

RANCANG BANGUN ALAT PENYULING MINYAK ATSIRI TIPE UAP DAN AIR

(Design Construction of Essential Oil Steam and Water Distillation Type)

Vanya Aulidya¹, Saipul Bahri Daulay¹, Taufik Rizaldi¹

¹)Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian
Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155
email:aulidyavanya8@yahoo.com

Diterima 29 Juli 2016/Disetujui 29 Juli 2016

ABSTRACT

Distillation is one of the ways to take up essential oil that contained in the plant, the example is ginger. Ginger has the high oil content with specific flavor. The postharvest processing's purpose is to make the agricultural product have a higher economic value compared to the product without processed. The purpose of this research was to design, build, test and analyze the economic value of essential oil steam and water distillation type. The parameters observed were colour of ginger oil, effective capacity, performance and economic analysis. Based on this research, it were summarized that the colour of ginger oil was yellow – orange, effective capacity of the equipment was 0,43 ml/hour, performance of the equipment was 68,8 % and yield was 0,1%. Economic analysis basic costs for the first to the fifth year was Rp 3.244,61/ml. Break Even Point (BEP) for the first to the fifth year was 255,82 ml/year. Net Present Value (NPV) 6,75 % was Rp 16.282.254,25 and Internal Rate of Return (IRR) this equipment was 57,65 %.

Keywords: Ginger, Distillation, Machine

ABSTRAK

Penyulingan merupakan salah satu cara untuk mengambil minyak atsiri yang terdapat pada tumbuhan, salah satu contohnya adalah jahe. Jahe memiliki kadar minyak yang cukup tinggi dengan aroma dan rasa pedas yang khas. Proses pengolahan pascapanen bertujuan agar hasil pertanian memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi dibandingkan sebelum dilakukan pengolahan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, menguji serta menganalisis nilai ekonomis alat penyuling minyak atsiri. Parameter yang diamati yaitu warna minyak jahe, kapasitas efektif alat, kinerja alat, rendemen dan analisis ekonomi. Dari hasil penelitian diperoleh warna minyak jahe yaitu kuning – oranye, kapasitas efektif alat sebesar 0,43 ml/jam, kinerja alat sebesar 68,8 % dan rendemen sebesar 0,1 %. Analisis ekonomi dari tahun pertama sampai tahun kelima yaitu Rp 3.244,61 /ml. Nilai titik impas dari tahun pertama sampai tahun kelima yaitu 255,82 ml/tahun. Nilai *net present value* 6,75 % adalah Rp 16.282.254,25 dan nilai *internal rate of return* alat ini adalah sebesar 57,65 %.

Kata Kunci: Jahe, Penyulingan, Mesin

PENDAHULUAN

Indonesia menduduki peringkat tertinggi dalam perdagangan untuk sejumlah minyak atsiri seperti minyak sereh, minyak jahe, minyak nilam dan sebagainya. Kebanyakan minyak atsiri tersebut diekspor atau dijual ke luar negeri ke negara Jepang, Amerika Serikat, Inggris dan Eropa. Jika diperhatikan secara sepintas dengan menjual bahan dasar minyak atsiri tersebut akan segera mendapatkan uang bahkan keuntungan. Hal ini memunculkan pemikiran bahwa kita dapat memrosesnya sendiri (Sastrohamidjojo, 2004).

Hampir seluruh tanaman penghasil minyak atsiri yang saat ini tumbuh di wilayah Indonesia sudah dikenal oleh sebagian masyarakat. Dari

sekitar 70 jenis minyak atsiri yang selama ini diperdagangkan di pasar dunia, ternyata 40 jenis diantaranya dapat diproduksi oleh Indonesia. Hal ini tentunya merupakan tantangan karena potensi Indonesia untuk mengembagkan minyak atsiri sebenarnya luar biasa. Peluang pemasaran minyak atsiri juga tidak hanya terbuka untuk pasar luar negeri, melainkan sangat dibutuhkan di dalam negeri (Lutony dan Rahmawati, 2002).

Penelitian tentang rancang bangun alat penyuling minyak atsiri di Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara telah beberapa kali dilakukan, yaitu Rancang Bangun Alat penyuling Minyak Atsiri Tipe Uap oleh Fuad Nugraha Lubis pada tahun 2010 dan Rancang Bangun Alat

Penyuling Minyak Atsiri Tipe Uap Langsung oleh Octo Fandi Sinaga pada tahun 2013.

Penelitian sebelumnya merupakan penyulingan minyak atsiri dengan alat penyuling tipe uap langsung, dimana ketel air dan wadah bahan diletakkan terpisah yang dilengkapi dengan kondensor. Namun, kelemahannya alat ini memungkinkan untuk terjadi banyak kebocoran pipa karena terdiri dari tiga wadah sehingga banyak sambungan pipa dan tidak dapat dipindahkan dengan mudah.

Uraian di atas menjadi alasan penelitian ini dilakukan, yaitu untuk merancang alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air dengan menggunakan wadah penguapan sekaligus wadah bahan dan wadah kondensor yang diharapkan dapat mengurangi kebocoran sambungan pipa dan meningkatkan kinerja alat penyuling minyak atsiri. Alat ini juga lebih praktis dibandingkan alat penyuling tipe uap langsung.

