

PENGARUH KEPADATAN BAHAN TERHADAP LAJU PENYULINGAN DAN RENDEMEN MINYAK DAUN CENGKEH

Oleh

ZET RANTETANA
G 621 03 035



| | |
|----------------|-----------|
| Tgl. Terima | 25-11-09 |
| Ageni/Instansi | Portamida |
| Keperluan | 1 Bks |
| Tipe | Hyundai |
| Tempat | |
| Daerah | |
| Provinsi | SKR - POG |

RAN
P

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
MAKASSAR
2009

RIWAYAT HIDUP



Zet Rantetana dilahirkan di Palopo, pada tanggal 21 Mei 1985. Putra Kedua dari empat bersaudara pasangan Pdt. M.S Rantetana STh dan Yostina Liling. Jenjang Pendidikan yang pernah dilalui adalah :

1. TK Kristen Harapan, Kabupaten Tana Toraja (1990 – 1991)
2. SD Negeri No. 64 Tallung Lipu, Kabupaten Tana Toraja (1991 -1997)
3. SLTP Negeri I Rantepao, Kabupaten Tana Toraja (1997– 2000)
4. SMU Negeri I Rantepao, Kabupaten Tana Toraja (2000 – 2003)
5. Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar, (2003 – 2009)

UCAPAN TERIMA KASIH

Banyak hal yang bisa berubah, pergi ataupun hilang. Namun satu hal yang ku tahu pasti bahwa kasih sayangmu tak pernah pudar. Tak terangkai sebuah kata apapun untuk menyatakan semua rasa terima kasihku, kerana apa yang telah kudapat saat ini hanyalah sebuah kebanggaan, bukan kesuksesanku melainkan keberhasilanmu yang sanggup memenuhi tuntutanku biaya perkuliahanku.

Terima kasih untukmu, Orang tuaku **Pdt. M.S Rantetana, STh** dan **Yostina Liling** yang telah menyayangiku, memberiku kepercayaan dan senantiasa menyelimutiku dengan doa di sepanjang perjalananku. Tak lupa untuk saudara-saudaraku **Kharisma Rantetana, Alresty Rantetana** dan **Patrik Rantetana** yang telah memberi warna dan bentuk kehidupan tersendiri serta seluruh keluarga atas segala perhatian, doa dan kasih sayang sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.

RINGKASAN

Daun cengkeh merupakan sumber minyak atsiri yang sangat potensial karena ketersediaan bahannya ada disepanjang tahun, selain itu pengambilan minyak atsirinya pun tidak merusak tanaman induknya karena bagian yang digunakan adalah daun yang telah gugur dari rantingnya. Akan tetapi teknik penyulingan yang dilakukan oleh sebagian masyarakat petani cengkeh masih sangat sederhana berdasarkan pengalaman yang didapatkan secara turun-temurun sehingga rendemen minyak yang dihasilkan belum maksimal.

Pengambilan minyak atsiri dari daun cengkeh dalam penelitian ini dilakukan dengan sistem penyulingan uap dan air. Bahan baku yang telah dikeringkan sebanyak 1000 gram dimasukkan ke dalam ketel untuk dilakukan proses penyulingan berdasarkan 3 tingkat kepadatan bahan yang telah ditetapkan. Parameter yang diamati adalah laju penyulingan, laju keluarnya minyak dari bahan dan rendemen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan bahan sangat mempengaruhi besarnya laju penyulingan dan rendemen minyak yang dihasilkan, dimana penyulingan berbanding terbalik dengan perolehan rendemen maupun laju keluarnya minyak dari bahan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia dan anugerah-Nya sehingga skripsi ini dapat dapat diselesaikan dengan baik sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Skripsi ini diselesaikan atas bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik materil maupun moril. Untuk itu, pada kesempatan ini secara khusus dan penuh kerendahan hati, penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Bapak Ir. Helmi A. Koto Ms** dan **Bapak Dr. Ir. Salengke M.Sc** selaku dosen pembimbing yang telah mencurakan waktu dan pikiran dalam mengarahkan dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan berkat dan karunia-Nya kepada Beliau.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak untuk penyempurnaan skripsi ini, smoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, Nopember 2009

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| RIWAYAT HIDUP..... | iii |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | iv |
| RINGKASAN..... | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Tujuan dan Kegunaan..... | 2 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| A. Tanaman Cengkeh..... | 4 |
| B. Minyak Daun Cengkeh | 5 |
| C. Sifat Fisika dan Kimiawi Minyak Daun Cengkeh..... | 6 |
| D. Penyulingan | 7 |
| a. Penyulingan Dengan Air..... | 10 |
| b. Penyulingan Dengan Uap dan Air | 11 |
| c. Penyulingan Uap..... | 12 |
| E. Peralatan Penyulingan..... | 13 |

| | |
|---|----|
| F. Kontruksi Ketel Penyulingan | 14 |
| 1. Ketel penyulingan | 14 |
| a. Tutup ketel | 15 |
| b. Ruang Dalam Ketel | 15 |
| c. Barometer | 15 |
| 2. Tabung Pendingin | 15 |
| 3. Kondisi Penyulingan | 16 |
| G. Rendemen | 16 |
| H. Laju Penyulingan | 17 |
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| A. Waktu Dan Tempat | 19 |
| B. Alat dan Bahan | 19 |
| C. Perlakuan Penelitian | 19 |
| D. Parameter Pengamatan | 20 |
| E. Prosedur Penelitian | 20 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| A. Rendemen Minyak | 22 |
| B. Laju Penyulingan | 26 |
| C. Laju Keluarnya Minyak Dari Bahan | 28 |
| D. Analisis Biaya | 29 |
| BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| No | Judul | Halaman |
|----|---------------------------------------|---------|
| 1. | Standar Mutu Minyak Daun Cengkeh..... | 7 |

DAFTAR GAMBAR

| No | Judul | Halaman |
|----|--|---------|
| 1. | Skema Alat Penyulingan | 16 |
| 2. | Hubungan Massa Minyak Dengan Lama Penyulingan Untuk Setiap Interval Waktu | 22 |
| 3. | Hubungan Laju Penyulingan Untuk Setiap Interval Waktu | 25 |
| 4. | Hubungan Laju Keluarnya Minyak Dengan Lama Penyulingan Pada Setiap Interval Waktu | 27 |
| 5. | Hubungan Antara Nilai Penjualan Dengan Besarnya Penggunaan Bahan Bakar Pada Setiap Interval Waktu | 29 |
| 6. | Selisih antara kebutuhan bahan bakar dengan besarnya nilai Penjualan minyak terhadap lama penyulingan..... | 30 |

DAFTAR LAMPIRAN

| No | Judul | Halaman |
|-----|---|---------|
| 1. | Perhitungan Rendemen Minyak | 37 |
| 2. | Data perolehan minyak untuk setiap kondensat pada setiap interval waktu | 38 |
| 3. | Perhitungan Laju Penyulingan Perlakuan A | 38 |
| 4. | Perhitungan Laju Penyulingan Perlakuan B | 39 |
| 5. | Perhitungan Laju Penyulingan Perlakuan C | 39 |
| 6. | Daftar Harga (bahan Baku, Gas LPG dan minyak Daun cengkeh) | 40 |
| 7. | Perhitungan Ekonomi Untuk Kepadatan A | 40 |
| 8. | Perhitungan Ekonomi Untuk Kepadatan B | 41 |
| 9. | Perhitungan Ekonomi Untuk Kepadatan C | 41 |
| 10. | Gambar perubahan warna minyak sebelum dan sesudah di ovenkan | 42 |
| 11. | Gambar Kondensat (Air dan Minyak) dalam Corong pisah | 42 |
| 12. | Gambar Alat Penyulingan | 43 |
| 13. | Gambar Kondensor | 43 |

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor minyak atsiri, seperti minyak nilam, daun cengkeh akar wangi, pala, kenanga, dan cendana. yang dikenal sebagai *Java citronellal oil*. Beberapa daerah produksi minyak atsiri adalah daerah Jawa Barat (daun cengkeh, akar wangi, pala), Jawa Timur (kenanga, daun cengkeh), Jawa Tengah (daun cengkeh, nilam), Bengkulu (nilam), Aceh (nilam, pala), Nias, Tapanuli, dan Sumatera Barat (Manurung, 2003).

Minyak atsiri yang dihasilkan dari tanaman aromatik seperti minyak cengkeh, merupakan komoditas ekspor nonmigas yang dibutuhkan diberbagai industri seperti dalam industri parfum, kosmetika, industri farmasi/obat-obatan, industri makanan dan minuman. Dalam dunia perdagangan, komoditas ini dipandang punya peran strategis dalam menghasilkan produk primer maupun sekunder, baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor. Komoditas ini masih tetap eksis walaupun selalu terjadi fluktuasi harga, namun baik petani maupun produsen masih diuntungkan.

Sebagian besar minyak atsiri umumnya diperoleh dengan cara penyulingan menggunakan uap atau disebut juga hidrodestilasi (Guenther, 1987), dengan demikian proses penyulingan merupakan proses penting bagi pengusaha minyak atsiri. Hasil maupun sifat fisika kimia minyak daun cengkeh sebelum dilakukan destilasi (utuh atau ditumbuk), juga tipe

alat/cara destilasi (destilasi air, destilasi air dan uap atau destilasi uap langsung) sangat berpengaruh (Guenther, 1972).

Teknik penyulingan minyak atsiri yang selama ini diusahakan para petani, masih dilakukan secara sederhana dan hanya mengikuti pengalaman-pengalaman yang telah didapatkan secara turun-temurun. Minyak daun cengkeh hasil penyulingan dari petani mempunyai kadar eugenol berkisar antara 70-80%, sedangkan untuk industri dibutuhkan minyak dengan kadar eugenol paling rendah 90% (Anonim, 2009^a). Oleh karena itu diperlukan proses lebih lanjut yang dapat mengisolasi eugenol dari minyak cengkeh.

Peningkatan kualitas dan kuantitas dapat dilakukan melalui modifikasi alat penyulingan, pengembangan proses produksi serta penanganan proses penyulingan yang baik dan efisien, sehingga diharapkan akan mampu meningkatkan daya saing produk minyak daun cengkeh Indonesia yang pada gilirannya akan meningkatkan pendapatan daerah khusus pendapatan para petani cengkeh, serta dapat meningkatkan devisa negara.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka penulis sangat tertarik untuk melakukan penelitian tentang kepadatan bahan (daun cengkeh) dalam ketel dan pengaruhnya terhadap laju penyulingan serta rendemen minyak yang dihasilkan sehingga didapatkan produksi yang maksimal.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kepadatan bahan yang optimal dalam proses penyulingan minyak daun cengkeh tipe uap dan air.

Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan tingkat kepadatan bahan yang optimal untuk mendapatkan minyak daun cengkeh dengan rendemen yang tinggi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Cengkeh.

