

# WARTA

*I.B.B.1.2.2.C.2.*

MÉDIA INFORMASI DAN KOMUNIKASI ILMIAH HASIL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Vol. 6, No. 2, September 2003

**MENGENAL DAN MEWASPADAI SARS DI SMU AL-ISLAM 2 SURAKARTA**

Hadi Subroto, dkk.

**UPAYA PEMBERANTASAN NYAMUK AEDES DENGAN PENGASAPAN (FOGGING) DALAM RANGKA MENCEGAH PENINGKATAN KASUS DEMAM BERDARAH**

Yuli Kusumawati, dkk.

**PENANAMAN PENDIDIKAN ANAK BERDASARKAN SYARIAT ISLAM BAGI IBU-IBU DI DESA MALANG JIWAN, COLOMADU, KARANGANYAR**

Eni Setyowati, dkk.

**PELATIHAN BISNIS DI INTERNET UNTUK GURU DAN KARYAWAN SMK PRAWIRA MARTHA KARTASURA**

Sri Widodo

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN MATEMATIKA SD MUHAMMADIYAH 1 SURAKARTA**

Sutama

**PELATIHAN PEMANFAATAN PROGRAM APLIKASI KOMPUTER BAGI PENGELOLAAN KEGIATAN REMAJA MASJID HIDAYATULLAH, GENDINGAN, JEBRES, SURAKARTA**

Tindyo Prasetyo

**PERBAIKAN PROSES PADA INDUSTRI KECIL MINYAK ATSIRI DAUN CENGKEH (CLOVE LEAF OIL) DENGAN PENERAPAN SISTEM COOLING TOWER DI KABUPATEN BOYOLALI**

A.M. Fudadi, dkk.

# WARTA

MEDIA INFORMASI DAN KOMUNIKASI ILMIAH HASIL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Pemimpin Redaksi: Drs. Sofyan Anif, M.Si.  
Redaksi Pelaksana: Drs. Harun Joko Prayitno, S.E.  
Dewan Redaksi : M. Farid Wajidi, S.E., M.M.  
Murofiqudin, S.H., M.Hum.  
Ir. Henry Hartono, M.T.  
Dra. Nanik Prihartanti, M.Psi.  
Drs. Yulianto Bambang S., M.Si.  
Dra. Retno Woro Kaeksi  
M. Da'i, S.Si., APT.  
Dra. Rina Trisnawati, M.Si., Akt.  
M. Iksan, S.H., M.Hum.  
Totok Budi Santoso, AMF, S.Pd.

Redaksi Ahli : Dr. Ir. Imam Sutrisno, M.S.  
*UNDIP Semarang*  
Ir. Gatot Murdjito, M.S.  
*UGM Jogjakarta*  
Sekretariat : M. Nafi'  
Bendahara : Dra. Sri Astuti  
Periode Terbit : 2 x setahun  
Maret, September  
Terbit Pertama: Maret 1998

WARTA merupakan media informasi dan komunikasi ilmiah hasil pengabdian pada masyarakat. Hasil pengabdian kepada masyarakat yang dipublikasikan melalui WARTA lebih memusatkan kajiannya pada program ipteks, vucer, Program Budaya Kewirausahaan Perguruan Tinggi, Unit UJI (Usaha Jasa Industri), dan Sinergi Pemberdayaan Masyarakat (Sibermas) serta program pengabdian kepada masyarakat lainnya.

Untuk mendukung keberadaan WARTA, redaksi mengundang sekaligus menantikan para penulis hasil pengabdian kepada masyarakat untuk mengirimkan artikel publikasi ilmiah hasil pengabdian kepada masyarakat.

Artikel publikasi ilmiah hasil pengabdian kepada masyarakat dan artikel ilmiah serata hasil pengabdian kepada masyarakat disusun dengan sistematika sebagai berikut: judul artikel; penulis; abstrak dan kata kunci; pendahuluan (termasuk perumusan masalah, tinjauan pustaka, tujuan, dan manfaat pengabdian); metode pengabdian masyarakat; hasil pengabdian masyarakat dan pembahasan (termasuk analisis, sintesis, dan interpretasi); simpulan, saran, (dan rekomendasi tindak lanjut jika ada); *acknowledgement* atau persantunan (ucapan terima kasih kepada sumber dana dan pihak-pihak yang dianggap berperan); daftar pustaka (nama dan tahun, judul tulisan, dan sumber). Hanya pustaka yang dikutip dalam artikel yang dicantumkan; dan lampiran (jika ada). Gambar dan foto (dicetak hitam putih) dan disertakan apabila benar-benar penting.