Pada penelitian ini, setelah dilakukan perancangan alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air, selanjutnya dilakukan pembuatan alat dimulai dari pemilihan bahan, selanjutnya pengukuran, pemotongan, perangkaian, pengelasan dan *finishing*. Selanjutnya dilakukan uji kelayakan pada alat dan dilakukan pengukuran parameter yang digunakan pada penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, menguji serta menganalisis nilai ekonomis alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan adalah air, jahe, pelat aluminium, pelat *stainless steel*, kerangka besi, pipa dan keran. Alat-alat yang digunakan adalah alat tulis, gergaji besi, gerinda, kalkulator, komputer, alat las, palu, ember, gelas ukur, kompor gas, termometer dan *preassure gauge*.

Rancangan Fungsional

Pembuatan dua ketel terdiri dari ketel utama yaitu sebagai penghasil uap sekaligus ketel bahan dan ketel kondensor sebagai pendingin. Ketel utama dilengkapi saringan di dalamnya dengan diameter saringan 39,5 cm dan tutupnya berbentuk kerucut dengan tinggi ketel 55 cm dan diameternya 40 cm, tinggi kerucut 23,5 cm dan diameternya 40 cm. Ketel kondensor sebagai pendingin dengan tinggi 57,5 cm dan diameter 31,5 cm berisi air dilengkapi pipa spiral dengan panjang 9,3 m dan diameter spiral 28 cm. Pipa spiral berfungsi sebagai *heat exchanger* untuk mendinginkan uap sehingga

menghasilkan distilat berupa cairan (minyak atsiri).

Rancangan Struktural

Alat distilasi ini mempunyai beberapa komponen, yaitu:

1) Wadah air penghasil uap

Wadah ini merupakan wadah air sekaligus wadah bahan yang akan digunakan untuk menghasilkan uap dengan kandungan minyak atsiri. Uap ini nantinya akan mengalir melalui pipa menuju wadah pendingin melewati pipa spiral sebagai *heat exchanger*. Wadah ini berbentuk silinder dengan penutup kerucut yang dapat terbuka dan terkunci rapat, berdiameter 40 cm dan tinggi 55 m. Pada bagian penutup atas wadah ini dipasang *preassure gauge* untuk mengukur tekanan agar tekanan yang dihasilkan uap air dapat diamati dan lubang keluaran untuk uap berlebih. Pada bagian wadah dipasang termometer untuk mengetahui suhu di dalam wadah.

2) Pipa aliran uap

Pipa ini berdiameter ½ inci dan berfungsi sebagai tempat aliran uap air yang menghubungkan wadah air dan bahan menuju pipa spiral pada proses pendinginan.

3) Kondensor

Kondensor ini terdiri dari drum dengan diameter 31,5 cm dan tinggi 57,5 cm, pipa spiral dan keran. Kondensor diisi dengan air, keran pertama berfungsi sebagai lubang pengeluaran air dan keran pada ujung pipa spiral sebagai keran keluaran distilat.

4) *Heat exchanger*

Heat exchanger merupakan pipa spiral dengan panjang pipa 6 m dan diameter spiral 28 cm yang berfungsi untuk mengubah fase uap menjadi fase cair didalam kondensor.

5) Gelas ukur

Hasil sulingan akan ditampung di dalam gelas ukur. Tujuannya untuk memudahkan pemisahan minyak dan air. Pemisahan minyak dan air dapat dilakukan menggunakan pipet tetes dan dipindahkan ke gelas ukur lain untuk mengetahui berapa volume minyak yang dihasilkan, maka dapat digunakan gelas ukur.

Pembuatan Alat

- Dirancang bentuk alat sesuai dengan urutan proses.
- Digambar serta ditentukan ukuran alat.
- Dipilih bahan yang akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan alat.
- Dilakukan pengukuran terhadap bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
- Dipotong bahan sesuai ukuran.

- Dibentuk dan dilas pipa *stainless* untuk membentuk pipa aliran uap.
- Dibentuk dan dilas pelat bahan untuk membentuk wadah air.
- Dibentuk dan dilas pelat bahan untuk membentuk wadah saringan bahan.
- Disiapkan drum kondensor.
- Dibuat dua lubang pada dua sisi samping-bawah drum.
- Dipasang keran pada lubang tersebut.
- Dipasang pipa spiral pada drum kondensor.
- Dihubungkan komponen bahan sesuai dengan urutan proses.

Pengujian alat

- Dimasukkan air ke dalam wadah penghasil uap air (≤ 40 L).
- Dimasukkan bahan ke dalam saringan (2,5 kg jahe dengan kadar air < 94 %).
- Dihidupkan api kompor.
- Dipanaskan air pada wadah penghasil uap air sampai mendidih.
- Diatur dan dijaga tekanan pada penghasil uap air (<1 atm).
- Dilakukan pemisahan minyak dan air hasil penyulingan.
- Dilakukan pengukuran volume minyak yang dihasilkan tiap satuan berat bahan yang dimasukkan ke dalam wadah bahan.
- Dilakukan pengamatan parameter.

Parameter Pengujian

1. Warna Minyak Jahe

Pengamatan warna dilakukan secara organoleptik dengan melihat warna minyak atsiri jahe yang dihasilkan. Digunakan tiga orang panelis sebagai pengamat warna minyak.

