Pengayakan	Listrik	1 HP	1 Jam
Penyulingan	Kayu Bakar	16,11 mJ/kg	8 jam

## Toksisitas

### Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Tingkat CO<sub>2</sub> yang tinggi mengindikasikan suatu proses pembakaran yang efisien dan tingkat CO<sub>2</sub> yang rendah mengindikasikan proses pembakaran yang tidak sempurna atau tidak efisien. Kadar emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada kayu karet sebesar 7,56%. Kandungan CO<sub>2</sub> dibawah 5% pada manusia tidak berakibat apa-apa, tetapi apabila lebih dari 5% dapat menyesakkan pernapasan [13].

### Karbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) terbentuk pada pembakaran tidak sempurna. Gas ini dihasilkan dari proses oksidasi bahan bakar yang tidak sempurna. Pengaruh gas buang karbon monoksida (CO) adalah tidak berbau, tetapi beracun akibat pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna. Gas karbon monoksida (CO) dapat bereaksi dengan haemoglobin untuk membentuk karbon haemoglobin (CO-Hb) yang selanjutnya menurunkan kemampuan darah dalam membawa oksigen. Seperseribu bagian CO dalam darah akan menyebabkan 50% haemoglobin dalam darah terikat CO [13]. Kayu karet mengandung senyawa CO sebesar 0,18%.

### Hidrokarbon (HC)

Gas hidrokarbon terbentuk pada pembakaran yang sangat tidak sempurna. Asap terutama terdiri dari

partikel-partikel karbon yang tidak terbakar. Sedangkan gas-gas hidrokarbon adalah senyawa-senyawa karbon dan hidrogen hasil pemecahan bahan organik batubara yang belum mengalami oksida oksigen lebih lanjut. Seperti karbon monoksida, pembentukan asap dan gas-gas hidrokarbon menyebabkan rendahnya efisiensi pembakaran bahkan jauh lebih rendah dari yang diakibatkan oleh pembentukan karbon monoksida. Kayu karet mengandung 29 ppm. Jumlah senyawa hidrokarbon dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu, dan jumlah zat terbang yang terkandung pada kayu karet [13].

### **Nitrogen Oksida (NOx)**

Nitrogen Oksida (NOx) merupakan emisi yang mempunyai peran penting dalam reaksi atmosfer yang dapat membentuk partikel-partikel yang berbahaya dan berpengaruh pada lapisan ozon dan hujan asam (acid rain). Kayu karet mengandung senyawa NO sebesar 52 ppm. Pengaruh gas buang Nitrogen oksida (NOx) terhadap lingkungan adalah gas yang tidak berbau, tidak berwarna, tetapi beracun yang dihasilkan dari proses pembakaran. Gas NOx dapat bergabung dengan haemoglobin dan mengganggu penyerapan oksigen dalam darah. NO<sub>2</sub> dapat menyebabkan iritasi di bagian tertentu paru-paru [13].

### **Minyak Atsiri Jahe Merah**

Minyak jahe merah merupakan minyak atsiri yang berasal dari rimpangnya. Minyak atsiri (*essential oil*) adalah minyak yang dihasilkan dari tanaman dan mempunyai sifat mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, mempunyai

rasa getir (*pungent taste*), berbau wangi sesuai dengan bau khas tanaman penghasilnya (Ketaren, 1985).

Kadar minyak jahe tergantung pada cara pengolahan jahe sebelum disuling, umur serta varietas jahe. Semakin tua umur jahe, kandungan minyak jahe dan serat kasar semakin besar. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian (2000) umur panen optimal jahe adalah 10-12 bulan. Sedangkan hasil penelitian di Australia menyatakan bahwa kandungan minyak atsiri pada jahe akan mencapai maksimum pada umur 8-9 bulan.

Untuk memanfaatkan serbuk jahe atau jahe grade 2 CV. ADB menggunakan sebagai bahan baku penyulingan minyak atsiri. Pada serbuk jahe terdapat jumlah kadar minyak atsiri sebesar 1,4% (**Tabel 2**). Proses penyulingan minyak atsiri di CV.ADB menggunakan metode destilasi uap dan air (uap tidak langsung) dengan waktu selama 8 jam. Suhu yang digunakan adalah 120°C dengan tekanan 2 bar. Bahan baku yang digunakan berjumlah 127,61 kg dan menghasilkan minyak sebanyak 1,5 Liter.

Minyak atsiri jahe merah yang dihasilkan memiliki bau khas jahe yang sangat kuat dan berwarna coklat. [7] senyawa-senyawa yang terdapat dalam minyak jahe diantaranya adalah zingiberene, camphene, phelandren, sedikit sitral dan sineol serta zingiberol (alkohol sesquiterpen). Komponen utama minyak atsiri jahe yang menyebabkan bau khas adalah zingiberen dan zingiberol [11].