Artikel ilmiah hasil pengabdian masyarakat tersebut diketik 1,5 spasi, font 12, kertas HVS ukuran kuarto (21,6 cm x 28 cm) atau HVS A4. Maksimum jumlah halaman (berserta lampirannya) 15 halaman. Artikel yang dikirim hendaknya disertai dalam bentuk disket dengan program WS, MS Word, atau Word Perfect.

Alamat Redaksi:  
Lembaga Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani No. 1, Tromol Pos I, Pabelan, Surakarta 57102  
Telepon (0271) 717417 psw. 155, 158 Fax (0271) 715448  
e-mail: [warta\\_lpums@astaga.com](mailto:warta_lpums@astaga.com)

Diterbitkan Oleh:  
Muhammadiyah University Press-Universitas Muhammadiyah Surakarta

# WARTA

MEDIA INFORMASI DAN KOMUNIKASI ILMIAH HASIL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

## DAFTAR ISI

- |                              |           |   |
|------------------------------|-----------|---|
| <i>Hadi Subroto, dkk.</i>    | 111 - 117 | Mengenal dan Mewaspadai SARS di SMU Al - Islam 2 Surakarta  |
| <i>Yuli Kusumawati, dkk.</i> | 118 - 125 | Upaya Pemberantasan Nyamuk <i>Aedes</i> dengan Pengasapan ( <i>Fogging</i> ) dalam Rangka Mencegah Peningkatan Kasus Demam Berdarah |
| <i>Eni Setyowati, dkk.</i>   | 126 - 130 | Penanaman Pendidikan Anak Berdasarkan Syariat Islam bagi Ibu-Ibu di Desa Malang Jiwan Colomadu Karanganyar                          |
| <i>Sri Widodo.</i>           | 131 - 145 | Pelatihan Bisnis di Internet untuk Guru dan Karyawan SMK Prawira Martha Kartasura   |
| <i>Sutama.</i>               | 146 - 159 | Efektivitas Pembelajaran Matematika di SD Muhammadiyah 1 Surakarta  |

- Tindyo Prasetyo.* 160 - 165 Pelatihan Pemanfaatan Program Aplikasi Komputer bagi Pengelolaan Kegiatan Remaja Majlis Hidayatullah, Gendingan, Jebres Surakarta
- Basuki.* 166 - 172 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Rencana Pembangunan Lapangan Tenis "B" Kelurahan Blimbing, Kecamatan Gatak Kabupaten Sukoharjo
- Totok Budi Santoso* 173 - 188 Analisis Ergonomi Keluhan Nyeri Punggung Bawah Akibat Kerja pada Pengrajin Rotan di Desa Trangsan Kabupaten Sukoharjo
- Mutalaziamah, dkk.* 189 - 199 Penerapan KIE (Komunikasi Informasi dan Edukasi) tentang Narkotika, Psikotropika, dan Zat Adiktif (NAPZA) pada Siswa MTs Assalaam Kartasura
- A.M. Fuadi, dkk.* 200 - 210 Perbaikan Proses pada Industri Kecil Minyak Atsiri Daun Cengkeh (*Clove Leaf Oil*) dengan Penerapan Sistem *Cooling Tower* di Kabupaten Boyolali

**PERBAIKAN PROSES PADA INDUSTRI KECIL  
MINYAK ATSIRI DAUN CENGKEH (CLOVE LEAF OIL)  
DENGAN PENERAPAN SISTEM COOLING TOWER  
DI KABUPATEN BOYOLALI**