2. Kapasitas Efektif Alat

Kapasitas efektif alat dilakukan dengan menghitung banyaknya minyak jahe yang dihasilkan (ml) tiap satuan waktu yang dibutuhkan selama penyulingan tersebut (jam).

$$KEA = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

KEA = Kapasitas efektif alat (ml/jam)

V = Volume minyak jahe yang dihasilkan (ml)

T = Waktu yang dibutuhkan selama penyulingan (jam)

3. Kinerja Alat

Kinerja alat dapat diketahui dengan membagi kapasitas efektif yang diperoleh alat terhadap kapasitas efektif alat lain untuk membandingkan kinerja alat penyuling minyak atsiri atau dapat dituliskan dengan rumus:

$$\eta \text{ alat} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

η = Kinerja Alat (%)

Output = Kapasitas alat (ml/jam)

Input = Kapasitas alat lain (ml/jam)

4. Rendemen

Rendemen adalah perbandingan antara minyak yang dihasilkan dengan bahan tumbuhan yang diolah. Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui seberapa besar rendemen yang dihasilkan oleh suatu alat dalam memproduksi minyak jahe tiap satuan banyak bahan yang diolah.

$$\text{Rend} = \frac{BA}{BB} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

Rend = Rendemen (%)

BA = Berat minyak yang dihasilkan (gr)

BB = Berat bahan olahan (gr)

5. Analisis Ekonomi

Pengukuran biaya produksi dilakukan dengan cara menjumlahkan biaya yang dikeluarkan yaitu biaya tetap dan biaya tidak tetap (biaya pokok).

$$\text{Biaya pokok} = \left[\frac{BT}{X} + BTT \right] C \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

BT = total biaya tetap (Rp/tahun)

BTT = total biaya tidak tetap (Rp/jam)

X = total jam kerja pertahun (jam/tahun)

C = kapasitas alat (jam/satuan produksi)

1) Biaya Tetap

Menurut Waldiyono (2008), biaya tetap terdiri dari:

1. Biaya penyusutan (*straight line method*)

Metode ini memungkinkan untuk memperkirakan penyusutan dengan lebih mudah dan cepat. Pada metode ini, biaya penyusutan dianggap sama setiap tahun.

$$D_t = \frac{P - S}{n} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

D_t = Biaya penyusutan pada tahun ke-t (Rp/tahun)

P = Nilai awal alsin (harga beli atau pembuatan) alsin (Rp)

S = Nilai akhir alsin (10 % dari P) (Rp)

n = perkiraan umur ekonomis (tahun)

2. Biaya bunga modal dan asuransi

$$I = \frac{i \cdot (P)(n + 1)}{2n} \dots\dots\dots (6)$$

dimana:

I = Total persentase bunga modal dan asuransi (Rp/tahun)

i = tingkat bunga modal (%)

P = Nilai awal alsin (harga beli atau pembuatan) alsin (Rp)

3. Biaya pajak di negara ini belum ada ketentuan besar pajak secara khusus untuk mesin-mesin dan peralatan pertanian, diperkirakan bahwa biaya pajak adalah 2% pertahun dari nilai awalnya.

4. Biaya gudang atau garasi diperkirakan berkisar antara 0,5 - 1 %, rata-rata diperhitungkan 1 % dari nilai awal (P) pertahun.

2) Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap terdiri dari:

1. Biaya perbaikan ini dapat dihitung dengan persamaan:

a. *Break Event Point* (BEP)

Untuk menentukan produksi titik impas dapat digunakan rumus:

$$N = \frac{F}{(R-V)} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

N = jumlah produksi minimal untuk mencapai titik impas (ml/tahun)

F = biaya tetap pertahun (Rp)

R = penerimaan dari tiap unit produksi (harga jual) (Rp)

V = biaya tidak tetap per unit produksi (Rp/unit)

b. *Net Present Value* (NPV)

NPV adalah kriteria yang digunakan untuk mengukur suatu alat layak atau tidak untuk diusahakan. Secara singkat dapat ditulis:

$$CIF - COF \geq 0 \dots \dots \dots (9)$$

Dimana :

CIF = *cash in flow*

COF = *cash out flow*

Sementara itu keuntungan yang diharapkan dari investasi yang dilakukan (%) bertindak sebagai tingkat bunga modal dalam perhitungan:

$$CIF = \text{pendapatan} \times \left(\frac{P/A, i, n}{P/F, i, n} \right) + \text{Nilai akhir} \dots \dots \dots (10)$$

$$COF = \text{investasi} + \text{pembiayaan} \dots \dots \dots (11)$$

Dengan kriteria:

- NPV > 0, berarti usaha tersebut menguntungkan dan layak untuk dilaksanakan dan dikembangkan. NPV < 0, berarti sampai dengan t tahun investasi proyek tidak menguntungkan dan tidak layak untuk dilaksanakan.
- NPV < 0, berarti sampai dengan t tahun investasi proyek tidak menguntungkan dan tidak layak untuk dilaksanakan.
- NPV = 0, berarti tambahan manfaat sama dengan tambahan biaya yang dikeluarkan (Darun, 2002).

c. *Internal rate of return* (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) ini digunakan untuk memperkirakan kelayakan lama (umur) pemilikan suatu alat atau mesin

$$\text{Biaya reparasi} = \frac{1,2\% (P - S)}{x \text{ jam}} \dots \dots \dots (7)$$

