

ISOLATION OF CLOVE ESSENTIAL OIL BY FERMENTATION PROCESS

Khurotul Ainiyah, Fita Andriyani, Soemargono Soemargono, Nove Kartika Erliyanti
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Kec. Gunung Anyar, Kota Surabaya 60294, Indonesia

*E-mail corresponding author: nove.kartika.nke.tk@upnjatim.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 09-04-2021 Received in revised form: 12-04-2021 Accepted: 21-04-2021 Published: 23-04-2021</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> Clove leaves Essential oils Fermentation <i>Rhizopus oligosporus</i></p>	<p><i>Clove essential oil is processed product of clove leaves which is used as perfumes and medicines. In general, the method used to extract clove leaf essential oil is the steam distillation method. This method has not maximized the yield essential oils produced because a lot of essential oils are still trapped in plant tissues. Modification of the essential oil isolation methods to produce more yields needs to be done, one of which is the fermentation method with the help <i>Rhizopus oligosporus</i> before the distillation process is carried out. The fermentation method is able to destroy the oil tissues on the leaves using enzymes produced by <i>rhizopus oligosporus</i>. The aims of this study were to isolate the essential oil clove leaves and look for the effect of the mass and fermentation time on the yield and content of clove leaf essential oil compounds produced. The results showed that the isolation essential oils using fermentation methods was successfully carried out, the mass and fermentation time had a significant influence on the yield and content of essential oil chemical compounds. The best result was obtained at a mass of 35 grams with a fermentation time of 36 hours with a yield 0.32% and the content eugenol, caryophyllene compounds obtained respectively at 93.43% and 2.28%.</i></p>

ISOLASI MINYAK ATSIRI DAUN CENGKEH DENGAN PROSES FERMENTASI

Abstrak- Minyak atsiri cengkeh adalah produk olahan daun cengkeh yang digunakan sebagai parfum dan obat-obatan. Pada umumnya metode yang digunakan untuk pengambilan minyak atsiri daun cengkeh adalah metode distilasi uap. Metode tersebut belum memaksimalkan rendemen minyak atsiri yang dihasilkan karena banyak minyak atsiri yang masih terperangkap dalam jaringan tanaman. Modifikasi metode isolasi minyak atsiri untuk menghasilkan rendemen yang lebih banyak perlu dilakukan, salah satunya adalah metode fermentasi dengan bantuan kapang *Rhizopus oligosporus* sebelum dilakukan proses distilasi. Metode fermentasi mampu menghancurkan jaringan minyak pada daun dengan menggunakan enzim yang dihasilkan oleh kapang *Rhizopus oligosporus*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengisolasi minyak atsiri daun cengkeh dan mencari pengaruh massa kapang serta waktu fermentasi terhadap rendemen dan kandungan senyawa minyak atsiri daun cengkeh yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolasi minyak atsiri menggunakan metode fermentasi berhasil dilakukan, massa kapang dan waktu fermentasi mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap rendemen dan kandungan senyawa kimia minyak atsiri. Hasil terbaik diperoleh pada massa kapang 35 gram dengan waktu fermentasi 36 jam dengan rendemen sebesar 0,32% dan kandungan senyawa *eugenol* dan *caryophyllene* diperoleh berturut-turut sebesar 93,43% dan 2,28%.

Kata kunci : daun cengkeh, fermentasi, minyak atsiri, *Rhizopus oligosporus*.

PENDAHULUAN

Kebutuhan minyak atsiri di dunia salah satunya di negara Indonesia semakin tahun semakin meningkat seiring dengan meningkatnya perkembangan industri modern seperti industri parfum, kosmetik, makanan, aroma terapi dan obat-obatan. Minyak atsiri dikenal sebagai minyak eteris (*aetheric oil*) dan minyak essensial merupakan kelompok besar minyak nabati yang memiliki wujud cairan kental pada suhu ruang tetapi mudah menguap sehingga memberikan aroma yang khas. Sebagian minyak atsiri mengandung senyawa karbon, hidrogen, dan oksigen yang tidak bersifat aromatik. Senyawa-senyawa ini secara umum disebut terpenoid (Hanief dan mahfud, 2013).