*A.M. Fuadi dan Kusmiyati*

Jurusan Teknik Kimia - Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

418

**ABSTRAK**

*Tanaman cengkeh merupakan salah satu tanaman yang banyak manfaatnya. Daun cengkeh yang dapat menjadi limbah ternyata mengandung minyak cengkeh yang cukup banyak. Minyak cengkeh yang ada dalam daun bisa diambil dengan beberapa cara, salah satunya dengan cara penyulingan. Ibu Mujiarti salah satu pengrajin penyulingan minyak atsiri dengan bahan baku daun cengkeh. Hasil minyak yang diperoleh dari pemasakan sebanyak 550 kg daun cengkeh kering dapat menghasilkan minyak cengkeh sekitar 11 kg. Selama proses pengolahan, banyak minyak yang terbuang bersama sisa uap yang belum mengembun. Hal ini terjadi karena sistem pendingin yang berfungsi untuk mengembunkan uap tidak mampu mengembunkan semua uap yang ada. Program vucer ini bertujuan untuk memperbaiki unit pendingin yang ada dengan menambah cooling tower, pemberian make-up water dan penambahan bak pendingin. Dengan penambahan ini maka kemampuan unit pengembun untuk mengembunkan uap akan bertambah. Bertambahnya kemampuan untuk mengembunkan uap akan mengurangi bahkan bisa meniadakan sisa uap yang belum mengembun. Dengan tidak adanya sisa uap yang belum mengembun maka kehilangan minyak atsiri berkurang. Hal ini akan meningkatkan perolehan minyak atsiri dari proses penyulingan. Hasil minyak atsiri yang diperoleh setelah ada perbaikan unit pendingin adalah sekitar 13 kg untuk setiap pemasakan 550 kg daun cengkeh kering. Jadi kenaikan yang bisa dicapai sekitar 20 %*

**Kata kunci:** *minyak atsiri, penyulingan, cooling tower.*

## PENDAHULUAN

Tanaman cengkeh merupakan tanaman penghasil komoditas pertanian yang cukup potensial dan mampu menyerap tenaga kerja yang luas. Tanaman cengkeh bisa tumbuh dengan baik di daerah-daerah pegunungan atau di daerah-daerah dingin. Pemanfaatan tanaman ini meliputi, bunga, tangkai dan duannya. Bunga cengkeh banyak digunakan sebagai pengharum aroma rokok kretek. Minyak cengkeh yang diperoleh dari bunga, batang dan daun banyak digunakan sebagai bahan dasar industri pewangi dan pemberi aroma.

Usaha penyulingan minyak daun cengkeh banyak dilakukan dalam skala industri kecil. Sentra-sentra industri penyulingan minyak daun cengkeh terdapat di daerah-daerah yang banyak tanaman cengkeh. Pada umumnya para pengrajin dalam melakukan pengambilan minyak hanya didasarkan pada apa yang pernah dilakukan oleh pendahulu-pendahulunya, kurang memperhatikan usaha-usaha apa yang sebenarnya bisa dilakukan untuk meningkatkan hasil yang bisa diperoleh. Dengan demikian perlu diadakan kajian yang berkaitan dengan usaha yang telah dilakukan agar bisa diperoleh hasil yang lebih baik.

Kabupaten Boyolali merupakan salah satu daerah perkebunan tanaman cengkeh, terutama di kecamatan Musuk, Cepogo, Ampel, dan Selo (Induk Potensi Lahan dan Tanaman Perkebunan Kab. Boyolali, 2000). Usaha penyulingan minyak daun cengkeh di Kabupaten Boyolali masih bersifat tradisional, sementara permintaan minyak atsiri ini tidak pernah surut, produk yang dihasilkan selalu dibeli oleh eksportir. Usaha penyulingan minyak atsiri daun cengkeh di Kabupaten Boyolali berpotensi untuk dikembangkan. Hal ini didasarkan oleh beberapa pertimbangan:

### 1. Bahan baku daun cengkeh melimpah

Sesuai dengan persyaratan iklim untuk penanaman pohon cengkeh, daerah Boyolali merupakan daerah sekitar pegunungan yang berhawa dingin yang sangat sesuai untuk tanaman cengkeh. Berdasarkan data sub dinas Perkebunan Kabupaten Boyolali tercatat lokasi tanaman cengkeh tersebar di 10 wilayah kecamatan dengan luas 1.443 ha dengan jumlah 570.000 pohon cengkeh. Rata-rata setiap pohon cengkeh menghasilkan limbah 10% daun cengkeh per hari.

### 2. Keuntungan

Pada dasarnya daun cengkeh merupakan limbah dari tanaman cengkeh. Dengan demikian harga sangat murah, yaitu daun cengkeh kering Rp 400/kg, sedangkan harga jual minyak atsiri sekitar Rp 40.000,- sampai Rp

60.000,- per kg. Dari data ini, maka bisa disimpulkan bahwa usaha penyulingan daun cengkeh mempunyai masa depan yang menarik.