2. Biaya operator, tergantung pada kondisi lokal, dapat diperkirakan dari gaji bulanan atau gaji pertahun dibagi dengan total jam kerjanya.

pada tingkat keuntungan tertentu. *Internal Rate of Return* (IRR) adalah suatu tingkatan *discount rate*, dimana diperoleh B/C rasio = 1 atau NPV = 0. Berdasarkan NPV = X (positif) atau NPV = Y (negatif), dihitunglah harga IRR dengan menggunakan rumus berikut:

$$IRR = p\% + \frac{x}{x-y} \times (q\% - p\%)$$

(positif dan negatif).....(12)

dimana :

p = suku bunga bank paling atraktif

q = suku bunga coba-coba (> dari p)

X = NPV awal pada p

Y = NPV awal pada q

(Purba, 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat Penyuling Minyak Atsiri Tipe Uap dan Air

Alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air merupakan alat yang berfungsi untuk mengeluarkan kandungan minyak atsiri dari bagian tubuh tumbuhan yang berupa biji, akar, batang, daun maupun bunga. Dalam proses penyulingan ini menggunakan uap air untuk mengeluarkan minyak dari ruas-ruas tanaman. Pada penelitian ini, dilakukan perlakuan awal pada rimpang jahe sebelum disuling, yaitu dicuci dan dibersihkan dari kotoran. Kemudian diiris tipis dengan ukuran seragam dan dikeringkan dalam oven (suhu 55 °C selama 18 jam) atau dapat dikeringkan dengan matahari (7 hari). Alat penyuling tipe uap dan air terdiri atas dua bagian yaitu ketel suling dan kondensor.

Alat ini dilengkapi dengan termometer untuk menunjukkan suhu yang dicapai oleh alat, *pressure gauge* sebagai pengukur tekanan pada ketel suling dan kumparan pada kondensor yang berfungsi sebagai *heat exchanger* yang mengubah fase uap menjadi fase cair. Ketel suling dan kondensor dihubungkan dengan pipa berdiameter ½ inci dengan panjang 100 cm.

Sumber panas dihasilkan melalui kompor gas berukuran 3 kg yang berfungsi untuk memanaskan air yang terdapat pada ketel suling. Ketel suling diisi air sebanyak 40 L. Di bagian atas air diletakkan saringan bahan dengan diameter 39,5 cm dan tinggi 8,5 cm. Jarak antara permukaan air dengan saringan adalah 6 cm. Ketel suling berdiameter 40 cm dan tinggi 55 cm

dengan tutup berbentuk kerucut dengan tinggi 23,5 cm. Kondensor berdiameter 31,5 cm dengan tinggi 57,5 cm dilengkapi pipa spiral dengan panjang 6 m sebanyak 7 kumparan dengan tinggi kumparan 27 cm.

Rancang Bangun

Dalam proses perancangan suatu alat maupun mesin pertanian yang perlu diperhatikan adalah dimensi alat dan jenis bahan yang digunakan dalam pembuatan alat. Dimensi alat menunjukkan ukuran panjang, lebar dan tinggi alat. ukuran alat dan massa alat yang telah diketahui dapat memudahkan dalam proses pembuatan alat dalam skala besar. Pemilihan jenis bahan dalam pembuatan suatu alat sangat mempengaruhi keawetan, kelayakan dan kualitas dari alat tersebut. Sebagai contohnya adalah alat yang akan digunakan untuk memproduksi bahan yang akan dikonsumsi maka bagian dari alat tersebut harus berupa konstruksi anti karat seperti halnya aluminium dan *stainless steel* sesuai dengan literatur Smith dan Wilkes (1990) yang menyatakan bahwa keberhasilan atau kegagalan suatu alat sering sekali tergantung pada bahan yang dipakai untuk pembuatannya. Bahan yang digunakan untuk pembuatan peralatan usaha tani dapat diklasifikasikan dalam logam dan bukan logam.

Penentuan dimensi pada alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air ini didasarkan oleh perhitungan awal perancangan alat yang meliputi asumsi suhu uap, suhu minyak yang dihasilkan, volume air yang dibutuhkan, estimasi lama waktu penyulingan serta asumsi ukuran pipa yang dibutuhkan. Panjang pipa spiral yang digunakan adalah 6 m, sedangkan pada hasil perhitungan adalah 9,3 m. Hal ini dikarenakan pertimbangan dalam pembuatan alat yaitu apabila pipa yang digunakan adalah 9,3 m dengan diameter putaran 28 cm, maka akan terlalu panjang jalur pipa untuk perubahan fase uap menjadi cair, maka akan banyak minyak tertinggal pada spiral dan terjadinya penyumbatan akibat pengotoran pada pipa spiral sehingga digunakan panjang pipa standar yaitu 6 m.

Kapasitas maksimal saringan dari hasil perhitungan adalah 10,53 kg. Pada pengujian di lapangan, kapasitas maksimal saringan adalah 5 kg. Pada penelitian ini, digunakan bahan sebanyak 2,5 kg. Saringan yang terisi penuh oleh bahan akan menyebabkan penumpukan dan akan menghambat pelepasan minyak dari bahan. Saringan yang terisi sedikit oleh bahan akan mengakibatkan peningkatan tekanan karena banyaknya ruang kosong pada saringan sehingga hanya uap air yang melewati ketel.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan alat ini berupa *stainless steel* pada bagian ketel suling, pipa penghubung dan pipa spiral. Pada ketel kondensor digunakan drum berbahan plastik dan saringan berbahan aluminium. Pemilihan aluminium dan *stainless steel* karena bahan tersebut merupakan bahan logam yang tidak mengalami proses korosi, sedangkan drum berbahan dasar plastik merupakan bahan non logam sesuai dengan literatur Widianegara (2010) yang menyatakan bahwa *stainless steel* dapat bertahan dari serangan karat berkat interaksi bahan-bahan campurannya dengan alam.