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) termasuk jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki batang pohon besar dan berkayu keras, cengkeh mampu bertahan hidup puluhan bahkan sampai ratusan tahun, tingginya dapat mencapai 20 - 30 meter dan cabang-cabangnya cukup lebat. Cabang-cabang dari tumbuhan cengkeh tersebut pada umumnya panjang dan dipenuhi oleh ranting-ranting kecil yang mudah patah. Mahkota atau juga lazim disebut tajuk pohon cengkeh berbentuk kerucut. Daun cengkeh berwarna hijau berbentuk bulat telur memanjang dengan bagian ujung dan pangkalnya menyudut, rata-rata mempunyai ukuran lebar berkisar 2 - 3 cm dan panjang daun tanpa tangkai berkisar 7,5 - 12,5 cm. Bunga dan buah cengkeh akan muncul pada ujung ranting daun dengan tangkai pendek serta bertandan. Pada saat masih muda bunga cengkeh berwarna keungu-unguan, kemudian berubah menjadi kuning kehijau-hijauan dan berubah lagi menjadi merah muda apabila sudah tua. Sedang bunga cengkeh yang sudah kering berwarna coklat kehitaman dan berasa pedas sebab mengandung minyak atsiri. Umumnya cengkeh pertama kali berbuah pada umur 4 - 7 tahun. Tumbuhan cengkeh akan tumbuh dengan baik apabila cukup air dan mendapat sinar matahari langsung. Di Indonesia, cengkeh cocok ditanam baik di daerah dataran rendah dekat pantai maupun di pegunungan pada ketinggian 900 meter di atas permukaan laut (Anonim, 2008^b).

Tanaman cengkeh dikenal sebagai tanaman rempah yang digunakan sebagai obat tradisional. Cengkeh termasuk salah satu penghasil minyak atsiri yang biasa digunakan sebagai bahan baku dalam industri farmasi maupun industri makanan, sedangkan penggunaan yang terbanyak sebagai bahan baku rokok (Armando H, 2009).

B. Minyak Daun Cengkeh

Minyak atsiri dapat bersumber dari setiap bagian tanaman, yaitu, dari daun, bunga, buah, biji, batang atau kulit dan akar atau rizhome. Minyak atsiri selain dihasilkan oleh tanaman, dapat juga bentuk dari hasil degradasi oleh enzim atau terdapat dibuat secara sintetis. (Richards, 1944).

Minyak daun cengkeh adalah minyak atsiri yang diperoleh dari penyulingan daun dan ranting tanaman cengkeh. Minyak dapat diperoleh dari daun cengkeh dengan cara destilasi uap dari daun cengkeh yang sudah tua atau yang telah gugur.(Anonim, 2009^a).

Diperkirakan produksi minyak daun cengkeh Indonesia pada tahun 2000 sebesar 1,317 ton atau sekitar 60 % dari produksi dunia yang besarnya 2,300 ton (Deperindag, 2001). Untuk mendapatkan minyak atsiri dari daun cengkeh dapat dilakukan dengan cara penyulingan. Bagian yang disuling umumnya adalah daun yang telah gugur, karena selain nilai ekonominya rendah juga tidak merusak tanaman pokoknya. Dari tanaman yang berumur lebih dari 20 tahun, setiap minggunya dapat terkumpul daun kering sebanyak rata-rata 0,96 kg/pohon, sedangkan tanaman yang

berumur kurang dari 20 tahun dapat terkumpul sebanyak 0,46 kg/pohon (Guenther, 1972). Mirna (1989) telah melakukan penyulingan minyak daun cengkeh dengan rendemen 2,8 % pada tekanan uap 1,6 kg/cm². Menurut Wahid et al, dalam Mirna (1989), minyak daun cengkeh memiliki rendemen rata-rata 3,56%.

Minyak daun cengkeh merupakan minyak atsiri yang mempunyai banyak kegunaan. Umumnya minyak daun cengkeh dimanfaatkan sebagai obat sakit gigi, obat gosok, pemberi aroma (*flavor*) pada beberapa jenis produk pangan misalnya permen karet, bahan baku untuk sintesis isoeugenol dan vanilin, bahan baku parfum dan dimanfaatkan dalam bidang farmasi. Kualitas minyak daun cengkeh dapat ditinjau dari warna minyak maupun kandungan eugenolnya yang merupakan komponen utama minyak daun cengkeh (Susianah, 2005).

C. Sifat Fisik dan Kimiawi Minyak Daun Cengkeh

Komponen minyak daun cengkeh dapat dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah senyawa fenolat dengan eugenol sebagai komponen terbesar. Kelompok kedua adalah senyawa non fenolat yaitu β -kariofeilen, akubeben, α -kopaen, humulen, δ -kadien, dan kadina 1,3,5 trien dengan β -kariofeilen sebagai komponen terbesar. Eugenol mempunyai flavor yang kuat dengan rasa yang sangat pedas dan panas (Sastrohamidjojo, 2002).

Disamping mengandung dua komponen utama yaitu eugenol dan karyofillen, minyak daun cengkeh mengandung beberapa senyawa dalam

jumlah kecil. Eugenol merupakan cairan tidak berwarna atau berwarna kuning-pucat, dapat larut dalam alkohol, eter dan kloroform. Mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{12}O_2$, bobot molekulnya adalah 164,20 dan titik didih $250 - 255^{\circ}C$ (Anonim, 2009^b). Menurut Gildemeister dan Hollmann, karyofillen merupakan zat yang bertitik didih rendah dalam minyak cengkeh, laevorotatori β -kariofillen (blue nitrosite titik cair $164^{\circ}C - 165^{\circ}C$) dan, dalam proporsi lebih kecil sebagai zat dengan titik didih lebih tinggi, optik inaktif α -kariofillen (nitrosoklorida titik cair $177^{\circ}C$) (Guenther, 1990).

Tabel 1. Standar Mutu Minyak Daun Cengkeh Menurut SNI

| No | Karakteristik | Standar SNI |
|----|------------------------------|----------------|
| 1. | Warna | - |
| 2. | Berat jenis | 1,0250- 1,0609 |
| 3. | Indek bias | 1,5200-1,5400 |
| 4. | Putaran optik | - |
| 5. | Kelarutan dalam alkohol 70 % | 1 : 2 |
| 6. | Kadar eugenol (%) | min, 78 |

Sumber : Marwati *et al.* (2005)

D. Penyulingan (*Destillation*)

Menurut Stephen Miaall ('A New Dictionary of Chemistry' London), penyulingan dapat didefinisikan sebagai pemisahan komponen-komponen suatu campuran dari dua jenis cairan atau lebih berdasarkan perbedaan tekanan uap dari masing-masing zat tersebut (Guenther, 1952). Pada awal penyulingan, hasil sulingan sebagian besar terdiri dari komponen yang bertitik didih rendah lalu disusul dengan yang bertitik didih lebih tinggi (Keteren, 1985).

Parameter penyulingan minyak atsiri adalah kualitas minyak, lama penyulingan dan persentase perolehan (rendemen). Ketiga parameter tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kualitas bahan; berat bahan; kepadatan dan tinggi bahan; perbandingan uap dan massa bahan; temperatur dan tekanan; kecepatan uap; kecepatan pemanasan; laju suplai energi; bahan dan dimensi peralatan (Ellyta, 2009).

Pada industri rakyat alat destilasi yang dipakai dibuat dari pelat besi dan warna minyak yang dihasilkan gelap. Adapun penyebab rendahnya kualitas ini karena minyak daun cengkeh yang dihasilkan masih mengandung pengotor yang kemungkinan berupa zat warna organik atau anorganik sehingga minyak ini berupa cairan yang berwarna gelap. Minyak daun cengkeh yang diproduksi dengan alat destilasi yang dibuat dari stainless steel umumnya mempunyai kualitas yang lebih baik, akan tetapi alat ini terlalu mahal sehingga petani memilih menggunakan alat yang terbuat dari besi (Guenther, 1950; Sastrohamidjojo, 2002).

Minyak atsiri adalah zat cair yang mudah menguap bercampur dengan persenyawaan padat yang berbeda dalam hal komposisi dan titik cairnya, larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air. Berdasarkan sifat tersebut, maka minyak atsiri dapat diekstrak dengan 4 macam cara, yaitu: Penyulingan (Destilation), Pressing (Ekspression), Ekstraksi dengan pelarut (Solvent ekstraksion) dan Absorpsi oleh menguap lemak padat (Enfleurage) (Ames dan Matthews, 1968).

Proses pemisahan komponen yang berupa cairan atau padatan dari 2 macam campuran atau lebih berdasarkan perbedaan titik uapnya, dan proses ini dilakukan terhadap minyak atsiri yang tidak larut dalam air. Jumlah minyak yang menguap bersama-sama uap air ditentukan oleh 3 faktor, yaitu: besarnya tekanan uap yang digunakan, berat molekul dari masing-masing komponen dalam minyak dan kecepatan minyak yang keluar dari bahan (Satyadiwiria, 1979). Parameter-parameter yang harus diperhatikan pada proses penyulingan adalah teknik penyulingan, lama penyulingan dan kerapatan bahan dalam tangki penyulingan. Teknik penyulingan sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas perolehan minyak. Lama penyulingan adalah parameter operasi yang terkait dengan jumlah perolehan minyak, sifat-sifat fisiko-kimia minyak. Kerapatan bahan dalam tangki penyulingan mempengaruhi kecepatan penyulingan. Kerapatan yang terlalu kecil atau besar akan memberikan persentasi perolehan minyak yang rendah (Ellyta, 2009).

Kandungan minyak saat ekstraksi dipengaruhi oleh lamanya proses dan jenis organ tanaman dengan harapan mempunyai rendemen yang tinggi (Lawson, 1995). Penyulingan dengan memakai tekanan uap rendah (cara uap dan air) tidak menghasilkan minyak dengan cepat, sehingga perpanjangan waktu penyulingan cukup penting artinya baik dari segi mutu maupun rendemen minyak (Rusli, 1974).

Proses penyulingan minyak dapat dipercepat dengan menaikkan suhu dan tekanan atau menggunakan sistim "*superheated steam*". Akan

tetapi hal ini hanya dapat dilakukan terhadap minyak atsiri yang sukar mengalami dekomposisi pada suhu yang lebih (Anonim, 2009^b).

Ekstraksi minyak atsiri dengan cara penyulingan mempunyai beberapa kelemahan, yaitu (Anonim, 2009^b):

- a) Tidak baik digunakan terhadap beberapa jenis minyak yang mengalami kerusakan oleh adanya panas dan air.
- b) Minyak atsiri yang mengandung fraksi ester akan terhidrolisa karena adanya air dan panas.
- c) Komponen minyak yang larut dalam air tidak dapat diekstrak.
- d) Komponen minyak yang bertitik didih tinggi yang menentukan bau wangi dan mempunyai daya fiksasi terhadap bau sebagian tidak ikut tersuling dan tetap tertinggal dalam bahan.
- e) Bau wangi minyak yang dihasilkan sedikit berubah dari bau wangi alamiah.