### 3. Sumber daya Manusia

Kebutuhan terhadap sumber daya manusia yang paling banyak dalam usaha penyulingan daun cengkeh terletak pada pengambilan limbah daun cengkeh yang tersebar di mana-mana. Hal ini bukan merupakan masalah, tetapi merupakan peluang bagi masyarakat di sekitarnya, karena pengambilan limbah daun cengkeh bisa dilakukan oleh ibu-ibu rumah tangga atau siapa saja sebagai pekerjaan sampingan, sehingga bisa menampung banyak tenaga kerja.

### 4. Pangsa Pasar

Pemasaran hasil penyulingan daun cengkeh tidak mengalami kesulitan. Hasil minyak atsiri selama ini dapat terserap oleh permintaan pedagang pengumpul yang datang dari Yogyakarta, Semarang, dan Jawa Timur.

### 5. Lingkungan

Daun cengkeh yang semula dikenal sebagai limbah pertanian ternyata bisa dimanfaatkan untuk diambil minyaknya. Dengan dimanfaatkannya daun cengkeh untuk menghasilkan minyak atsiri, maka daun cengkeh yang semula sebagai limbah dapat dijadikan bahan baku, dan akhirnya kebersihan lingkungan akan tetap terjaga.

Proses pengambilan minyak atsiri dengan cara ekstraksi telah dikenal oleh pengrajin, namun demikian upaya-upaya yang bisa menaikkan efisiensi kerja belum banyak diketahui atau dengan kata lain banyak pengrajin yang sudah cukup puas dengan apa yang bisa diperoleh, yang sebenarnya hasilnya masih dapat ditingkatkan.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh tim pengabdian masyarakat di UKM milik Ibu Mujiarti yaitu penyulingan minyak daun cengkeh yang terletak di Jl Pahlawan, Kecamatan Kota di Kabupaten Boyolali, kondisi yang perlu segera diperbaiki adalah pada unit pendingin. Fungsi pendingin pada proses ini untuk mengembunkan uap yang terbentuk dari proses penyulingan. Alat ini belum bekerja secara baik karena embunan yang terbentuk masih banyak mengandung uap yang belum terembunkan. Uap yang lolos ini merupakan campuran antara uap air dengan uap minyak daun cengkeh, dengan demikian lolosnya campuran uap ini akan mengurangi banyaknya hasil minyak yang diperoleh, dengan demikian biaya produksi akan sangat besar untuk menghasilkan sejumlah minyak atau dengan kata lain efisiensinya rendah. Produksi minyak atsiri hasil penyulingan sangat dipengaruhi oleh system pendingin yang ada. Jika proses pendinginan

kurang sempurna maka proses pengembunan akan terganggu. Akibatnya ada kemungkinan uap yang seharusnya diembunkan tidak bisa mengembun semua. Uap ini merupakan campuran antara air dan minyak daun cengkeh, sehingga kalau ada sisa uap yang tidak terembunkan maka banyak pula minyak daun cengkeh yang terbuang.

Pendingin adalah salah satu alat penukar panas yang berfungsi mengambil panas dari fluida panas, dalam hal ini adalah uap yang terbentuk. Banyaknya panas yang diambil tergantung dari koefisien perpindahan panas menyeluruh, beda suhu dan luas permukaan perpindahan panas.

$$Q = UAdT \dots\dots\dots(1)$$

Dengan, Q = laju perpindahan panas

U = koefisien perpindahan panas menyeluruh

A = luas perpindahan panas

dT = beda suhu

Agar panas yang diambil oleh pendingin maksimal, maka harga A, U dan dT harus besar. Jika panas yang dipindahkan semakin besar maka kehilangan panas pada uap juga akan semakin besar. Kehilangan panas pada uap ini akan diikuti dengan perubahan fase dari uap menjadi cair dan penurunan suhu. Pelaksanaan ucer memperbesar harga A ( luas perpindahan panas ), U dan dT.

a. Menambah luas perpindahan panas (A)