Proses Penyulingan

Dalam satu kali proses penyulingan selama 5 jam diperlukan bahan bakar (gas elpiji) sebanyak 1,5 kg, air penghasil uap 15 L dan jahe 2,5 kg dengan kadar air 31,15 % (kering oven selama 18 jam dengan suhu 55 °C). Proses penyulingan dengan tipe uap dan air pada penelitian ini tidak dapat dilakukan pada suhu pemanasan lebih dari 100 °C dan tekanan yang dihasilkan pada penelitian ini adalah dibawah 1 atm. Suhu air pada kondensor dapat dapat berada pada suhu 25 – 30 °C. Apabila api kompor besar maka suhu pemanasan akan tinggi dan apabila suhu kondensor dibawah 25 °C maka distilat yang dihasilkan berupa air dengan volume yang sangat besar, hampir tidak mengandung minyak dan suhu distilat tidak sesuai yang diinginkan karena suhu distilat yang keluar akan kurang dari 25 °C.

Penyulingan dengan tipe uap dan air pada penelitian ini bersifat kontinu, dengan api sedang maka suhu naik secara bertahap hingga suhu maksimal 100 °C dan suhu air kondensor dipertahankan tidak terlalu dingin dan tidak terlalu panas (25 – 30 °C) dengan mensirkulasikan air keran. Setelah mencapai suhu optimum (98 °C), setiap lima menit sekali keran dibuka dan ditampung distilat yang keluar di gelas ukur. Distilat yang keluar berupa minyak dan air dimana perbandingan minyak dengan air adalah 1 : 1000. Minyak atsiri yang diperoleh dipisahkan dengan corong pemisah, pipet tetes, separator atau kertas saring. Dalam hal ini, digunakan pipet tetes untuk memisahkan air dengan minyak.

Prinsip kerja alat ini, yaitu dengan memanaskan air di dalam ketel suling dimana, di dalam ketel suling terdapat saringan berisi bahan yang akan diuapkan. Ketel ditutup rapat agar tidak ada uap yang keluar dari celah tutup ketel maupun pipa sambungan. Secara bertahap suhu akan naik hingga maksimal 100 °C sehingga menguapkan air sekaligus minyak yang

kemudian mengalir melalui pipa penghubung (diameter ½ inci dengan panjang 1 m) dan mengalami proses kondensasi atau perubahan fase dari uap menjadi cair saat masuk ke dalam pipa spiral (diameter ½ inci dengan panjang 9,3 m dan terdiri dari 7 kumparan). Distilat akan keluar melalui keran distilat dan kemudian dipisahkan minyak dengan air menggunakan pipet tetes.

Warna Minyak Jahe

Pengamatan warna dilakukan secara organoleptik dengan melihat warna minyak atsiri jahe yang dihasilkan. Digunakan tiga orang panelis untuk melakukan pengamatan terhadap warna minyak jahe. Dari tiga sampel yang dihasilkan digunakan tiga panelis untuk mendeskripsikan warna dari setiap sampel minyak yang dihasilkan dan disesuaikan dengan SNI warna minyak jahe.

Tabel 2. Warna minyak jahe

Keterangan	Panelis 1	Panelis 2	Panelis 3
Ulangan 1	Kuning kemerahan	Kuning kecoklatan	Kuning
Ulangan 2	Kuning kecoklatan	Coklat kemerahan	Merah kekuningan
Ulangan 3	Kuning	Kuning	Kuning

Minyak atsiri yang disuling dari jahe berwarna bening sampai kuning tua bila bahan yang digunakan cukup kering. Dari hasil deskripsi oleh tiga panelis terhadap tiga sampel minyak, sampel minyak terbaik adalah sampel tiga dengan warna kuning, dimana sesuai dengan SNI warna minyak jahe yaitu kuning muda – kuning. Dan bahwa kualitas warna, aroma dan jumlah minyak atsiri ditentukan oleh jenis bahan, kualitas fisik bahan, perlakuan terhadap bahan dan proses penyulingan yang digunakan. Warna minyak jahe bergantung pada kualitas dan kadar air jahe yang disuling (Anonim, 2010).

Jahe yang digunakan adalah jahe emprit atau jahe dapur yang mana menurut Kurniasari (2008) bahwa jahe emprit lebih besar kandungan minyaknya dari pada jahe merah dan jahe gajah. Jahe dengan kadar air 94 % dari hasil penelitian Puenghian dan Sirichote (2008) diiris seragam, dicuci dan dibersihkan dari kotoran kemudian

dikeringkan dengan oven pada suhu 55 °C selama 18 jam dengan berat awal 7 kg menjadi 2,6 kg (KA = 31,15 %). Jadi, jahe yang digunakan bukan jahe segar dan bukan simplisia melainkan jahe yang telah dihilangkan sebagian besar kadar airnya. Untuk penyulingan dengan uap dan air, bahan berupa rimpang seperti jahe dengankadar air tinggi tidak dapat disuling secara maksimal, sehingga harus dilakukan penghilangan kadar air jahe atau menjadikan jahe sebagai simplisia kering.