Dalam perkembangan pengolahan minyak atsiri telah dikenal 3 macam sistim penyulingan (Anonim, 2009^c).

a) Penyulingan dengan Air (*Water distillation*)

Pada sistim penyulingan dengan air, bahan yang akan disuling langsung kontak dengan air mendidih. Suatu keuntungan dari penggunaan sistim penyulingan ini adalah karena baik digunakan untuk menyuling bahan yang berbentuk tepung dan bunga-bunga yang mudah membentuk gumpalan jika kena panas. Kelemahan dari cara penyulingan tersebut adalah karena tidak baik digunakan untuk bahan-

bahan yang mengandung komponen sabun, bahan yang larut dalam air dan bahan yang dapat hangus jika suhu tidak diawasi (Anonim, 2009⁶)

b) Penyulingan dengan Air dan Uap (*Water and Steam Distillation*)

Yang dimaksud dengan penyulingan air dan uap yaitu penyulingan yang dilakukan dengan cara memisahkan penguapan air dengan penguapan minyak. Bahan tumbuhan diletakkan ditempat tersendiri yang dialiri uap air, atau secara lebih sederhana bahan tumbuhan diletakkan di atas air mendidih. (Harris, 1987).

Pada tipe penyulingan ini, perhatian ditujukan terhadap uap yang kontak dengan bahan dan uap-uap lain yang terbentuk, dan air dalam ketel penyulingan. Timbulnya gosong atau bahan yang mongering dapat dicegah karena suhu tidak akan melebihi suhu uap tekanan jenuh pada tekanan 1 atmosfer (pada tekanan atmosfer, suhu uap tidak pernah lebih dari 100°C). Dengan alas an diatas, maka kerusakan minyak lebih kecil, disbanding dengan minyak yang diperoleh dari hasil penyulingan uap langsung, terutama uap bertekanan tinggi, atau uap kelewat panas (Superheated steam) (Guenther E, 1987).

Keuntungan dengan menggunakan sistim penyulingan tersebut adalah karena uap berpenetrasi secara merata kedalam jaringan bahan dan suhu dapat dipertahankan sampai 100°C. Lama penyulingan relatif lebih singkat, rendemen minyak lebih besar dan mutunya lebih baik jika dibandingkan dengan minyak hasil dari sistim penyulingan dengan air (Anonim, 2009⁶).

Pada metode destilasi air dan uap, bahan kontak langsung dengan air mendidih sehingga mencegah terjadinya penggumpalan bahan seperti bila menggunakan uap langsung (Guenther, 1987).

Masalah lain yang timbul dalam penyulingan air dan uap adalah karena pada awal penyulingan, bahan olah keadaannya masih dingin, sehingga uap yang mula-mula terbentuk akan mengembun dan membasahi bahan olah yang disuling. Pembasahan ini akan berlangsung terus-menerus sampai suhu seluruh bahan sama dengan titik didih air pada tekanan tertentu. Pada bahan berupa daun atau biji, kulit akar dan sebagainya, pembasahan yang berlebihan akan mengakibatkan terbentuknya jalur uap. Untuk menghindari pembasahan karena hilangnya panas secara radiasi yang berkelanjutan, maka dinding ketel harus diisolasi (Guenther, 1987).

c) Penyulingan dengan Uap (*Steam Distillation*)

Pada sistim ini, air sebagai sumber uap panas terdapat dalam "boiler" yang letaknya terpisah dari ketel penyulingan. Uap yang dihasilkan mempunyai tekanan lebih tinggi dari tekanan udara luar. Penyulingan dengan uap sebaiknya dimulai dengan tekanan uap yang rendah (kurang lebih 1 atmosfer), kemudian secara berangsur-angsur tekanan uap dinaikkan menjadi kurang lebih 3 atmosfer. Jika permulaan penyulingan dilakukan pada tekanan tinggi, maka komponen kimia dalam minyak akan mengalami dekomposisi. Jika minyak dalam bahan dianggap sudah habis

tersuling, maka tekanan uap perlu diperbesar lagi yang bertujuan untuk menyuling komponen kimia yang bertitik didih tinggi (Anonim, 2009^c).

Sistim penyulingan ini baik digunakan untuk mengekstraksi minyak dari biji-bijian, akar dan kayu-kayuan pada umumnya, yang mengandung komponen minyak yang bertitik didih tinggi, misalnya minyak cengkeh, kayu manis, akar wangi, coriander, sereh, dan minyak boise de rose, sassafras, cumin, Cedar wood, kamfer, kayu putih, pimento, eucalyptus dan jenis minyak lainnya yang bertitik didih tinggi, sebaliknya penyulingan uap dan air ini tidak baik dilakukan terhadap bahan yang mengandung minyak atsiri yang mudah rusak oleh pemanasan dan air. Minyak yang dihasilkan dengan cara penyulingan, baunya akan sedikit berubah dari bau asli alamiah, terutama minyak atsiri yang berasal dari bunga-bunga. (Anonim, 2009^b).

E. Peralatan Penyulingan

Alat-alat yang diperlukan dalam penyulingan tergantung pada banyaknya bahan dan metode penyulingan yang dilakukan. Ada tiga bagian alat yang merupakan peralatan dasar, yaitu : ketel suling (retor), pendingin (kondensor), dan penampung hasil kondensasi (receiver), sedangkan untuk penyulingan uap diperlukan bagian tambahan yaitu ketel uap (Anonim, 2009^c).

1. Ketel Suling (retor), berfungsi sebagai wadah air dan uap untuk mengadakan kontak dengan bahan serta untuk menguapkan minyak atsiri.

2. Pendingin (kondensor), berfungsi untuk mengubah seluruh uap air dan uap minyak menjadi fase cair. Kondensor terdiri dari 4 tipe, yaitu : kondensor kisi, kondensor pipa lurus, kondensor berpilin, kondensor tubular.
3. Penampung hasil kondensasi (receiver) yang berupa alat pemisah minyak (decanter) yang berfungsi untuk memisahkan minyak dari air suling (condensed water), dimana air suling tersebut akan terpisah secara otomatis dari minyak atsiri.
4. Ketel uap berfungsi sebagai sumber penghasil uap

F. Konstruksi Ketel Penyuling

Skema dari ketel beserta ukuran- ukuran dan kapasitasnya dapat dilihat pada gambar dan keterangan di bawah ini.

1. Ketel Penyulingan

Ketel suling yang digunakan mempunyai ukuran:

Tinggi = 100 cm

Diameter Luar = 16,2 cm

Diameter Dalam = 15.9 cm

Volume maks. = 7,938 liter

Bahan = Plat Baja

Tebal Dinding Ketel = 3 mm

Bagian-bagian ketel terdiri dari :

a. Tutup ketel

- Tinggi = 25 cm
- Tebal plat = 2 mm
- Jumlah pengikat tutup (clem) = 8 buah
- Ukuran = 25 x 25 cm

b. Ruang dalam Ketel Suling

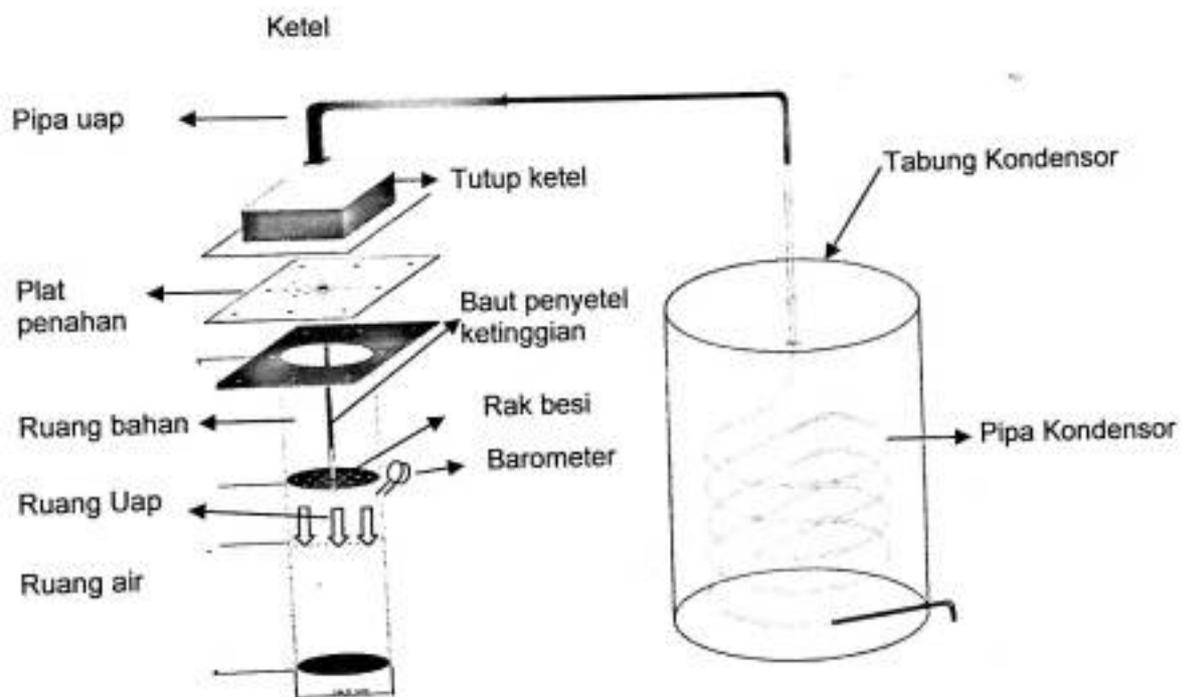
- Ruang untuk bahan : Maksimal 40 cm
- Ruang uap : Minimal 20 cm
- Ruang air : Maksimal 40 cm
- Rak besi berfungsi sebagai tempat meletakkan bahan agar tidak terjadi kontak langsung dengan air.
- Plat penahan berfungsi untuk menahan bahan agar tidak masuk ke dalam pipa kondensor bersama dengan uap. Selain itu rak penahan berfungsi sebagai penahan agar rak besi tidak jatuh ke dasar ketel. Plat ini juga berfungsi untuk mengatur ketinggian rak besi dengan memutar mur yang ada di atasnya sehingga baut yang tersambung dengan rak besi akan bergerak naik atau turun sesuai dengan arah putaran mur.

c. Barometer

Barometer berfungsi untuk mengetahui tekanan uap dalam ketel.

2. Tabung Pendingin (Kondensor)

Pendingin terdiri dari pipa stainless steel $\frac{1}{2}$ inch berbentuk L dengan panjang 250 cm dan pipa aluminium $\frac{1}{4}$ inchi berbentuk spiral dengan panjang 600 cm yang dibenamkan dalam drum berisi air.