Pipa pengangkut uap panas yang ada belum semuanya kontak dengan pendingin. Dalam pelaksanaan ini pipa yang belum tercelup oleh air pendingin diberi tambahan bak air pendingin. Hal ini dimungkinkan karena adanya *cooling tower*. Sehingga luas perpindahan panasnya bertambah. Bertambahnya luas transfer panas tersebut adalah:

$$\Delta A = \pi DL \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:  $\Delta A$  = Pertambahan luas

D = Diameter

L = Panjang pipa

b. Memperbesar beda suhu antara pipa panas dengan air pendingin ( dT )

Suhu pendingin yang digunakan dijaga agar tidak tinggi, hal ini dilakukan dengan cara memberi make-up water dan sebagian air pendingin didinginkan lagi dengan menggunakan *cooling tower*. Proses pendinginan air pendingin

di *cooling tower* dilakukan dengan cara mengalirkan air pendingin dengan pompa ke puncak *cooling tower*, dari puncak *cooling tower* air dialirkan kebawah. Pada saat air mengalir ke bawah air akan kontak dengan udara, dan melepaskan panasnya. Proses pelepasan panas ini terjadi karena ada beda suhu antara udara dengan suhu air serta adanya air yang menguap ke udara.

Panas yang hilang karena beda suhu :

$$Q_s = hAdT \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:  $Q_s$  = panas sensible

$h$  = koefisien perpindahan panas konveksi

$dT$  = beda suhu

Sedang panas yang hilang karena adanya penguapan:

$$Q = m\lambda \dots\dots\dots(4)$$

Dengan  $m$  = Jumlah air yang menguap

= Panas penguapan air

Dengan adanya kehilangan panas baik secara *sensible* maupun secara penguapan maka suhu air akan mengalami penurunan suhu yang cukup besar. Air yang sudah mengalami pendinginan di *cooling tower*, dialirkan ke bak tambahan untuk mendingin saluran pipa uap yang semula belum tercelup di bak pendingin. Dengan demikian terjadi proses perpindahan panas di bak tambahan. Dengan upaya menyirkulasikan air di *cooling tower* maka air pendingin suhunya akan selalu dingin sehingga beda suhunya ( $dT$ ) akan besar.

c. Memperbesar koefisien perpindahan panas menyeluruh ( $U$ )

Dengan adanya aliran air baik dari *make-up water* dan air dari sirkulasi *cooling tower* akan menaikkan harga bilangan Reynold yang artinya harga koefisien perpindahan panas menyeluruhnya juga akan meningkat. Harga koefisien perpindahan panas merupakan fungsi dari bilangan Reynold dan bilangan Prandtl. Hubungan antara koefisien perpindahan panas dengan bilangan Reynold dan bilangan Prandtl dipengaruhi oleh banyak factor, secara umum hubungan tersebut bisa dinyatakan dalam bentuk:

$$Nu = aRe^bPr^c \dots\dots\dots(5)$$

Dengan  $Nu = \frac{hD}{k}$

k = konduktifitas panas

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

Dengan  $\rho$  = **densitas**

$\mu$  = **viscositas**

V = kecepatan

$$Pr = \frac{cp\mu}{k}$$

Dengan cp = kapasitas panas

Harga a,b,c, yang ada di persamaan (5) tergantung dari kondisi yang secara umum mengalami kenaikan jika kecepatan aliran semakin besar.

Tujuan dari pelaksanaan pengabdian pada masyarakat ini adalah melakukan upaya-upaya yang bisa mengurangi atau bahkan meniadakan sisa uap yang belum mengembun pada proses pengambilan minyak atsiri dengan cara ekstraksi. Peralatan yang perlu dimodifikasi adalah seperangkat alat pengembun. Modifikasi ini bertujuan untuk mengoptimalkan fungsi seperangkat unit pengembun yang ada sehingga mampu memindahkan sejumlah panas yang maksimum.

Adapun manfaat yang bisa diperoleh dari kegiatan pengabdian masyarakat ini antara lain: bisa meningkatkan produktivitas industri kecil minyak atsiri daun cengkeh. melalui penerapan teknologi tepat guna pada masyarakat dalam usaha penyulingan minyak atsiri daun cengkeh. Dengan demikian kuantitas produksi akan meningkat sehingga bisa menaikkan pendapatan. Hasil yang positif akan mampu untuk meningkatkan semangat masyarakat untuk berinovasi dalam rangka berusaha mendapatkan hal yang terbaik.