Indonesia mempunyai potensi yang cukup besar sebagai penghasil bahan baku minyak atsiri. Terdapat beberapa bagian tanaman yang berpotensi menghasilkan minyak atsiri terletak pada bagian daun, batang, akah, biji, buah dan bunga. Di dunia terdapat 70 tanaman, sekitar 40 jenis tanaman terdapat di Indonesia salah satunya adalah cengkeh (Gustina, 2014). Cengkeh merupakan tanaman yang banyak tumbuh di negara Indonesia karena tanaman ini berasal dari Maluku, kemudian menyebar ke pulau-pulau lain, termasuk pulau Jawa. Tanaman cengkeh mempunyai bentuk dan warna daun yang ideal karena daunnya kuat. Daun cengkeh terkandung 1-4 % minyak atsiri (Jayanuddin, 2011). Minyak atsiri daun cengkeh dikenal sebagai salah satu sumber senyawa fenolit sebagai *flavonoid*. Terdapat beberapa kandungan senyawa dalam minyak atsiri daun cengkeh salah satu senyawa utamanya yaitu *eugenol* (Hakim, 2015).

Minyak atsiri daun cengkeh memegang peranan penting dalam industri farmasi dan parfum. Hal ini yang membuat kebutuhan minyak atsiri daun cengkeh terus meningkat. Seluruh bagian tumbuhan cengkeh bersifat aromatik terutama pada bagian daun, batang dan bunga. Minyak atsiri daun cengkeh mempunyai kandungan utama senyawa *eugenol*. Senyawa *eugenol* merupakan senyawa utama yang terkandung dalam minyak atsiri cengkeh (*Syzygium aromaticum*), dengan kandungan yang dapat mencapai 70-96%, minyak cengkeh juga mengandung beberapa komponen lain seperti *eugenol* asetat dan beta-caryophyllene tetapi senyawa yang paling penting dalam minyak cengkeh adalah senyawa *eugenol*, sehingga kualitas minyak cengkeh ditentukan oleh kandungan senyawa *eugenol* tersebut, semakin tinggi kandungan *eugenol*nya maka semakin baik kualitasnya dan semakin tinggi harga jualnya (Nurdjannah, 2004). Dalam persyaratan mutu minyak daun cengkeh berdasarkan SNI 06-2387-2006 kandungan senyawa *eugenol* minimal sebesar 78% (Badan Standardisasi Nasional, 2006). Senyawa *eugenol* mempunyai rumus molekul

$C_{10}H_{12}O_2$ mengandung beberapa gugus fungsional yaitu alil ($-CH_2-CH=CH_2$), fenol ($-OH$) dan metoksi ($-OCH_3$), sehingga dengan adanya gugus tersebut *eugenol* dapat digunakan sebagai bahan dasar sintesis berbagai senyawa lain yang mempunyai nilai lebih tinggi seperti *eugenol*, *isoeugenol*, asetat, *isoeugenol* asetat, benzil *eugenol*, benzil iso *eugenol*, metil *eugenol*, *eugenol* metil eter, *eugenol* etil eter, *isoeugenol* metil eter, *vaniline* dan sebagainya (Towaha, 2012).

Pada umumnya pengambilan minyak atsiri daun cengkeh dilakukan dengan metode distilasi uap, namun metode tersebut kurang efektif karena menimbulkan beberapa masalah yaitu kandungan minyak atsiri yang menguap dan masih terdapat banyak minyak atsiri yang masih terperangkap dalam jaringan tanaman, sehingga dapat menurunkan rendemen minyak atsiri yang dihasilkan (Nurhadiyanti, dkk., 2017).