Gambar 1. Skema alat penyulingan (tipe uap dan air)

3. Kondisi Penyulingan

Kondisi optimum yang diusahakan terjadi selama penyulingan sebagai berikut :

1. Debit air pendingin yang masuk dan keluar : 10-15 ml/detik
2. Suhu air pendingin yang masuk : 30 °C
3. Suhu air pendingin yang keluar : 30-35 °C
4. Suhu kondensat : 30 °C
5. Volume air dalam ketel : 7 liter

G. Rendemen

Rendemen merupakan perbandingan jumlah (kualitas) minyak yang dihasilkan dari ekstraksi tanaman aromatik. Adapun satuan yang digunakan adalah persen (%). Semakin tinggi nilai rendemen menunjukkan bahwa minyak atsiri yang dihasilkan semakin besar (Armando, 2009).

Kandungan minyak saat ekstraksi dipengaruhi oleh lamanya proses dan jenis organ tanaman dengan harapan mempunyai rendemen yang tinggi (Lawson, 1995). Menurut Guenther (1948), pada awal penyulingan, hasil penyulingan terdiri dari fraksi minyak yang mempunyai titik didih rendah, selanjutnya diikuti dengan minyak yang mempunyai titik didih lebih tinggi.

Secara sederhana rendemen minyak dapat dihitung dengan :

Rendemen C_{Tot} (%) =

$$\frac{\text{Berat minyak}}{\text{Berat daun sebelum disuling}} \times 100 \% \dots\dots\dots \text{Persamaan (1)}$$

H. Laju Penyulingan

Laju penyulingan menurut folsch, adalah nilai perbandingan antara jumlah air suling dan waktu (Guenther,1927). Laju penyulingan dapat di rumuskan dengan persamaan kelajuan :

$$k = \frac{m}{t} \dots\dots\dots \text{Persamaan. (2)}$$

di mana : k = Laju penyulingan

m = Massa kondensat (gram)

t = lama penyulingan (cm³)

I. Laju Keluarnya Minyak

Keluarnya minyak dari bahan baku adalah suatu proses penguapan. Laju penguapan pada mulanya besar dan semakin lama semakin mengecil karena minyak makin sulit menerobos permukaan bahan dan persediaan minyak dalam bahan semakin lama makin sedikit. Laju aliran keluarnya minyak ini diasumsikan mengikuti model persamaan differensial ordo pertama (Heldman dan Singh, 1981)

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -kC$$

Dengan mengintegrasikan persamaan (1) di atas dan dengan memasukkan kondisi batas untuk $t = 0$, $C = C_0$, maka :

$$C = C_0 \exp(-kt) \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

C_0 adalah kandungan minyak awal di dalam bahan baku dan t adalah lamanya penyulingan (menit). Besarnya C_0 adalah besarnya kandungan minyak dalam bahan (%) dikalikan dengan massa bahan (gram), sedangkan laju penyulingan (k) sangat tergantung pada konsentrasi minyak dalam bahan, tekanan uap dan suhu.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2009 di Kelurahan Kapasa, Kecamatan Tamalanrea, Makassar. Kemudian dilanjutkan dengan pemisahan dan pengukuran minyak di Laboratorium Kimia Analisis dan Pengawasan Mutu Pangan, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Taknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat destilator tipe uap dan air, timbangan digital, corong pisah, wadah plastik, oven, tabung reaksi, kertas label, stopwatch dan alat tulis menulis.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun cengkeh yang diperoleh dari Desa Dende' Kabupaten Toraja Utara.

C. Perlakuan Penelitian

Perlakuan penelitian ini dilakukan dengan 3 tingkatan kepadatan bahan, dimana kepadatan bahan dalam ketel dibentuk sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\pi r^2 L}$$

Dalam penelitian ini, massa bahan (m) yang digunakan dalam setiap percobaan sebanyak 1000 gram dengan diameter tabung destilator

15,9 cm ($r = 7,95$ cm) dan ketebalan bahan (L) 20, 30 dan 40 cm.

Dengan demikian didapatkan 3 variasi kepadatan bahan, masing-masing :

$$A = \text{Kepadatan Bahan} \frac{1000 \text{ gr}}{\pi r^2 20}$$

$$B = \text{Kepadatan Bahan} \frac{1000 \text{ gr}}{\pi r^2 30}$$

$$C = \text{Kepadatan Bahan} \frac{1000 \text{ gr}}{\pi r^2 40}$$

D. Parameter Pengamatan

- a) Rendemen minyak Persamaan (1)
- b) Laju penyulingan Persamaan (2)
- c) Laju keluarnya minyak Persamaan (3)

E. Prosedur Penelitian

a). Proses Penyulingan

1. Mempersiapkan alat dan bahan untuk proses penyulingan
2. Memasukkan air setinggi 40 cm dari dasar permukaan atau sebanyak 7 liter kedalam ketel.
3. Melakukan proses penyulingan daun cengkeh sebanyak 1000 gram pada berbagai kepadatan bahan sesuai dengan yang telah ditetapkan.
4. Menampung dan mencatat waktu setiap pengambilan 500 ml kondensat yang dihasilkan.
5. Proses penyulingan untuk masing-masing perlakuan dinyatakan selesai bila kondensat yang dihasilkan sebanyak 5 liter (10 kali pengambilan kondensat 500 ml).

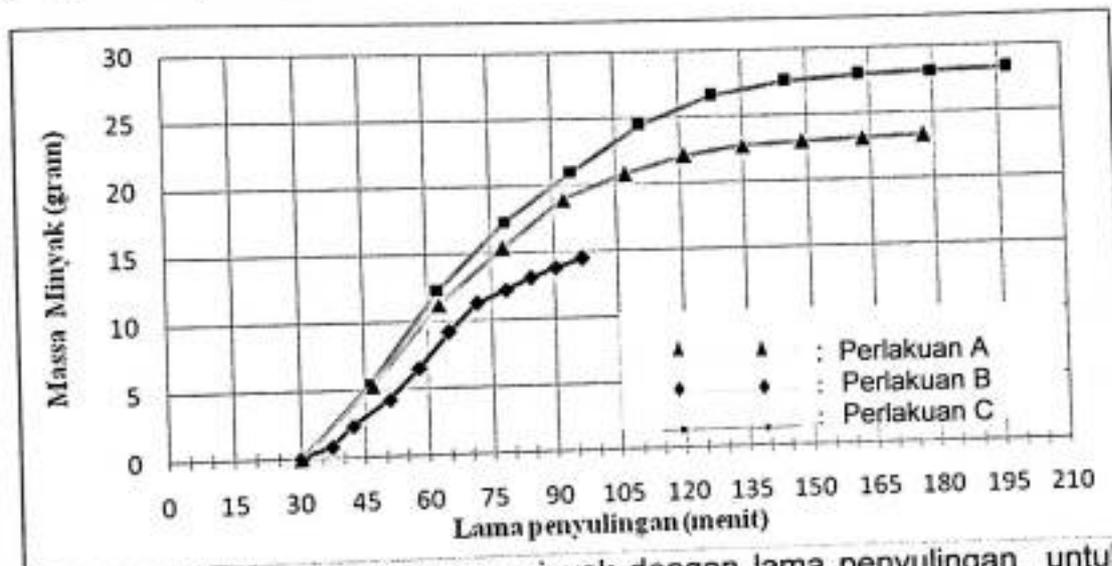
b) Pemisahan Minyak dan Pengukuran Rendemen

1. Kondensat dimasukkan dalam corong pisah 500 ml kemudian dikocok dan dibiarkan sampai minyak terpisah dengan air.
2. Melakukan proses pemisahan minyak.
3. Minyak yang dihasilkan ditampung kembali dalam corong pisah 125 ml karena masih mengandung sebagian kecil air yang ikut bersama minyak, kemudian ditambahkan $\text{NaCl} \pm 2$ gram sambil dikocok sampai air menjadi jenuh dan berada pada dasar corong pisah.
4. Mengeluarkan air yang masih tersisa dan menampung minyak dalam tabung reaksi
5. Melakukan proses pemanasan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam untuk menguapkan air yang masih tersisah
6. Pengukuran rendemen minyak untuk setiap 500 ml kondensat untuk masing-masing perlakuan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rendemen Minyak

Perhitungan berat minyak dilakukan berdasarkan jumlah minyak dalam setiap pengambilan 500 ml kondensat dan diperoleh grafik seperti yang terlihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. : Hubungan massa minyak dengan lama penyulingan untuk setiap interval waktu

Dari grafik diatas, rendemen minyak tertinggi di dapatkan pada perlakuan kepadatan bahan B dengan total rendemen sebesar 2,8225%, kemudian disusul dengan perlakuan A sebesar 2,3331 % sedangkan nilai terendah didapatkan pada perlakuan C sebesar 1,478 %. Tren peningkatan kondensat menunjukkan grafik yang terus meningkat, dimana peningkatan pesat terjadi pada kondensat pertama hingga kondensat ke-6. Selanjutnya, dari kondensat ke-7 sampai ke-10, peningkatannya cenderung lebih sedikit.

Pada perlakuan A, terjadi peningkatan konsentrasi minyak yang cukup signifikan dari 5,245 gram (pada kondensat 1) hingga mencapai 22,025 gram (kondensat ke-6), dimana selisih peningkatan konsentrasi minyak antara kondensat pertama sampai kondensat ke-6 sebesar 14,080 gram. Sementara peningkatan perolehan minyak pada kondensat ke-7 hingga kondensat ke-10 tidak signifikan. Hal ini terlihat pada perolehan konsentrasi minyak hingga pada kondensat ke-7 sebesar 22,692 gram dan kondensat ke-10 sebesar 23,231 gram dengan selisih hanya sebesar 0,539 gram.

Pada perlakuan B, grafik menunjukkan pola yang sama pada perlakuan A. Berat minyak awal yang didapatkan sampai dengan kondensat ke-6 memberikan perbedaan yang sangat jelas jika dibandingkan dengan konsentrasi minyak yang dihasilkan pada kondensat ke-7 sampai ke-10. Massa minyak yang dihasilkan pada kondensat awal sebesar 5,433 gram dan sampai pada kondensat ke-6 mencapai 26,519 gram. Perubahan peningkatan kondensat pertama dan kondensat ke-6 sebesar 20,086 gram, sedangkan penambahan massa minyak pada kondensat selanjutnya yaitu kondensat ke-7 sebesar 27,521 gram dan kondensat ke-10 sebesar 28,225 gram dengan selisih hanya sebesar 0,704 gram.