## METODE PENGABDIAN

Sasaran pengabdian pada masyarakat ini adalah pengrajin penyulingan minyak atsiri dengan bahan baku daun cengkeh di Kabupaten Boyolali. Pengabdian dilaksanakan dengan cara melakukan kajian terhadap *cooling tower* yang sudah ada, serta dicari kemungkinan-kemungkinan yang bisa dilakukan untuk meningkatkan hasil dengan penerapan teknologi tepat guna. Penerapan teknologi tepat guna bagi masyarakat, merupakan salah satu bentuk terlaksananya tridharma perguruan tinggi khususnya dalam pengabdian kepada masyarakat. Penerapan

ipteks khususnya desain cooling tower pada alat penyuling skala industri kecil ini akan dapat: (1) Meningkatkan rendeman minyak atsiri, (2) Efisiensi bahan bakar, (3) Penurunan biaya produksi, dan (4) Meningkatkan pendapatan pengrajin.

Penggunaan peralatan penyulingan minyak atsiri daun cengkeh dengan menggunakan sistem pendingin cooling tower dirancang untuk skala industri kecil, sehingga nantinya diharapkan dapat digunakan oleh para pengusaha penyuling minyak atsiri daun cengkeh dengan usaha sejenis yang ada di sekitar Kabupaten Boyolali dan Propinsi Jawa Tengah umumnya. Apabila usaha ini berkembang akan mempunyai pengaruh dan berdampak positif, di antaranya: (1) Aspek Ekonomi. Dengan meningkatnya produktivitas akan berpengaruh pada peningkatan kesejahteraan pengusaha dan karyawannya, (2) Aspek Sosial Budaya. Dengan meningkatnya usaha, akan memperluas lapangan kerja sehingga mengurangi pengangguran, khususnya masyarakat sekitarnya, (3) Aspek Teknologi. Menambah wawasan tentang iptek dan ketrampilan bagi pengusaha maupun karyawan dalam pemakaian alat tersebut, dan (4) Aspek Pemasaran. Dengan berkembangnya usaha, maka jangkauan pemasaran dapat diperluas. Dengan meningkatnya produktivitas maka permintaan pasar akan terpenuhi, sehingga kontinuitas usaha dapat terjaga, serta berpotensi dalam peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD) dan menambah penerimaan devisa Negara di bidang ekspor non migas.

Pada tahap awal dilakukan pengamatan terhadap proses yang dilakukan. Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa embunan yang keluar, yang merupakan campuran dari air dan minyak daun cengkeh suhunya masih tinggi, sekitar 70<sup>o</sup>C, di samping itu masih menunjukkan adanya sisa-sisa uap yang belum mengembun. Hal ini menyebabkan adanya minyak daun cengkeh yang terbuang. Untuk mengatasi masalah ini ada beberapa hal yang masih bisa diperbaiki untuk meningkatkan hasil, antara lain:

#### 1. Suhu pendingin

Air pendingin yang digunakan suhunya selalu naik, dan akan mencapai maksimum pada suhu sekitar 60<sup>o</sup>C. Tingginya suhu pendingin ini menyebabkan proses pengembunan tidak sempurna. Sesuai dengan persamaan (1) jika perbedaan suhu antara pendingin dengan suhu yang didinginkan kecil ( $dT$  kecil) maka jumlah panas yang dipindahkan juga akan kecil. Kecilnya kemampuan alat untuk memindahkan panas ini akan menyebabkan belum semuanya uap yang terbentuk bisa diembunkan.

## 2. Pipa panas

Masih ada pipa pengangkut uap panas yang tidak tercelup di bak pendingin. Hal ini disebabkan karena letaknya lebih tinggi dari bak pendingin yang ada. Jika pipa panas ini bisa dimanfaatkan untuk pendingin, maka akan diperoleh tambahan luas transfer panas yang cukup besar, yang bisa dihitung dengan persamaan (2) Sesuai dengan persamaan (1) penambahan luas transfer panas ini akan meningkatkan jumlah panas yang dipindahkan.