Salah satu cara untuk memperoleh senyawa yang murni dapat dipisahkan dengan proses distilasi. Destilasi adalah suatu teknik pemisahan kimia yang digunakan untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih (Walangare, dkk., 2013). Parameter yang digunakan dalam proses distilasi yaitu berdasarkan perbedaan tingkat kevolatilan. Volatil merupakan suatu zat untuk berubah fase zat menjadi fase uap yang dioperasikan pada tekanan atmosfer (Wahyudi, dkk., 2017).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode fermentasi dengan menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus* dapat meningkatkan rendemen minyak atsiri. Mengisolasi minyak atsiri kulit jeruk menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus* dan mendapatkan waktu fermentasi terbaik selama 6 hari dengan hasil rendemen sebesar 0,42% (Laurita dan Herawati, 2016). Mengisolasi minyak atsiri daun kayu manis menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus* dan mendapatkan waktu fermentasi terbaik 4 hari dengan rendemen 0,10% dan 0,12% (Khasanah, dkk., 2015). Fermentasi daun nilam dengan penambahan kapang *Rhizopus oligosporus* mendapatkan rendemen minyak atsiri sebesar 0,98% selama 2 hari dan tanpa fermentasi didapatkan rendemen sebesar 0,73% (Slamet, dkk., 2019). Fermentasi daun cengkeh dengan penambahan *Trichoderma harizanum* mendapatkan rendemen minyak atsiri sebesar 1,62% selama 8 hari dan tanpa fermentasi didapatkan Rendemen sebesar 0,57% (Nurhadianty, dkk., 2017).

Pada penelitian terdahulu dengan menggunakan perlakuan awal fermentasi mampu meningkatkan rendemen minyak atsiri. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengambilan minyak atsiri daun cengkeh menggunakan proses fermentasi

menggunakan bantuan kapang *Rhizopus oligosporus*. Metode fermentasi adalah suatu proses perubahan kimiawi dari senyawa-senyawa organik dalam keadaan aerob maupun anaerob, melalui kerja enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Fermentasi mampu mengurai senyawa kompleks menjadi lebih sederhana (Pamungkas, 2011). Pada proses fermentasi digunakan beberapa strain dan spesies bakteri, campuran bakteri dan khamir, atau campuran bakteri dan kapang yang digunakan untuk memproduksi produk fermentasi (Hidayat, dkk., 2006). Metode fermentasi digunakan untuk menghancurkan jaringan minyak pada daun dengan menggunakan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme maupun kapang (Halimah dan Yulfie, 2010). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi yaitu pertumbuhan mikroorganisme yang diinginkan dan laju fermentasi optimum bergantung pada parameter lingkungan seperti nutrisi, suhu, dan pH (Hidayat, dkk., 2006).

Seperti proses fermentasi pada umumnya, proses fermentasi dilakukan dengan penambahan kapang *Rhizopus oligosporus*. Pertumbuhan *Rhizopus oligosporus* mempunyai ciri-ciri koloni abu-abu kecoklatan dengan tinggi 1 mm (Madigan dan Martinko, 2006). Temperatur optimum *Rhizopus oligosporus* berkembang dengan baik pada suhu 30-35°C dengan temperatur minimum dan maksimum pertumbuhannya berturut-turut 12°C dan 42°C. Waktu minimum yang diperlukan untuk pertumbuhan kapang ini selama 12 jam. Karakteristik dari *Rhizopus oligosporus* mempunyai aktivitas proteolitik yang tinggi dan akan membebaskan amonia setelah fermentasi selama 48-72 jam (Sudarmadji, dkk., 1989). Kapang *Rhizopus oligosporus* mampu menghasilkan enzim protease yang dapat memecah protein sehingga mampu menguraikan serat kasar pada daun yang menyebabkan daun bisa melunak (Endrawati, dan Kusumaningtyas, 2017). Penguraian serat kasar pada daun tersebut mampu menghancurkan jaringan minyak pada daun sehingga rendemen minyak atsiri yang dihasilkan lebih optimal.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengisolasi minyak atsiri daun cengkeh dan mencari pengaruh massa kapang dan waktu fermentasi terhadap rendemen dan kandungan senyawa minyak atsiri daun cengkeh yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Beberapa alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain serangkaian alat fermentasi, alat ekstraksi dan serangkaian alat distilasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun cengkeh yang diperoleh dari perkebunan Desa

Tutur, Kecamatan Tutur, Kabupaten Pasuruan dan kapang *Rhizopus oligosporus* yang digunakan sebagai pendegradasi daun cengkeh dalam proses fermentasi.