Kapasitas Efektif Alat

Kapasitas efektif alat menunjukkan produktivitas alat selama pengoperasian tiap satuan waktu. Dalam hal ini kapasitas efektif alat diukur dengan membagi volume minyak yang dihasilkan terhadap waktu yang dibutuhkan selama pengoperasian alat.

Tabel 3. Kapasitas efektif alat

Ulangan	Volume (ml)	Waktu (jam)	Kapasitas Efektif Alat (ml/jam)
I	2	5	0,4
II	1,5	5	0,3
III	3	5	0,6
Rata-rata	2,17	5	0,43

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali ulangan untuk masing-masing bahan sebanyak 2,5 kg dengan waktu 5 jam. Air hasil sulungan yang mengandung minyak keluar minimal 1,5 jam dari proses awal penyulingan. Air yang mengandung minyak akan keluar sedikit demi sedikit secara berangsur-angsur. Penyulingan dinyatakan selesai apabila distilat yang keluar sudah tidak mengandung minyak lagi. Distilat

ditampung sementara di gelas ukur. Pemisahan air dengan minyak menggunakan pipet tetes.

Dari ketiga ulangan yang dilakukan, nilai kapasitas efektif alat tertinggi adalah pada ulangan ketiga yaitu 0,43 ml/jam dengan volume minyak 3 ml. kapasitas efektif rata-rata adalah 0,43 ml/jam. Kapasitas efektif alat dipengaruhi oleh kelayakan alat terhadap kebocoran, besar api yang digunakan, suhu air kondensor dan kualitas jahe itu sendiri. Alat ini memiliki

kapasitas air 40 L, tetapi untuk satu kali penyulingan dibutuhkan air sebanyak 3 L/jam. Alat ini dapat digunakan maksimal 10 jam/hari dan bahan yang akan disuling dapat diganti sesuai dengan kebutuhan dan tentunya bahan tersebut sesuai untuk alat penyuling tipe uap dan air.

Menurut Indriyanti (2013) ciri khas dari metode ini adalah uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas, bahan yang disuling hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan air panas. Apabila api yang digunakan terlalu besar maka suhu akan melebihi 100 °C maka tekanan akan tinggi dan pipa akan cepat panas yang berpengaruh

terhadap suhu air kondensor, sehingga distilat yang keluar volumenya besar dengan suhu lebih dari 30 °C dan tidak mengandung minyak. Pada pengujian di lapangan, perlu diperhatikan penggunaan api, jika terlalu kecil akan menghambat proses pendidihan air dan api akan mati jika terkena angin kencang, sehingga proses penguapan dapat terhambat.

Rendemen

Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui seberapa besar rendemen yang dihasilkan oleh suatu alat dalam memproduksi minyak jahe tiap satuan banyak bahan yang diolah.

Tabel 4. Rendemen minyak jahe

Ulangan	Berat Minyak (gr)	Rendemen Minyak (%)
I	2,59	0,1
II	2,11	0,08
III	3,08	0,12
Rata-rata	2,59	0,1

Dari tiga ulangan yang dilakukan, rendemen tertinggi pada ulangan tiga yaitu 0,12 %, rendemen terendah pada ulangan kedua yaitu 0,08 % hal ini disebabkan oleh kualitas jahe, kadar air jahe yang disuling lebih dari 20 % karena proses pengeringan yang tidak sempurna, kemudian api yang terlalu kecil dan kemudian mati selama beberapa menit karena terkena angin, sehingga menyebabkan proses penguapan dapat terhenti. Rendemen rata-rata dari ketiga ulangan tersebut adalah 0,1 %.

Rendemen minyak jahe yang diperoleh pada penelitian ini belum sesuai dengan SNI dimana, rendemen minyak jahe adalah 1,5 – 3,5 % Kurniasari (2008). Menurut data (Von Rechenberg dalam Ernest Guenther dalam Faryy dkk., 1994) rendemen jahe yang dihasilkan melalui sistem penyulingan dengan uap dan air berkisar antara 0,2 % – 0,3 %, dimana pada penelitian yang telah dilakukan dihasilkan rendemen rata-rata 0,1 % (mendekati data tersebut).

Faktor yang mempengaruhi rendemen adalah kualitas fisik dari jahe yang digunakan, jahe harus segar dan berumur tua (9 – 10 bulan) sehingga mengandung minyak yang tinggi. Hal ini sesuai dengan literatur Rusli (2010) yang menyatakan bahwa panen rimpang dilakukan saat usia tanaman mencapai 9 – 10 bulan, jika akan diolah menjadi minyak atsiri, rimpang dipotong dengan ketebalan sekitar 3 mm dan dikeringkan hingga kadar air mencapai 10 – 15 %. Untuk penyulingan tipe uap dan air, perlakuan

terhadap jahe adalah harus dikurangi terlebih dahulu kadar airnya karena kadar air jahe sangat tinggi yaitu 94 %. Pada penelitian ini jahe yang disuling mengandung kadar air 31,15 % (bukan simplisia). Selanjutnya, yang mempengaruhi adalah pemisahan minyak dengan air menggunakan pipet tetes kurang efisien karena masih banyak minyak yang tertinggal di gelas ukur atau pada air sisa distilat yang keluar.