Dari hasil pengamatan ini maka disimpulkan untuk melakukan perbaikan-perbaikan :

1. Membuat saluran air
2. Membuat bak pendingin tambahan
3. Membuat cooling tower

Proses pengerjaannya dilakukan oleh tukang dengan pengawas dilakukan langsung oleh penulis yang dibantu oleh pengrajin dan beberapa karyawan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan adanya perbaikan sistem pendingin pada alat proses produksi penyulingan minyak atsiri daun cengkeh, maka minyak daun cengkeh hasil penyulingan mengalami kenaikan sekitar 20 %. Sebelum ada perbaikan sistem pendingin, setiap pemasakan dengan berat daun kering 550 kg diperoleh hasil minyak daun cengkeh berkisar 11 kg, setelah diadakan perbaikan, maka hasil minyak daun cengkeh meningkat menjadi sekitar 13 kg untuk daun kering seberat 550 kg. Hasil yang diperoleh sangat tergantung dari kualitas daun cengkeh yang ada. Pada musim penghujan di mana daun cengkeh banyak mengandung air, hasil yang diperoleh ada penurunan. Dengan demikian masih ada kemungkinan peningkatan hasil yang diperoleh jika prosesnya dilakukan pada saat kemarau. Dari hasil pengamatan selama proses berlangsung indikator keberhasilan dari pelaksanaan program ini bisa dilihat dari tabel 1:

**Tabel I. Perbandingan Hasil Sebelum dan Sesudah Perbaikan**

Indikator	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Suhu Pendingin	60 °C	40 °C
Hasil Embunan	Sisa Uap Banyak	Sisa Uap Sedikit
Daun 550 kg	Hasil 11 kg Minyak	Hasil 13 kg Minyak

Dari hasil pembicaraan dengan pengrajin, menunjukkan bahwa peningkatan hasil yang diperoleh dari hasil perbaikan proses ini sangat menggembirakan. Selama melaksanakan program, pengrajin dan karyawan yang ada bisa mengadakan kerja sama yang baik, sehingga pelaksanaan program ini bisa selesai tanpa ada hambatan yang berarti.

Penambahan fasilitas pada sistem pendingin ini belum begitu familiar bagi penduduk setempat, sehingga pada saat pembuatannya memerlukan pengarahan yang intensif.

Secara umum dapat dikatakan bahwa dari data hasil di atas menunjukkan upaya-upaya yang dilakukan untuk meminimasi uap yang lolos adalah sebagai berikut:

1. *Make-up water*

Penambahan air segar dilakukan dengan cara memberi saluran air dari sungai ke unit pendingin yang berjarak sekitar 25 m. Dengan adanya air *meke-up* ini diharapkan suhu air pendingin tidak menjadi tinggi, maka beda suhu antara suhu pendingin dengan suhu uap akan tinggi, sehingga transfer panasnya akan berjalan dengan baik. Di samping itu adanya aliran air pendingin ini bisa meningkatkan turbulensi aliran dengan demikian harga bilangan Reynoldnya akan menjadi besar, sesuai dengan persamaan (5), maka harga koefisien perpindahan panas seluruhnya akan bertambah besar. Peningkatan harga koefisien perpindahan menyeluruh ini juga akan meningkatkan meningkatkan jumlah panas yang bisa dipindahkan.

2. Bak pendingin

Dalam bak pendingin masih ada pipa pengangkut uap yang belum tercelup. Pipa ini mempunyai ukuran panjang sekitar 1,5 m dan berdiameter 10 cm. Untuk meningkatkan kemampuan unit pendingin mengembunkan uap, maka di sekitar pipa ini dibuat bak penampung. Sesuai dengan persamaan (2), aktivitas ini akan menambah luas perpindahan panas, dengan demikian sesuai dengan persamaan (1), penambahan luas transfer panas ini akan menambah jumlah panas yang dipindahkan. Bak mempunyai ukuran panjang 1,8 m lebar 0,6 m dan tinggi 1 m. Air pendingin yang dimasukkan dalam bak tambahan ini berasal dari sirkulasi air di *cooling tower*.