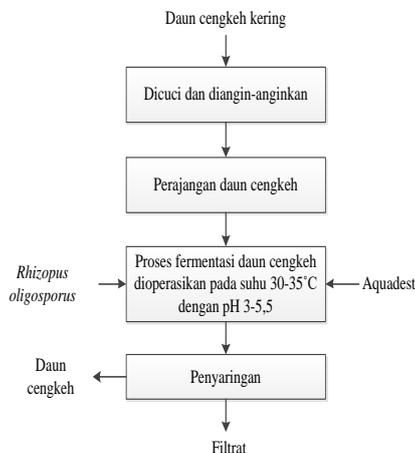
Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan

Daun cengkeh dibersihkan dan dipisahkan dari ranting-rantingnya kemudian diangin-anginkan. Daun cengkeh yang telah diangin-anginkan dilakukan proses perajangan untuk memperkecil luas permukaan. Daun cengkeh kering yang sudah dirajang ditimbang seberat 500 gram dan kapang *Rhizopus oligosporus* ditimbang sesuai dengan variabel yang telah ditentukan.

Proses Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan secara anaerob. Daun cengkeh kering yang sudah dirajang, kapang *Rhizopus oligosporus* yang sudah ditimbang sesuai dengan variabel yang telah ditentukan dan aquadest dimasukkan kedalam alat fermentasi kemudian diaduk sampai tercampur rata. Seluruh daun cengkeh diusahakan terendam oleh aquadest seluruhnya. Proses fermentasi dilakukan sesuai pada variabel waktu 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, dan 60 jam. Amati temperatur dan pH sebelum dilakukan fermentasi dan setelah fermentasi. Hasil dari proses fermentasi dipisahkan antara daun cengkeh dengan filtratnya.

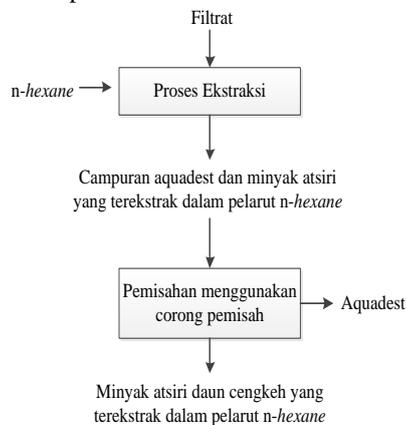


Gambar 1. Diagram alir proses fermentasi minyak atsiri daun cengkeh

Proses Ekstraksi

Filtrat hasil dari proses fermentasi berwarna coklat keruh berupa campuran minyak atsiri daun cengkeh dengan aquadest. Filtrat tersebut kemudian diekstraksi dengan menggunakan serangkaian alat ekstraksi. Filtrat dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambah dengan pelarut normal-*hexane* 100 ml. Proses ekstraksi dioperasikan pada kecepatan pengadukan 1190 rpm dengan waktu 1 jam. Filtrat hasil proses ekstraksi dipisahkan menggunakan alat

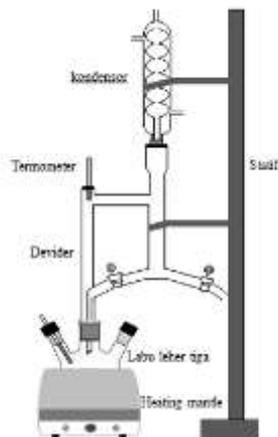
corong pemisah. Alat tersebut digunakan untuk memisahkan antara minyak atsiri daun cengkeh yang terekstrak ke dalam pelarut normal-*hexane* dan aquadest. Diagram alir proses ekstraksi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir proses ekstraksi