Kinerja Alat

Kinerja alat dapat dihitung dengan membagi nilai kapasitas alat yang diperoleh di lapangan terhadap kapasitas alat lain. Nilai kapasitas alat ini adalah 0,43 ml/jam sedangkan nilai kapasitas alat lain dengan tipe yang sama adalah 0,625 ml/jam, maka kinerja alat ini adalah 68,8 %.

Kinerja alat merupakan suatu ukuran keberhasilan suatu alat dalam menghasilkan produk per satuan waktu untuk mencapai hasil dari kegiatan yang dijalankan. Sedangkan dalam perhitungan analisis ekonomi menjelaskan bahwa kinerja alat dalam menghasilkan produk yang dinilai dari segi biaya, yaitu biaya pembuatan alat dan biaya produksi menggunakan alat penyuling tipe uap dan air sehingga dapat memperhitungkan kelayakan serta keuntungan dalam penggunaan alat ini. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soeharno (2007) yang menyatakan bahwa analisis ekonomi digunakan untuk menentukan besarnya biaya yang harus dikeluarkan saat produksi menggunakan alat ini. Dengan analisis ekonomi

dapat diketahui seberapa besar biaya produksi sehingga keuntungan alat dapat diperhitungkan.

Tidak ada literatur khusus yang menjelaskan jumlah bahan yang diperlukan untuk menghasilkan 1 L minyak jahe, yang mempengaruhi kinerja alat adalah konstruksi alat, bahan yang digunakan, metode penyulingan dan pengalaman kerja terhadap proses penyulingan. Dari hasil penelitian Supriyanto dan Cahyono (2013) 120 gr jahe kering menghasilkan minyak 0,03 ml dalam satu jam. Seharusnya dihasilkan 0,625 ml/jam dari 2500 gr jahe kering, sedangkan pada penelitian ini paling tinggi adalah 0,43 ml/jam dengan perlakuan jahe dalam kadar air 31,15 % dan pemisahan minyak yang kurang sempurna.

Dari rata-rata kapasitas efektif alat, maka diperoleh kinerja alat sebesar 68,8 % kinerja alat dapat ditingkatkan dengan mengubah bahan atau perlakuan terhadap bahan dan melakukan pemisahan minyak dengan corong pemisah maupun separator. Secara teoritis, alat dan mesin pertanian yang baik memiliki persentase kinerja antara 60% – 70%, lebih dari itu akan semakin baik. Berdasarkan pedoman tersebut, alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air ini dinyatakan layak untuk digunakan.

Alat penyuling tipe uap dan air ini diperkirakan akan layak pakai selama 5 tahun. Alasannya adalah bahwa alat ini terbuat dari

bahan *stainless steel* yang bersifat non korosi sehingga bisa dipakai tahan lama. Selain itu, untuk menjaga keawetan alat, harus teratur dilakukannya pembersihan terhadap alat setelah pemakaian yaitu dengan cara menguapkan air bersih pada alat tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Harris (1987) yang menyatakan bahwa pemeliharaan dan perawatan alat harus secara teratur dilakukan walau hanya menyuling satu jenis tanaman, hal inidilakukan agar alat tidak cepat rusak. Caranya adalah dengan menguapkan air saja pada alat sehingga sisa minyak yang tertinggal pada alat akan terbawa keluar, dilakukan hingga yang keluar berupa cairan bening yang tidak mengandung minyak.

Heat Exchanger

Perpindahan panas merupakan panas yang berpindah dari suatu tempat ke tempat lain dengan adanya faktor tertentu. Panas akan mengalir dari tempat yang suhunya tinggi ke tempat yang suhunya lebih rendah. Dalam hal ini panas yang dihasilkan oleh ketel uap dialirkan kedalam kondensor untuk akhirnya dapat diubah menjadi minyak. Hal ini disebabkan oleh adanya *heat exchanger* yang berfungsi mengubah fase uap menjadi fase cair. Kalor yang dilepas dalam satu kali proses berturut-turut yaitu sebagai berikut.

Tabel 5. Perpindahan panas

Ulangan	Suhu Pendinginan (°C)	Suhu Uap (°C)	Perpindahan Kalor (J)
I	28	98	420.000
II	28	98	420.000
III	30	98	408.000
Rata-rata	28,7	98	416.000

Kalor terendah yang dilepas adalah pada suhu pendinginan 30 °C yaitu sebesar 408.000 J dan rata-rata nilai kalor yang dilepas adalah 416.000 J. Alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air ini menggunakan *heat exchanger* dengan tipe spiral, dimana tipe spiral sangat baik pada cairan yang sangat kental dan bertekanan sedang. Hal ini sesuai dengan literatur Wallas (1982) yang menyatakan bahwa aliran fluida pada *heat exchanger* tipe spiral menggunakan aliran fluida spiral mengalir dua arah.

Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi digunakan untuk menentukan besarnya biaya yang harus dikeluarkan saat produksi menggunakan alat ini. Dengan analisis ekonomi dapat diketahui seberapa besar biaya produksi sehingga keuntungan alat dapat diperhitungkan. Dengan

metode garis lurus, biaya penyusutan dianggap sama setiap tahun.