Jumlah minyak yang dihasilkan pada perlakuan C menunjukkan hasil yang sangat berbeda dengan perlakuan A dan B. Perolehan minyak yang didapatkan perkondensatnya akan mengalami peningkatan secara

perlahan dari kondensat pertama sampai pada kondensat yang ke-6, dimana pada awal pengambilan kondensat didapatkan minyak sebesar 0,826 gram, hingga pada kondensat ke-6 didapatkan minyak sebesar 11,276 gram dengan selisih sebesar 10,350 gram. Pertambahan massa minyak untuk pengambilan kondensat selanjutnya akan mengalami penurunan secara perlahan, dimana sampai pada pengambilan kondensat ke-7 didapatkan minyak sebesar 12,216 gram sedangkan pada akhir penyulingan (kondensat ke-10) didapatkan total minyak sebesar 14,478 gram dengan selisih hanya sebesar 2,262 gram.

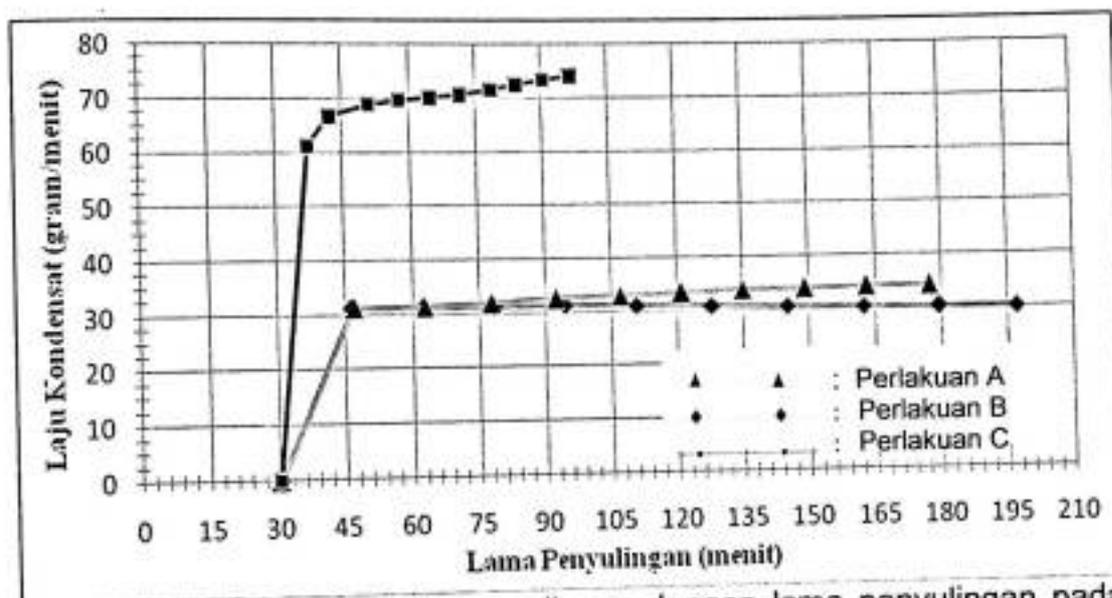
Dari data diatas menunjukkan bahwa jumlah rendemen pada perlakuan $B > A > C$. Perlakuan A dengan tingkat kepadatan terbesar mempunyai perolehan minyak yang jauh lebih sedikit bila dibandingkan dengan perlakuan B. Hal ini disebabkan karena "Penetrasi uap mungkin terjadi di beberapa tempat dibagian tumpukan, dan sebagian uap lainnya akan lolos membentuk jalur uap dalam ketel yang di sebut rat holes" (Guanther, 1947). Akibat dari jalur uap yang terbentuk dari kepadatan bahan yang terlalu tinggi, pada pengambilan kondensat ke-3 dan kondensat selanjutnya, didapatkan potongan-potongan kecil dari bahan yang ikut bersama dengan uap . Hal ini juga didukung oleh grafik hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pada awal pengambilan kondensat, interval waktu maupun jumlah minyak yang dihasilkan untuk perlakuan A dan B hampir setara, akan tetapi pada pengambilan minyak untuk kondensat selanjutnya akan terlihat perbedaan yang sangat nyata. Hal ini

membuktikan bahwa pada awal penyulingan belum terbentuk jalur uap, sehingga konsentrasi minyak yang dihasilkan cenderung sama dengan perlakuan B. Akan tetapi kepadatan bahan yang tinggi akan menaikkan tekanan dalam ketel sehingga partikel-partikel bahan akan terdorong ke pipa kondensor. Proses ini akan terus berlangsung secara bertahap sampai tercapai keseimbangan dengan tekanan atmosfer.

Perlakuan C mempunyai rendemen sangat kecil jika dibandingkan pada perlakuan A dan B. Hal ini disebabkan karena kepadatan bahan yang sangat kecil mengakibatkan adanya ruang antar bahan yang dapat dilalui oleh uap air sehingga sebagian besar jaringan tanaman tidak terkontak langsung oleh uap. Proses hidrodifusi yang terjadi sebagian besar merupakan difusi bebas, dan bukan merupakan suatu proses osmosis, dimana uap yang dialirkan kedalam bahan hanya melewati sebagian dari organ tanaman, selebihnya melewati ruang kosong antar bahan tersebut. Hal ini terjadi karena minyak atsiri dalam tanaman aromatik dikelilingi oleh kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh, kantung minyak atau rambut glanular, sehingga minyak atsiri hanya dapat diekstraksi apabila uap berhasil melalui organ tanaman dan mendesaknya ke permukaan (Guanther, 1947). Dalam hal ini penggunaan uap pada perlakuan C tidak efisien sehingga dibutuhkan air penyulingan yang relatif lebih besar untuk mendapatkan rendemen minyak yang tinggi.

B. Laju Penyulingan

Perhitungan laju penyulingan dilakukan berdasarkan jumlah kondensat/ 500 ml pada interval waktu tertentu seperti yang diperlihatkan pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Hubungan laju penyulingan dengan lama penyulingan pada setiap interval waktu

Grafik diatas menunjukkan laju penyulingan cenderung mengalami keadaan yang konstan dari awal sampai akhir proses ekstraksi. Laju penyulingan tertinggi di dapatkan pada perlakuan kepadatan bahan C dengan laju penyulingan mencapai 74,0645 gram/menit, kemudian disusul dengan perlakuan A dengan laju penyulingan tertinggi 33,9254 gram/menit sedangkan nilai terendah didapatkan pada perlakuan B dengan laju maksimum sebesar 31,123 gram/menit.

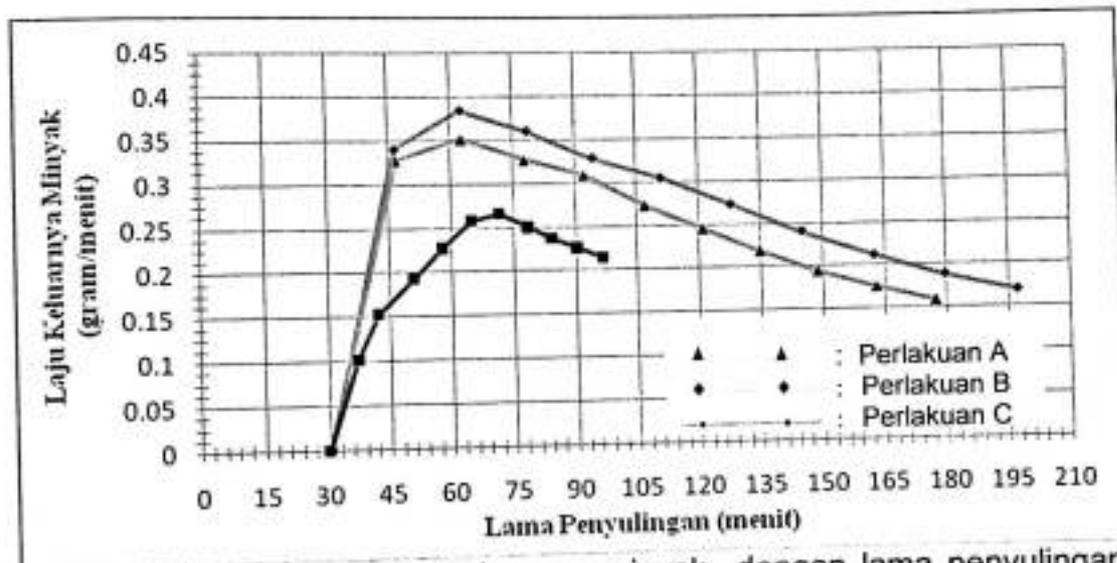
Dari data hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan bahan sangat mempengaruhi kecepatan laju penyulingan. Laju penyulingan berbanding terbalik dengan jumlah minyak yang dihasilkan. Semakin

cepat laju penyulingan, maka jumlah minyak dalam setiap 500 ml kondensat akan semakin berkurang, dan sebaliknya. Hal ini terbukti dari data hasil penelitian pada perlakuan B yang mempunyai jumlah rendemen terbesar dengan laju penyulingan terkecil sedangkan pada perlakuan C mempunyai rendemen terkecil dengan laju penyulingan terbesar.

Hal ini disebabkan karena kecepatan uap dalam menembus bahan berbeda untuk setiap perlakuan. Kepadatan bahan yang tinggi akan menghambat pergerakan uap untuk menembus bahan sehingga laju penyulingan akan semakin kecil. Sedangkan kepadatan bahan yang rendah memungkinkan aliran uap melewati ruang antar bahan tanpa melalui organ tanaman, yang berdampak pada naiknya kecepatan laju penyulingan. Menurut Ernest Guenther "Untuk memperpendek waktu penyulingan, maka laju penyulingan harus di tingkatkan". Namun hal ini berlaku untuk perlakuan kepadatan bahan yang sama. Makin cepat penetrasi uap kedalam bahan, makin kecil kesempatan uap menjadi jenuh oleh uap minyak (Guenther, 1947), dan sebaliknya semakin lambat penetrasi uap kedalam bahan, makin besar kesempatan uap untuk menjadi jenuh oleh uap minyak.