Proses Distilasi

Minyak atsiri daun cengkeh yang larut dalam pelarut normal-*hexane* selanjutnya dilakukan proses distilasi. Minyak atsiri daun cengkeh yang larut dalam pelarut normal-*hexane* dimasukkan ke dalam labu distilasi. Proses distilasi dioperasikan pada temperatur 69°C dan tekanan 1 atm. Kondensor yang dihubungkan dengan devider berfungsi merubah fase uap menjadi fase cair dan menampung produk berupa normal-*hexane*, sedangkan minyak atsiri daun cengkeh tertinggal di dalam labu distilasi. Minyak atsiri daun cengkeh yang dihasilkan dianalisis kadar rendemen dan kandungan senyawa kimia. Rangkaian alat distilasi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Alat Distilasi

Rendemen merupakan perbandingan antara minyak atsiri yang dihasilkan dengan banyak tanaman yang diolah yang dinyatakan dalam persen (Kridati, dkk., 2012). Minyak atsiri daun cengkeh yang telah diperoleh dalam satuan massa (gram),

dihitung rendemennya dengan cara membagi massa minyak atsiri daun cengkeh yang dihasilkan dengan massa daun cengkeh yang digunakan dikalikan dengan 100%. Rendemen minyak atsiri pada daun cengkeh dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{rendemen} = \frac{m_1 (\text{gr})}{m_2 (\text{gr})} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

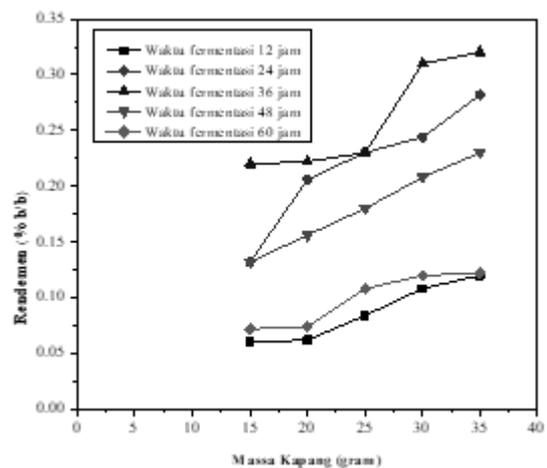
m_1 : massa minyak atsiri daun cengkeh (gram)

m_2 : massa daun cengkeh yang digunakan (gram)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Fermentasi dan Massa Kapang (*Rhizopus Oligosporus*) Terhadap Rendemen Minyak Atsiri

Pengaruh waktu fermentasi dan massa kapang *Rhizopus oligosporus* terhadap rendemen minyak atsiri dari daun cengkeh ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Massa Kapang *Rhizopus oligosporus* terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun Cengkeh

Berdasarkan Gambar 4, menunjukkan bahwa pada waktu yang berbeda jumlah rendemen minyak atsiri yang diperoleh juga berbeda-beda dengan range waktu yang sama. Pada waktu 12-36 jam mengalami peningkatan rendemen minyak atsiri yang signifikan, tetapi pada waktu 48-60 jam rendemen minyak atsiri mengalami penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh fase pertumbuhan kapang *Rhizopus oligosporus*, karena dalam tiap waktu tertentu kapang *Rhizopus oligosporus* akan melakukan fase pertumbuhan mulai dari fase lag, log, stasioner, dan kematian sehingga pada fase-fase tertentu aktivitas kapang juga berbeda dan semakin lama waktu pertumbuhan, maka aktivitas kapang juga semakin menurun (Panggara, 2009). Hal ini akan berpengaruh terhadap rendemen minyak atsiri yang diperoleh.