### **Limbah Hasil Produksi**

Proses produksi minyak atsiri menghasilkan dua jenis limbah yaitu

limbah cair dan limbah padat. Limbah cair berupa hidrosol sedangkan limbah padat berupa ampas. Limbah hasil produksi ini belum dimanfaatkan untuk secara optimal untuk dijadikan bahan baku produk sampingan yang bernilai tambah ekonomi.

**Tabel 5.** Kadar air dan kadar minyak atsiri jahe hidrosol dan ampas jahe di CV.ADB

Sample	Kadar air (%)	Kadar Minyak Atsiri (%)
Hidrosol	-	0,02
Ampas Jahe	72,5	0,1

**Sumber:** Balai Pengawasan dan Sertifikasi Mutu Barang Provinsi Lampung (2019)

Hidrosol merupakan air sisa penyulingan yang telah terpisah dari minyak. Berdasarkan (**Tabel 5**) hidrosol pada CV. ADB masih mengandung minyak atsiri sebesar 0,02%. Pada hidrosol masih tercium bau khas jahe. [21] ekstrak air rimpang jahe merah mengandung homolog fenolik keton yang dikenal dengan gingerol, yaitu senyawa turunan fenol. Adanya biomolekul seperti fenolik terpenoid, seskuiterpen dan flavonoid yang ada pada ekstrak tanaman berperan sebagai agen pereduksi nanopartikel perak. Selain itu adanya bau khas jahe pada hidrosol juga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk air spa pada usaha salon kecantikan.

Limbah padat yang dihasilkan berupa ampas dengan jumlah 140,37 kg. Berdasarkan data hasil analisis pada (**Tabel 5**) ampas jahe merah mengandung 72,5% kadar air dan 0,1% minyak atsiri. Ampas jahe ini sesekali dimanfaatkan oleh CV. ADB sebagai bahan campuran pupuk kandang dan pakan ternak sapi warga sekitar. [20] kandungan senyawa kimia dari ampas jahe merah yaitu gingerol,

shagaol, dan zingerone yang memiliki efek farmakologi seperti antioksidan, antiinflamasi, analgesik dan antikarsinogenik. Adanya kandungan senyawa tersebut maka ampas jahe merah dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat analgetik. [14] ampas jahe dapat dijadikan bahan campuran untuk pembuatan pupuk organik. [16] adanya senyawa aktif pada pembuatan oleoresin gingerol dan zingeron dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kertas aktif terhadap kualitas buah stroberi. Gingerol bekerja aktif merusak membran luar dan membran sitoplasma dinding sel bakteri. Sedangkan zingeron dapat menghambat pertumbuhan mikroba patogen dan merusak pangan.

### Strategi Penerapan Produksi Bersih

Pelaksanaan agroindustri ramah lingkungan adalah strategi mencegah, mengurangi dan menghilangkan terbentuknya limbah atau bahan pencemar pada sumbernya. Salah satu cara untuk menciptakan agroindustri yang ramah lingkungan adalah melalui penerapan produksi bersih. penerapan produksi bersih bertujuan untuk mencapai efisiensi produksi atau jasa melalui upaya penghematan penggunaan materi dan energi. Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan melalui MET Matriks untuk mengoptimalkan produksi dalam penanganan limbah cair pada proses pencucian perlu adanya kolam IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) sebelum dibuang langsung ke lingkungan. Tujuan kolam IPAL adalah mencegah pencemaran lingkungan sekitar akibat air limbah yang dihasilkan. Untuk produksi jahe kering sudah termanfaatkan dengan baik

dimana sisa serbuk ampas jahe merah dimanfaatkan sebagai bahan baku penyulingan minyak atsiri sehingga dapat menambah nilai ekonomis.

Limbah cair dan limbah padat yang berupa hidrosol dan ampas jahe dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk produk sampingan sehingga dapat meningkatkan nilai tambah dan keuntungan perusahaan. Hasil identifikasi menunjukkan komponen kimia pada limbah padat dapat dimanfaatkan dalam pembuatan pupuk organik, pakan ternak, obat analgetik, dan kertas aktif, sedangkan limbah cair dapat digunakan sebagai bahan baku untuk nanopartikel dan produk kecantikan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penerapan strategi produksi bersih dapat menciptakan agroindustri ramah lingkungan. Limbah cair berupa hidrosol yang dihasilkan dalam sekali proses penyulingan berjumlah 125, 20 liter sedangkan limbah padat berupa padat sebesar 140,37 kg. Penanganan limbah cair dapat dilakukan dengan pembuatan kolam IPAL sebelum pembuangan air limbah ke lingkungan sekitar untuk mencegah pencemaran. Untuk hidrosol dan ampas dapat dijadikan bahan baku produk sampingan. Hidrosol dapat dimanfaatkan untuk pembuatan nanopartikel dan produk kecantikan. Sedangkan ampas dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik, pakan ternak, obat analgetik dan kertas aktif.