C. Laju Keluarnya Minyak Dari Bahan

Perhitungan laju keluarnya minyak dari bahan dilakukan berdasarkan jumlah minyak dalam setiap pengambilan 500 ml kondensat pada setiap interval waktu tertentu dan diperoleh grafik seperti yang terlihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Hubungan laju keluarnya minyak dengan lama penyulingan pada setiap interval waktu

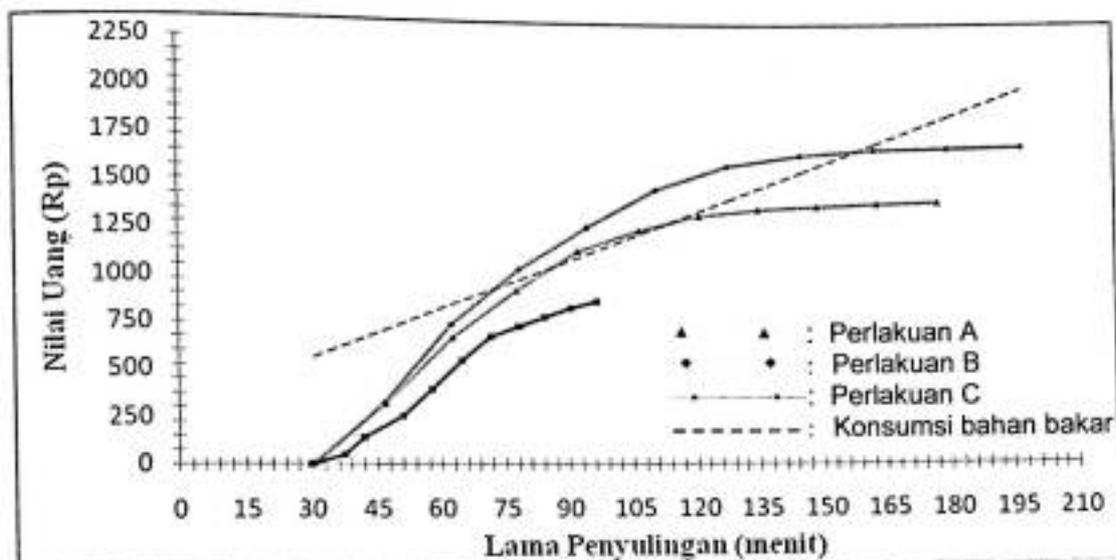
Grafik diatas menunjukkan laju keluarnya minyak tertinggi di dapatkan pada perlakuan kepadatan bahan B dengan laju penyulingan mencapai 0,38363 gram/menit, kemudian disusul dengan perlakuan A dengan laju penyulingan tertinggi sebesar 0,35112 gram/menit sedangkan nilai terendah didapatkan pada perlakuan C sebesar 0,26542 gram/menit. Dari data hasil penelitian menunjukkan bahwa laju penyulingan berbanding terbalik dengan laju keluarnya minyak dari bahan. Semakin tinggi laju penyulingan maka konsentrasi minyak dalam kondensat akan semakin sedikit yang menyebabkan laju keluarnya minyak semakin kecil, dan sebaliknya.

Hal ini disebabkan oleh karena "Air yang menembus dinding sel dengan cara difusi, menyebabkan bahan mengembang sehingga minyak keluar. Proses hidrodifusi membutuhkan waktu lebih lama dari pada proses penguapan itu sendiri, sebab semua minyak atsiri yang ada dalam kelenjar minyak terlebih dahulu harus dibawa kepermukaan yang merupakan proses yang lambat" (Guenther,1947). Dari teori diatas dapat disimpulkan bahwa kemampuan uap dalam menembus bahan akan maksimal pada kepadatan bahan tertentu, dan dari penelitian ini diperoleh perlakuan B memiliki laju keluarnya minyak tertinggi.

D. Analisis Biaya

Analisis biaya dilakukan untuk melihat sejauh mana setiap perlakuan memberi pengaruh terhadap biaya pengeluaran atau pendapatan yang dihasilkan dan dapat juga digunakan untuk menentukan lamanya proses penyulingan yang maksimal. Dalam hal ini biaya-biaya yang akan dihitung hanya terpaut pada biaya operasional yaitu biaya bahan baku dan bahan bakar selama proses penyulingan serta perhitungan keuntungan untuk masing-masing perlakuan.

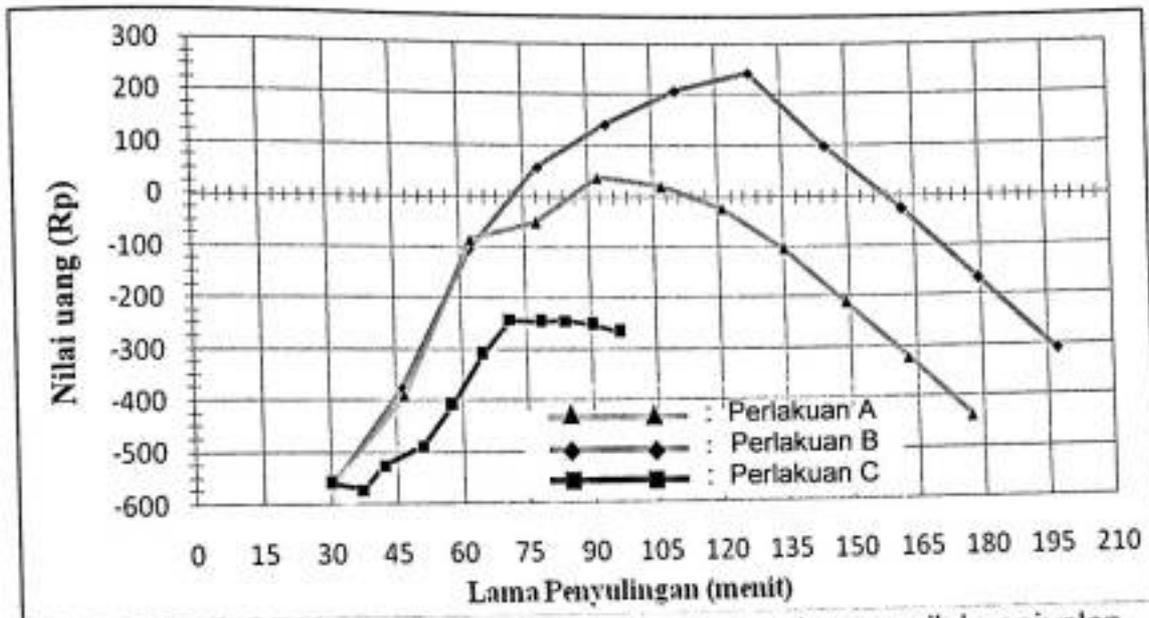
Perbandingan antara nilai penjualan minyak dengan besarnya penggunaan bahan bakar dapat dilihat dalam gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Hubungan antara nilai penjualan minyak dengan besarnya penggunaan bahan bakar dalam setiap interval waktu

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara besarnya konsumsi bahan bakar (Rp/menit) dalam setiap interval waktu setelah ditambahkan dengan biaya bahan baku terhadap nilai penjualan minyak. Garis persinggungan antara bakar dan nilai penjualan minyak merupakan keuntungan, atau dengan kata lain, jika nilai penjualan minyak lebih besar atau berada diatas garis bahan bakar, maka itu berarti menghasilkan keuntungan dan sebaliknya. Semakin tinggi jarak antara garis satu dengan yang lainnya; menandakan nilai keuntungannya akan semakin besar. Apabila garis tidak bersinggungan, hal ini berarti bahwa tidak didapatkan keuntungan.

Untuk lebih jelas besarnya selisih antara nilai penjualan dengan harga bahan baku dan penggunaan bahan bakar yang diperoleh dari setiap perlakuan dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Selisih antara kebutuhan bahan bakar dengan nilai penjualan minyak (Rp) terhadap lama penyulingan.

Dari grafik diatas, pendapatan terbesar di dapatkan pada perlakuan kepadatan bahan B dengan total Rp 222,15 pada penyulingan selama 127,45 menit, kemudian disusul dengan Perlakuan A sebesar Rp 33,104 pada proses penyulingan selama 92,02 menit, sedangkan nilai terendah didapatkan pada perlakuan C sebesar Rp (-) 206,438 pada proses penyulingan selama 84,20 menit.

Dari data hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan bahan dan lamanya proses penyulingan sangat mempengaruhi besarnya keuntungan/kerugian yang didapatkan. Pada perlakuan A jumlah pendapatan yang didapatkan pada awal penyulingan sampai pengambilan kondensat ke 3 (menit ke 77,55) masih belum bisa menutupi jumlah pengeluaran untuk bahan baku dan penggunaan bahan bakar. Hasil maksimal yang diperoleh didapatkan pada menit ke 92,02 sebesar

Rp 33,104. Pada proses penyulingan selanjutnya pendapatan akan kembali turun sampai didapatkan hasil yang minus.

Pada perlakuan B, grafik menunjukkan pola yang sangat berbeda dengan perlakuan A dan C. Titik koordinat lebih dominan berada diatas titik (0,0). Pada awal pengambilan kondensat pertama dan kedua, pendapatan yang didapatkan masih minus. Keuntungan akan mulai terlihat pada menit ke 78,30 (kondensat ke-3) sebesar Rp 41,986 dan akan terus meningkat sampai pengambilan kondensat keenam sebesar Rp 222,15. Selanjutnya perolehan minyak yang didapatkan akan semakin berkurang hingga mencapai (-) Rp 197,179. Hal ini dipengaruhi oleh ketersediaan minyak dalam bahan semakin berkurang dan tidak sebanding dengan pemakaian bahan bakar yang relatif konstan dari awal sampai akhir penyulingan.

Dari grafik menunjukkan bahwa pada perlakuan C dari awal sampai akhir penyulingan, titik koordinat selalu bergerak di bawah titik (0,0). Hal ini berarti bahwa biaya bahan baku dan penggunaan bahan bakar lebih besar dibandingkan dengan nilai hasil penjualan minyak.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. Kepadatan bahan sangat mempengaruhi jumlah rendemen maupun kecepatan laju penyulingan, dimana hasil optimal didapatkan pada perlakuan B, dengan rendemen terbesar.
2. Laju penyulingan berbanding terbalik dengan jumlah rendemen maupun laju keluarnya minyak dari bahan perkondensatnya, dimana semakin tinggi laju kondensat maka jumlah rendemen dan laju keluarnya minyak dari bahan semakin rendah. Sebaliknya semakin rendah laju kondensat maka rendemen dan laju keluarnya minyak dari bahan semakin tinggi.

V.2 Saran

1. Tingkat kepadatan bahan harus menjadi perhatian yang sangat penting dalam industri penyulingan minyak daun cengkeh untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. <http://Digitized/by/USU/digital/library/2004/ac.id/p/rumondang.pdf>.
- Anonim, 2009^a. <http://bptp/ipteknet/sentra-informasi-ilmu-pengetahuan-dan-teknolog.html>
- Anonim, 2009^b. <http://cecepharisnurhidayat.blogspot.com/2009/ci/teknologi-minyak-atsiri.html>
- Anonim, 2009^c. 125.160.17.21/speedyorari/view.php?file=pendidikan/materi-kejuruan/pertanian/agro-industri-non-pangan/memproduksi.Atsiri
- Anonim, 2009^d. <http://nasih.staff.ugm.ac.id/p/SNI%20supramin.pdf>.
- Armando H, 2009. *Memproduksi 15 Minyak Atsiri Berkualitas*. Cet 1. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Deperindag, 2001. *Pengembangan Industri Minyak Atsiri Dengan Pendekatan Klaster Industri*. Direktorat Jenderal Industri dan Dagang Kecil Menengah. Deperindag, RI, Jakarta
- Guenther, E., 1972. *Minyak Atsiri*. Jilid I. Terjemahan UI-Press.
- Guenther, Ernest, 1987. *Tanamana Minyak Atsiri*. Jilid 1 diterjemahkan oleh S. Kataren Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press)
- Guenther, E., 1950, *Minyak Atsiri*. Jilid IV. diterjemahkan oleh S. Kataren, 1990. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press)
- Guenther, E. 1948. *Essential Oils*. Vol.I. Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Harris, R, 1987. *Tanaman Minyak Atsiri*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Keteren, S. 1985. *Minyak Atsiri*. Teknologi Industri Pertanian. FATETA-IPB Bogor
- Mirna, 1989. *Pengaruh Kombinasi Cara dan Lama Penyulingan Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Daun Cengkeh*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fateta, IPB.