Waktu fermentasi 12 jam sampai 24 jam merupakan fase lag. Fase lag adalah fase penyesuaian kapang *Rhizopus oligosporus* terhadap

lingkungannya dan merupakan fase mulainya sel-sel membelah menjadi fase aktif *Rhizopus oligosporus*. Waktu fermentasi 24 jam sampai 36 jam merupakan fase log yaitu saat jumlah koloni meningkat dan merupakan fase pertumbuhan optimum kapang. Pada waktu fermentasi 48 jam sampai 60 jam merupakan fase stasioner yaitu saat sel *Rhizopus oligosporus* melakukan adaptasi terhadap kondisi yang kurang menguntungkan. Pada waktu 60 jam adalah fase kematian yaitu fase pertumbuhan kapang semakin menurun karena terjadi autolisis. Autolisis adalah kerusakan jaringan yang terjadi melalui proses kimia yang disebabkan oleh enzim intraseluler (Panggara, 2009). Waktu fermentasi yang semakin lama akan mengakibatkan rendemen minyak atsiri yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini disebabkan fermentasi yang lebih lama menyebabkan minyak akan terhidrolisis dan hilang (Nurhadianty, dkk., 2017). Kadar air yang tinggi pada saat proses fermentasi menyebabkan hidrolisis minyak daun cengkeh yang mengakibatkan terbentuknya asam lemak bebas sehingga mempengaruhi minyak atsiri daun cengkeh dan rendemen yang dihasilkan semakin menurun (Cahyani, dkk., 2017).

Pada Gambar 4 dapat diketahui juga bahwa massa kapang *Rhizopus oligosporus* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap rendemen minyak atsiri dari daun cengkeh yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dengan semakin banyak massa kapang *Rhizopus oligosporus* yang digunakan untuk proses fermentasi maka rendemen dari minyak atsiri daun cengkeh yang dihasilkan juga semakin meningkat. Pada saat proses fermentasi terjadi peningkatan temperatur dari 29°C menjadi 32°C. Meningkatnya rendemen minyak atsiri dipengaruhi oleh metode fermentasi yang digunakan untuk menghancurkan jaringan minyak pada daun dengan menggunakan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Halimah dan Yulfi, 2010).

Kapang memproduksi dua sistem enzim ekstraseluler yaitu sistem hidrolitik dan sistem oksidatif. Sistem hidrolitik dapat memproduksi hidrolase yang berfungsi untuk mendegradasi selulosa dan hemiselulosa. Sistem oksidatif mempunyai sifat ligninolitik yang berfungsi untuk depolimerasi lignin. Kapang ini mampu memproduksi enzim ekstraseluler untuk proses depolimerisasi senyawa berukuran besar menjadi kecil dan larut dalam air (substrat untuk kapang). Kapang mentransfer substrat ke dalam suatu sel melalui membran sitoplasma untuk mengakhiri proses dekomposisi pada bahan organik. Proses dekomposisi inilah yang diharapkan dapat terjadi pada proses fermentasi sebelum dilakukan ekstraksi pada minyak daun cengkeh sehingga dapat meningkatkan rendemen minyak daun cengkeh (Jabbar, dkk., 2015). Kapang *Rhizopus oligosporus*

menghasilkan enzim protease yang memiliki kemampuan memecah protein sehingga dapat mengurai serat kasar pada daun dan daun bisa melunak, maka dengan banyaknya massa kapang akan semakin banyak kapang yang akan menghancurkan jaringan minyak yang terdapat pada daun sehingga mampu meningkatkan rendemen minyak atsiri (Endrawati dan Kusumaningtyas, 2017).

Rendemen minyak atsiri dari daun cengkeh yang tertinggi pada penelitian ini diperoleh pada massa kapang 35 gram dan waktu fermentasi 36 jam yaitu sebesar 0,32%. Semakin besar nilai rendemen minyak atsiri, maka semakin banyak jaringan minyak pada daun yang hancur sehingga minyak atsiri yang terperangkap pada jaringan minyak bisa keluar dengan banyak dan semakin lama waktu fermentasi, maka rendemen minyak atsiri daun cengkeh yang diperoleh berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh fase pertumbuhan kapang *Rhizopus oligosporus*.