Harga bahan baku jahe segar yaitu Rp 10.000 /kg. Dari analisis ekonomi yang dilakukan diperoleh biaya untuk menghasilkan minyak jahe sebesar Rp 3.244,61 /ml. Artinya, untuk memproduksi 1 ml minyak jahe dibutuhkan biaya sebesar Rp 3.244,61.

Break Event Point (BEP)

Menurut Waldiyono (2008), analisis titik impas umumnya berhubungan dengan penentuan tingkat produksi minyak untuk menjamin agar kegiatan usaha yang dilakukan dapat membiayai sendiri, selanjutnya dapat berkembang sendiri. Dalam analisis ini, keuntungan awal dianggap sama dengan nol. Dari perhitungan yang dilakukan, alat penyuling

ini akan menghasilkan *break event point* jika menghasilkan minyak sebesar 255,82 ml/tahun.

Net Present Value (NPV)

NPV adalah kriteria yang digunakan untuk mengukur suatu alat layak atau tidak untuk diusahakan. Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh nilai NPV dengan suku bunga 6,75 % adalah Rp 24.302.919,21. Hal ini berarti usaha ini layak dijalankan karena nilai NPV lebih besar daripada nol (Rp 24.302.919,21 > 0). Hal ini sesuai dengan pernyataan Darun (2002) yang menyatakan bahwa kriteria NPV, yaitu jika NPV > 0, berarti usaha tersebut menguntungkan dan layak untuk dikembangkan. NPV < 0, berarti sampai dengan t tahun investasi proyek tidak menguntungkan dan tidak layak untuk dilaksanakan.

Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) digunakan untuk memperkirakan kelayakan lama (umur) pemilihan suatu alat atau mesin pada tingkat keuntungan tertentu. Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh nilai IRR yaitu 57,65 %. Artinya, usaha penyulingan minyak jahe masih layak untuk dijalankan jika peminjaman modal di bank pada suku bunga di bawah 57,65 %. Semakin tinggi bunga pinjaman di bank, maka keuntungan yang diperoleh akan semakin kecil.

KESIMPULAN

1. Alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air berfungsi untuk menghasilkan minyak dari rimpang jahe.
2. Warna terbaik dari minyak jahe adalah kuning.
3. Kapasitas efektif rata-rata alat pada alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air adalah 0,43 ml/jam untuk penyulingan jahe.
4. Rendemen rata-rata alat pada alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air adalah 0,1 % untuk penyulingan jahe.
5. Kinerja alat pada alat penyuling minyak atsiri tipe uap dan air adalah 68,8 % untuk penyulingan jahe.
6. Nilai rata-rata kalor yang dilepas adalah 416.000 J untuk penyulingan jahe.
7. Biaya pokok yang dikeluarkan untuk memproduksi minyak jahe dari tahun pertama sampai tahun ke lima adalah Rp 4.507,49 /ml.
8. Nilai *Break Event Point* (BEP) dari tahun pertama sampai tahun ke lima adalah 255,82 ml/tahun.

9. Nilai *Net Present Value* (NPV) 6,75 % sebesar Rp 24.302.919,21, alat dinyatakan layak untuk digunakan.
10. Nilai *Internal Rate of Return* (IRR) adalah 57,65 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010. Pengolahan Jahe. Diakses dari: <http://kadin-indonesia.or.id> [9 Januari 2016].
- Farry, B. Paimin dan Murhananto, 1994. Budidaya, Pengolahan dan Perdagangan Jahe. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Indriyanti, C. P., 2013. Identifikasi Komposisi Minyak Atsiri pada Beberapa Tanaman dari Indonesia yang Memiliki Bau Tidak Sedap. Diakses dari: <http://repository.upi.edu> [19 April 2016].
- Kurniasari, L., I. Hartati, dan R. D. Ratnani, 2008. Kajian Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Diakses dari: <http://unwahas.ac.id> [9 Januari 2016].
- Luntong dan Rahmayati, 2002. Produksi Dan Pedangan Minyak Atsiri. Swadaya. Jakarta.
- Puengphian, C. dan A. Sirichote, 2008. [6]-*Gingerol Content and Bioactive Properties of Ginger (Zingiber officinale Roscoe) Extracts from Pupercritical CO2 Extraction*. As. J. Food Ag-Ind.1: 29-36
- Purba, R., 1997. Analisa Biaya Dan Manfaat. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Rusli, M. S., 2010. Sukses Memperoleh Minyak Atsiri. PT Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Sastrohamidjojo, H., 2004. Kimia Minyak Atsiri. UGM Press. Yogyakarta.
- Smith, H. P. dan L. H. Wilkes, 1990. Mesin dan Peralatan Usaha Tani. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soeharno, 2007. Teori Mikroekonomi. Andi Offset. Yogyakarta.

- Supriyanto dan B. Cahyono, 2013. Perbandingan Kandungan Minyak Atsiri Jahe Segar dan Jahe Kering. Diakses dari: <http://download.portalgaruda.org> [19 April 2016].
- Waldiyono, 2008. Ekonomi Teknik (Konsep, Teori dan Aplikasi). Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Wallas, S. M., 1988. Chemical Proses Equipment Selection and Design. Butterworths. Amerika.
- Widiantara, 2010. Pengiris Bawang Merah dengan Pengiris Vertikal (*Shalot Slicer*). Seminar Rekayasa Kimia dan Proses : 1411-4216 : F-0.