- Rusli, S, 1974. ***Pengaruh Kepadatan dan Lama Penyulingan Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri***. Penerbit Littri. Jakarta.
- Tony Luqman, 2000. ***Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri***. Jakarta : Penerbit Swadaya.
- Manurung, T.B. 2003. ***Usaha pengolahan dan perdagangan minyak atsiri Indonesia dan permasalahannya dalam menghadapi era perdagangan global. Sosialisasitemu Usaha Peningkatan Mutu Bahan Olah Industri Minyak Atsiri***. Dirjend.Industri kimia Agro dan Hasil Hutan. Jakarta. 9 hal.
- Marwati, T., M.S. Rusli, E. Noor dan E. Mulyono. 2005. ***Peningkatan mutu minyak daun cengkeh melalui proses pemurnian***. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian.
- Richards, W. F, 1944, ***Perfumer's Hand Book And Catalog Fritzsche Brother Inc***. New York.
- Satyadiwiria, Y, 1979. ***Pembuatan Minyak Atsiri***. Dinas Pertanian, Medan
- Susianah, T., 2005, ***Interkalasi Surfaktan Kationik ke dalam Struktur Antarlapis Lempung Bentonit dan Pemanfaatannya sebagai Adsorben Pengotor Minyak Daun Cengkeh***, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Rendemen minyak (Ct)

Kepadatan A

$$\begin{aligned} Ct &= \frac{\text{Berat minyak}}{\text{Berat daun sebelum disuling}} \times 100 \% \\ &= \frac{23,231}{1000} \times 100 \% \\ &= 2,3232\% \end{aligned}$$

Kepadatan B

$$\begin{aligned} Ct &= \frac{\text{Berat minyak}}{\text{Berat daun sebelum disuling}} \times 100 \% \\ &= \frac{28,225}{1000} \times 100 \% \\ &= 2,8225\% \end{aligned}$$

Kepadatan C

$$\begin{aligned} Ct &= \frac{\text{Berat minyak}}{\text{Berat daun sebelum disuling}} \times 100 \% \\ &= \frac{14,478}{1000} \times 100 \% \\ &= 1,4478\% \end{aligned}$$

Lampiran 2. Data perolehan minyak untuk setiap kondensat pada setiap interval waktu

| Urutan Pengambilan kondensat /500ml | Interval Waktu (menit) | | | Massa minyak | | |
|-------------------------------------|------------------------|--------|-------|--------------|--------|--------|
| | A | B | C | A | B | C |
| Awal | 30:02 | 30:30 | 30:05 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 16:02 | 16:00 | 08:10 | 5.245 | 5.433 | 0.826 |
| 2 | 15:50 | 16:00 | 06:51 | 5.944 | 6.843 | 1.472 |
| 3 | 15:11 | 16:00 | 06:47 | 4.181 | 4.986 | 1.895 |
| 4 | 14:15 | 15:54 | 06:56 | 3.551 | 3.697 | 2.323 |
| 5 | 14:40 | 16:26 | 06:55 | 1.830 | 3.479 | 2.669 |
| 6 | 14:00 | 16:55 | 06:50 | 1.274 | 2.081 | 2.091 |
| 7 | 13:51 | 17:16 | 06:25 | 0.667 | 1.002 | 0.940 |
| 8 | 14:07 | 17:25 | 06:20 | 0.232 | 0.412 | 0.852 |
| 9 | 14:04 | 17:12 | 06:05 | 0.186 | 0.155 | 0.759 |
| 10 | 14:19 | 17:28 | 06:12 | 0.121 | 0.137 | 0.651 |
| Total | 163:01 | 197:06 | 96:37 | 23.231 | 28.225 | 14.478 |

Lampiran 3. Perhitungan laju penyulingan kepadatan A
Proses penyulingan menghasilkan kondensat pada saat $t = 00:30:02$

| N o. | Lama Penyulingan | Interval waktu t (menit) | Berat Minyak (gram) | Berat Kondensat (gram) | Laju Penyulingan k (gram/menit) | Laju Keluarnya Minyak (gr/mnt) |
|------|------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0:46:04 | 16:02 | 5.245 | 500.214 | 31.1984 | 0.32713 |
| 2 | 1:02:44 | 15:50 | 11.189 | 500.242 | 31.3951 | 0.35112 |
| 3 | 1:17:55 | 15:11 | 15.37 | 500.170 | 31.8943 | 0.32667 |
| 4 | 1:32:20 | 14:15 | 18.921 | 500.145 | 32.6390 | 0.30866 |
| 5 | 1:47:00 | 14:40 | 20.751 | 500.075 | 32.9203 | 0.27316 |
| 6 | 2:01:00 | 14:00 | 22.025 | 500.052 | 33.3557 | 0.24481 |
| 7 | 2:14:51 | 13:51 | 22.692 | 500.027 | 33.7222 | 0.21858 |
| 8 | 2:28:57 | 14:07 | 22.924 | 500.009 | 33.9254 | 0.19438 |
| 9 | 2:43:01 | 14:04 | 23.11 | 500.008 | 34.098 | 0.17508 |
| 10 | 2:57:20 | 14:19 | 23.231 | 500.005 | 34.1789 | 0.15877 |

Data Primer, 2009. Setelah Diolah

Lampiran 4. Perhitungan Laju Penyulingan Kepadatan B

Proses penyulingan menghasilkan kondensat pada saat $t = 30:00$ menit

| No | Lama Penyulingan | Interval waktu t (menit) | Berat Minyak m (gram) | Berat Kondensat (gram) | Laju Penyulingan k (menit/gr) | Laju Keluarnya Minyak C (menit/gram) |
|----|------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 0:46:30 | 16:00 | 5.4330 | 500.221 | 31.2634 | 0.33956 |
| 2 | 1:02:30 | 16:00 | 12.276 | 500.279 | 31.2656 | 0.38363 |
| 3 | 1:18:30 | 16:00 | 17.262 | 500.203 | 31.2647 | 0.35963 |
| 4 | 1:34:24 | 15:54 | 20.959 | 500.151 | 31.3123 | 0.32800 |
| 5 | 1:50:50 | 16:26 | 24.438 | 500.142 | 31.1327 | 0.30421 |
| 6 | 2:07:45 | 16:55 | 26.519 | 500.085 | 30.8594 | 0.27269 |
| 7 | 2:25:01 | 17:16 | 27.521 | 500.041 | 30.5730 | 0.24032 |
| 8 | 2:42:26 | 17:25 | 27.933 | 500.017 | 30.3270 | 0.21172 |
| 9 | 2:59:38 | 17:12 | 28.088 | 500.006 | 30.1820 | 0.18834 |
| 10 | 3:17:00 | 17:28 | 28.225 | 500.006 | 30.0189 | 0.16942 |

Data Primer, 2009. Setelah Diolah

Lampiran 5. Jumlah Minyak dan Perhitungan Laju Penyulingan Perlakuaan C

Proses penyulingan menghasilkan kondensat pada saat $t = 30:05$ menit

| No | Lama Penyulingan | Interval waktu t (menit) | Berat Minyak m (gram) | Berat Kondensat (gram) | Laju Penyulingan k (gram/menit) | Laju Keluarnya Minyak C (gram/menit) |
|----|------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 0:37:16 | 8:10 | 0.826 | 500.034 | 61.2286 | 0.101143 |
| 2 | 0:42:07 | 6:51 | 2.298 | 500.060 | 66.5989 | 0.153030 |
| 3 | 0:50:54 | 6:47 | 4.193 | 500.077 | 68.8152 | 0.192339 |
| 4 | 0:57:50 | 6:56 | 6.516 | 500.095 | 69.6148 | 0.226775 |
| 5 | 1:04:45 | 6:55 | 9.185 | 500.109 | 70.1367 | 0.257644 |
| 6 | 1:11:35 | 6:50 | 11.276 | 500.085 | 70.6267 | 0.265422 |
| 7 | 1:18:35 | 6:25 | 12.216 | 500.038 | 71.5848 | 0.249816 |
| 8 | 1:24:20 | 6:20 | 13.068 | 500.035 | 72.4297 | 0.236596 |
| 9 | 1:30:25 | 6:05 | 13.827 | 500.031 | 73.3987 | 0.225501 |
| 10 | 1:36:37 | 6:12 | 14.478 | 500.027 | 74.0645 | 0.214436 |

Data Primer, 2009. Setelah Diolah

Lampiran 6. Daftar Harga (Bahan Baku, Gas LPG dan Minyak Daun Cengkeh)

| No | Variabel | Harga bahan | Harga bahan |
|----|--------------------------------|-------------|----------------|
| 1 | Daun cengkeh/kg | Rp 300 | 0,3 Rp/gram |
| 2 | Gas LPG/tabung (3kg) | Rp 12.750 | 4,25 Rp/gram |
| 3 | Minyak Daun Cengkeh/kg | Rp 50.000 | 50 Rp/gram |
| 4 | Konsumsi bahan bakar/471 menit | 958 gram | 8,643 Rp/menit |

Lampiran 7. Perhitungan ekonomi untuk kepadatan bahan A
Proses Penyulingan menghasilkan kondensat pada saat $t = 30:02$ menit

| No | Lama Penyulingan | Jumlah rendemen m (gram) | Biaya (Rp) | | Total Biaya (Rp) | Total Penjualan (Rp) | Selisih ($T_1 - T_2$) |
|----|------------------|--------------------------|------------|-------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| | | | Bahan baku | Bahan bakar | | | |
| 1 | 0:46:54 | 5.245 | 300 | 311.341 | 611.341 | 262.250 | -349.091 |
| 2 | 1:02:44 | 11.189 | 300 | 350.065 | 650.065 | 559.450 | -90.615 |
| 3 | 1:17:55 | 15.37 | 300 | 517.242 | 817.242 | 768.500 | -48.742 |
| 4 | 1:32:20 | 18.921 | 300 | 612.946 | 912.946 | 946.050 | 33.104 |
| 5 | 1:47:00 | 20.751 | 300 | 710.309 | 1010.309 | 1037.550 | 27.241 |
| 6 | 2:01:00 | 22.025 | 300 | 803.246 | 1103.246 | 1101.250 | -1.996 |
| 7 | 2:14:51 | 22.692 | 300 | 895.188 | 1195.188 | 1134.600 | -60.588 |
| 8 | 2:28:57 | 22.924 | 300 | 988.126 | 1288.126 | 1146.200 | -141.926 |
| 9 | 2:43:01 | 23.11 | 300 | 1082.170 | 1382.170 | 1155.500 | -226.670 |
| 10 | 2:57:20 | 23.231 | 300 | 1177.210 | 1477.210 | 1161.550 | -315.660 |