#### 5. Ucapan Terimakasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada DIPA BLU

Fakultas Pertanian Universitas Lampung Tahun Anggaran 2019 yang telah membiayai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

#### 6. Daftar Pustaka

- [1] A.D. Nugraha, O. Suparno, dan N.S. Indrasti, "Analisis Material, Energi dan Toksisitas (MET) pada Industri Penyamakan Kulit untuk Mengidentifikasi Strategi Produksi Bersih," *J. Teknologi Industri Pertanian*. Vol. 28. No.1. 48-60. 2018.
- [2] A. Said, R. Harti, A. Dharmawan, T. Rahmah, "Pemisahan Hidrosol Hasil Penyulingan Minyak Atsiri dengan Metode Elektrolisis Untuk Meningkatkan Rendemen Minyak," *Khazanah*, Vol 7. No.2. 83-94. 2015.
- [3] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementrian Pertanian, "Pengenalan Bahan Baku Segar dan Bermutu Baik Untuk Jamu," *Kementrian Pertanian*, Jakarta, 2011.
- [4] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kemetrian Pertanian, "Budidaya Jahe", *Kementrian Pertanian*, Jakarta. 2000.
- [5] Badan Pusat Statistik. "Statistik Tanaman Biofarmaka," *Badan Pusat Statistik*, Jakarta, 2017
- [6] E.A. Mardiansyah, S.R. Umniyati, dan S. Irvati.. Efek minyak atsiri jahe (*zingiber officncle*) sebagai repelen terhadap nyamuk *aedes aegypti*. *BKM Journal of Community Medicine and Public*

- Health. Vol. 32, No.1, 353-358, 2016.
- [7] E. Guenther, "The Essential Oil Vol. 2 The Constituents of Essential Oils," *Van Nostrand Reinhold Company*, New York, 1952
- [8] Gusmalini, "Minyak Atsiri," *Institut Pertanian Pertanian*, Bogor, 1987
- [9] K. Sayuti dan R. Yenrina, "Antioksidan Alami dan Sintetik," *Andalas University Press*, Padang, 2015.
- [10] N. R. Siregar, A.P. Munir, dan D. L. S. Nasution, "Pengaruh Ukuran Rajangan dan Jumlah Air Pada Alat Penyulingan Tipe Uap dan Air Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Serai (*Cymbopogon citratus*)," *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, Vol.6. No.4. 832-837. 2018.
- [11] S. Koswara, "Jahe dan Hasil Olahannya," *Pustaka Sinar Harapan*, Jakarta, 1995.
- [12] S. Byggeth and E. Hochchorner "Handling Trade-off in Ecodesign Tools For Sustainable Product Development and Procurement," *Journal of Cleaner Production*. 14 (15-16). 1420-1430, 2006.
- [13] Nukman, "M8-021 Emisi Pembakaran Biomassa Batang Kayu," *Seminar Nasional Tahunan Teknik Meisn (SNTTM) VIII*, Universitas Diponegoro. 2009.
- [14] R. Rusmiland dan M. F. Putra, "Pengurangan Biaya Penyimpanan (*Carrying Cost*) Limbah Dengan Cara Pemanfaatan Limbah Ekstrak Jamu Menjadi Pupuk Organik," *SOSIO-E-KONS*. Vol.9. No. 2. 160-164. 2017.
- [15] S. Hardjono, "Kimia Minyak Atsiri," *Gadjah Mada University Press*, Yogyakarta. 2004.
- [16] S. Zahroh, R. Utami, dan G.J. Manuhara, "Penggunaan Kertas Aktif Berbasis Oleoresin Ampas Jahe Emprit (*Zingiber officinal var.amarum*) Terhadap Kualitas Buah Stoberi (*Fragaria x ananassa*) Selama Penyimpanan," *Journal of Sustainable Agriculture*, Vol. 31. No.1. 59-70. 2016.
- [17] Sumarni, N. B. Aji, dan Solekan, "Pengaruh Volume Air dan Berat Bahan Pada Penyulingan Minyak Atsiri," *Jurnal Teknologi*, Vol. 1. No.1. 83-88. 2008.
- [18] T.S. Julianto, "Minyak Atsiri Bunga Indonesia," *CV Budi Utama*, Yogyakarta, 2016.
- [19] V. Nurhadianty, C. Cahyani, L.K. Dewi, L. Triani, R.K.Putri, "Peningkatan Rendemen Destilasi Minyak Jahe Melalui Fermentasi Jahe Merah (*Zingiber officinale var.Rubrum*) Menggunakan *Trichoderma harzianum*," *Journal of Essential Oil*. Vol.1. No. 1. 53-61. 2016
- [20] Y. Febriani, H. Riasari. W. Winingsih. D.L. Aulifa., dan A. Permatasari, "Potensi Pemanfaatan Ampas Jahe Merah (*Zingiber officinale Roscoe*) Sebagai Obat Analgetik," *IJPST-SUPP*, Vol.1. No.1. 57-64. 2018.

- [21] Y. Haryani *et al.*, "Pemanfaatan Ekstrak Air Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Linn. Var. *Rubrum*) Pada Biosintesis Sederhana Nanopartikel Perak," *Chimica et Natura Acta*, Vol 4. No.3. 151-155. 2016.