3. *Cooling tower*

*Cooling tower* yang dibuat mempunyai ukuran tinggi 6 m, yang dilengkapi dengan *plate-plate* sebanyak 4 buah. Jarak satu *plate* dengan *plate* yang lain 1 m. *Plate* yang paling atas mempunyai diameter 0,6 m diikuti *plate*

berikutnya 0,8 m dan yang paling bawah berdiameter 1 m. *Cooling tower* berfungsi untuk mendinginkan air pendingin. Proses pendinginan terjadi karena air kontak dengan udara yang mempunyai suhu lebih rendah. Proses perpindahan panas ini akan berjalan lebih baik jika air dan udara bisa kontak dengan sempurna dalam waktu yang cukup. Untuk meningkatkan kesempurnaan kontak, maka air ukuran butiran air diperkecil, sedang untuk memperlama waktu kontak maka dibuat *plate-plate* penampung sementara. Air dari bak pendingin dialirkan ke atas *cooling tower* dengan bantuan pompa. Air yang keluar dari atas *cooling tower* ditampung di *plate* paling atas kemudian diteruskan ke *plate-plate* yang di bawahnya. Selama proses mengalirnya air dari *plate* ke *plate* dibawahnya akan terjadi perpindahan panas dari air ke udara. Selama proses ini berlangsung, air akan kehilangan panas ke sekeliling karena ada perbedaan suhu dengan sekeliling dan adanya air yang menguap ke sekeliling. Banyaknya panas yang hilang ini bisa dihitung dengan persamaan (3) dan persamaan (4). Ketinggian *plate* yang paling bawah lebih tinggi dari bak penampung tambahan, sehingga air dari *cooling tower* ini bisa dialirkan menuju bak tambahan dan bisa membantu meningkatkan proses pengembunan. Jadi aktifitas-aktifitas yang dilakukan untuk memodifikasi seperangkat alat pendingin atau pengembun didasarkan dari persamaan (1). Jika semua variabel-variabel yang berpengaruh terhadap jumlah panas yang dipindahkan bisa diperbesar, maka jumlah panas yang berpindah juga akan bertambah. Kehilangan panas ini berasal dari uap yang mengalir di dalam pipa. Uap yang kehilangan panas ini akan berubah fase dari fase uap menjadi cair, serta mengalami penurunan suhu dari suhu didihnya ke suhu yang lebih rendah.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Perbaikan system pendingin pada proses penyulingan minyak daun cengkeh bisa berjalan dengan baik, terlihat dari penurunan suhu pendingin. Penurunan suhu pendingin ini bisa meningkatkan kemampuan untuk mengembunkan uap yang terbentuk. Peningkatan kemampuan untuk mengembunkan uap juga didukung dengan penambahan bak yang berfungsi untuk mendinginkan pipa uap yang semula belum tercelup dalam bak pendingin dengan menggunakan pendingin aliran air dari *cooling tower* serta dengan penambahan *make-up water*. Akhirnya serangkaian proses ini bisa meningkatkan perolehan hasil penyulingan daun cengkeh sekitar 20 %..

## Saran

Selama proses penyulingan berlangsung banyak uap yang terbentuk hilang dari ketel pemasak. Uap yang hilang ini akan mengurangi perolehan hasil. Kehilangan uap dari ketel pemasak dapat diminimalisasi dengan menggunakan penambahan perak yang baik.

## UCAPAN TERMA KASIH

Kegiatan pengabdian ini dilakukan atas biaya dari PD3M Ditjen Dikti. Melalui program kegiatan pengabdian masyarakat ini kami ucapkan terima kasih kepada Bapak Direktur Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DP3M) Dirjen Dikti Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai program pengabdian dari awal hingga selesai.

## DAFTAR PUSTAKA

- , 2000. *Buku Induk Potensi Lahan dan Tanaman Perkebunan Kabupaten Boyolali Tahun 2000*. Dinas Perkebunan Kabupaten Boyolali.
- Guenter, E., 1987. *Minyak Atsiri*. Penerjemah S. Ketaren, cetakan I, Jilid I, Universitas Indonesia. Jakarta: UI Pers.
- Kern, D. Q., 1983. *Process Heat Transfer*. 21th edition. Tokyo: Mc-Graww-Hill Book Company.
- Kusmiyati, dkk, 2001. *Penyuluhan Teknologi Penyulingan Minyak Atsiri Kenanga di Desa Bendan Kabupaten Boyolali*. Surakarta: Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat UMS.
- Pitts, D.R. and Sissom, L.E., 1986, *Heat Transfer*. 2 ed Edition, Schaum's Outline Series Singapore: Mc.Graww-Hill Book Company.
- Soewarso, Dilaga, W.S, dan Bambang S, 2001. *Buku Materi Pelatihan Metodologi Pengabdian Kepada Masyarakat Bagi Dosen Kopertis Wilayah VI*. Semarang: Depdiknas Kopertis Wilayah VI.