Data primer, 2009. Setelah Diolah

Lampiran 8. Perhitungan ekonomi untuk kepadatan bahan B
 Proses Penyulingan menghasilkan kondensat pada saat
 $t = 30:30$ menit

| No | Lama Penyulingan | Jumlah rendemen m (gram) | Biaya (Rp) | | Total (Rp) | | Selisih ($T_1 - T_2$) |
|----|------------------|--------------------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------------------|
| | | | Bahan Baku | Bahan Bakar | Biaya | Penjualan | |
| 1 | 00:46:30 | 5.433 | 300 | 308.686 | 608.686 | 271.650 | -337.036 |
| 2 | 01:02:30 | 12.276 | 300 | 414.900 | 714.900 | 613.800 | -101.100 |
| 3 | 01:18:30 | 17.262 | 300 | 521.114 | 821.114 | 863.100 | 41.986 |
| 4 | 01:34:24 | 20.959 | 300 | 626.665 | 926.665 | 1047.950 | 121.285 |
| 5 | 01:50:50 | 24.438 | 300 | 735.756 | 1035.756 | 1221.900 | 186.144 |
| 6 | 02:07:45 | 26.519 | 300 | 803.800 | 1103.800 | 1325.950 | 222.150 |
| 7 | 02:25:01 | 27.521 | 300 | 962.679 | 1262.679 | 1376.050 | 113.371 |
| 8 | 02:42:26 | 27.933 | 300 | 1078.297 | 1378.297 | 1396.650 | 18.353 |
| 9 | 02:59:38 | 28.088 | 300 | 1192.478 | 1492.478 | 1404.400 | -88.078 |
| 10 | 03:17:06 | 28.225 | 300 | 1308.429 | 1608.429 | 1411.250 | -197.179 |

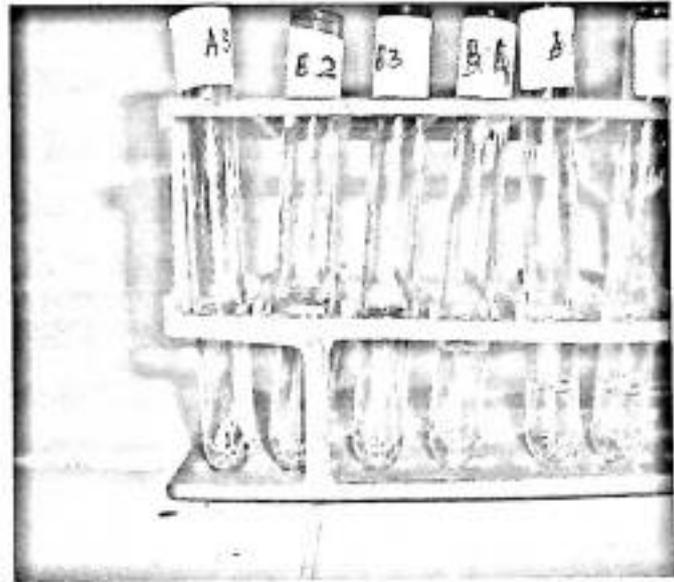
Data primer, 2009. Setelah Diolah

Lampiran 9. Perhitungan ekonomi untuk kepadatan bahan C
 Proses Penyulingan mulai menghasilkan kondensat pada saat
 $t = 30:05$

| No | Lama Penyulingan | Jumlah rendemen m (gram) | Biaya (Rp) | | Total (Rp) | | Selisih ($T_1 - T_2$) |
|----|------------------|--------------------------|------------|-------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| | | | bahan baku | Bahan Bakar | Biaya (T_1) | Penjualan (T_2) | |
| 1 | 00:37:16 | 0.826 | 300 | 247.391 | 547.391 | 41.300 | -506.091 |
| 2 | 00:42:07 | 2.298 | 300 | 279.587 | 579.587 | 114.900 | -464.687 |
| 3 | 00:50:54 | 4.193 | 300 | 337.895 | 637.895 | 209.650 | -428.245 |
| 4 | 00:57:50 | 6.516 | 300 | 383.921 | 683.921 | 325.800 | -358.121 |
| 5 | 01:04:45 | 9.185 | 300 | 430.943 | 730.943 | 459.250 | -271.693 |
| 6 | 01:11:35 | 11.276 | 300 | 475.199 | 775.199 | 563.800 | -211.399 |
| 7 | 01:18:35 | 12.216 | 300 | 521.668 | 821.668 | 610.800 | -210.868 |
| 8 | 01:24:20 | 13.068 | 300 | 559.838 | 859.838 | 653.400 | -206.438 |
| 9 | 01:30:25 | 13.827 | 300 | 600.222 | 900.222 | 691.350 | -208.872 |
| 10 | 01:36:37 | 14.478 | 300 | 641.380 | 941.380 | 723.900 | -217.480 |

Data primer, 2009. Setelah Diolah

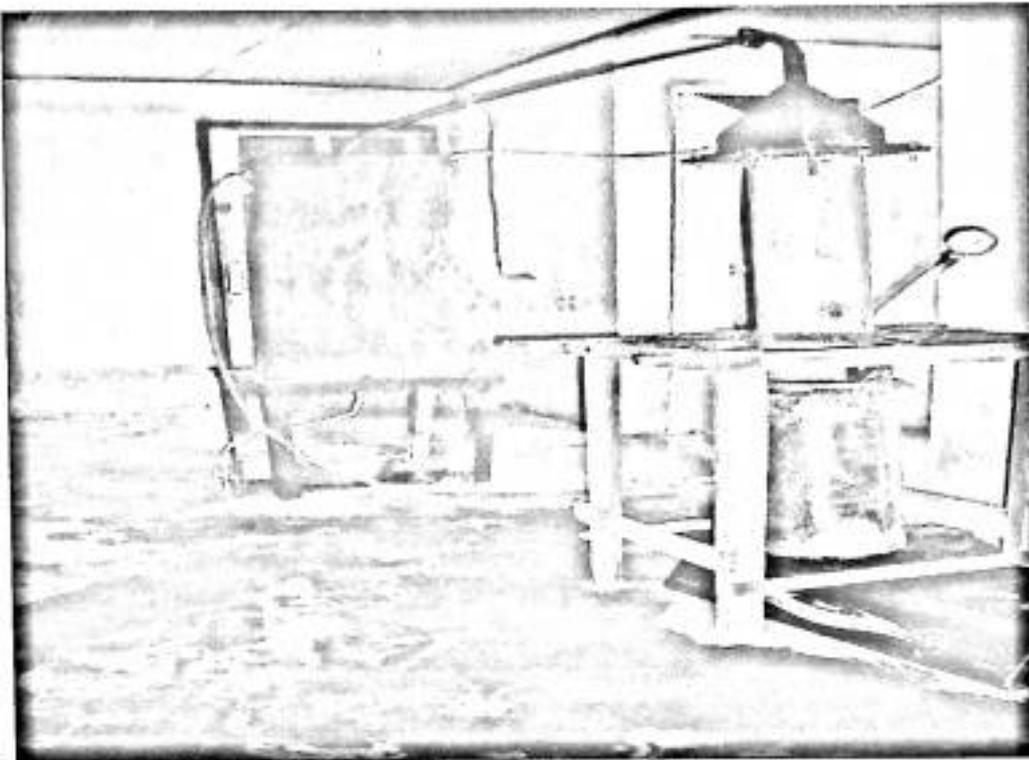
DOKUMENTASI



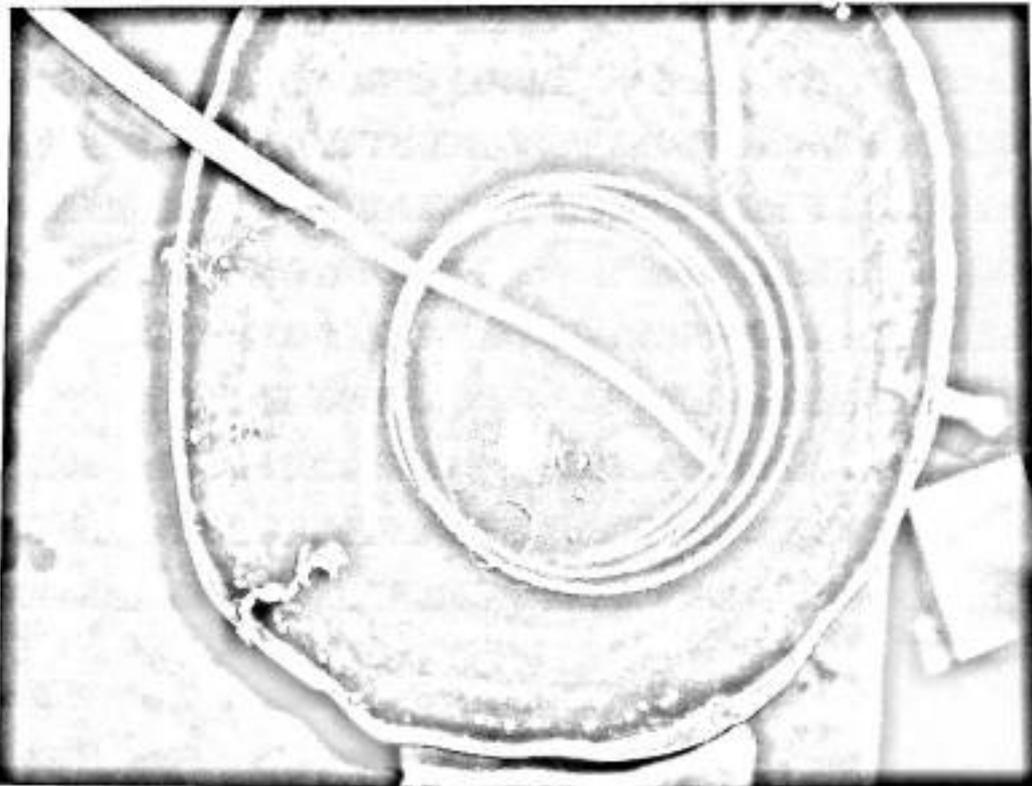
Lampiran 10 : Gambar perubahan warna minyak sebelum dan sesudah di ovenkan



Lampiran 11 : Gambar Kondensat (Air dan Minyak) dalam Corong pisah



Lampiran 12 : Gambar alat Destilasi



Lampiran 13 : Gambar Kondensor