Pengaruh Waktu Fermentasi dan Massa Kapang Terhadap Kandungan Senyawa Minyak Asiri

Minyak atsiri daun cengkeh mengandung beberapa jenis komponen senyawa kimia yang menjadi komponen penyusun minyak tersebut. Komponen senyawa kimia penyusun minyak akan memberikan sifat khas yang menjadi ciri suatu minyak atsiri. Dalam penelitian ini analisis komponen senyawa kimia penyusun minyak atsiri dari daun cengkeh dilakukan dengan pengujian menggunakan GC-MS hanya menggunakan dua sampel minyak atsiri daun cengkeh dengan perlakuan awal fermentasi. Dipilihnya dua sampel minyak atsiri ini untuk mengetahui dengan variabel waktu yang sama dan massa kapang *Rhizopus oligosporus* yang berbeda digunakan sebagai pembandingan terhadap peningkatan kandungan senyawa minyak atsiri daun cengkeh. Kandungan senyawa dari dua variabel tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Senyawa Minyak Atsiri Daun Cengkeh

Parameter	Senyawa	
	<i>Eugenol</i> (%)	<i>Caryophyllene</i> (%)
Massa kapang = 25 gram Waktu Fermentasi = 36 jam	91,75	2,54
Massa kapang = 35 gram Waktu Fermentasi = 36 jam	93,43	2,28

Tabel 2. Standar Mutu Minyak Atsiri Daun Cengkeh

Karakteristik	Syarat Mutu
<i>Eugenol</i> (%)	Minimum 78
<i>Caryophyllene</i> (%)	Maksimum 17

Sumber: SNI 06-2387-2006

Untuk mengetahui kualitas minyak cengkeh berdasarkan komposisi senyawa kimia penyusunnya dapat menggunakan SNI No. 06-2387-2006 sebagai acuan. Dalam standar tersebut dinyatakan bahwa kandungan *eugenol* minimum 78% dan *caryophyllene* maksimum 17%. Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa pada waktu fermentasi yang sama dengan massa kapang yang semakin tinggi diperoleh senyawa *eugenol* yang semakin tinggi. Pada massa kapang 35 gram dan waktu fermentasi 36 jam diperoleh minyak atsiri terbaik yang telah memenuhi SNI senyawa *eugenol* yaitu sebesar 93,43% dan senyawa *caryophyllene* sebesar 2,28%.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan antara lain metode fermentasi ekstraksi dan distilasi dapat mengisolasi minyak atsiri dari daun cengkeh dan massa kapang *Rhizopus oligosporus* dan waktu fermentasi mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap rendemen dan kandungan senyawa minyak atsiri. Pada waktu fermentasi 36 jam dengan massa kapang 35 gram diperoleh minyak atsiri terbaik dengan rendemen minyak atsiri dari daun cengkeh sebesar 0,32% dan kandungan senyawa *eugenol* sebesar 93,43% serta senyawa *caryophyllene* sebesar 2,28%.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2006, "Standar Nasional Indonesia Minyak Daun Cengkeh", SNI 06-2387-2006.
- Cahyani, C., Vivi N., Miftahol A., Dkk, 2017 "Degradasi Selulotik Daun Cengkeh Menggunakan *Aspergillus Niger* Untuk Meningkatkan Yield Minyak Pada Penyulingan", *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 1, 32.
- Endrawati, D., dan Kusumaningtyas. 2017. "Beberapa Fungsi *Rhizopus sp* dalam meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan". *Jurnal Wartazoa*. 27, 081-088.
- Gustina, L., 2014, "Minyak Atsiri", Berlin, Germany.
- Hakim, L., 2015, "Rempah dan Herba Kebun Pekarangan Rumah Masyarakat", Diandra Creative, Yogyakarta.

- Halimah, D.P., Yulfi Z, 2010, "Minyak Atsiri Dari Tanaman Nilam Melalui Metode Fermentasi dan Hidrodistilasi Serta Uji Bioaktivitasnya", *Jurnal Kimia*, 1, 2.
- Hanief, M., Mahfud, 2013, "Ekstraksi Minyak Atsiri dari Akar Wangi Menggunakan Metode Steam - Hydro distillation dan Hydro distillation dengan Pemanas Microwave", *Jurnal Teknik Pomits*, 2, 2.
- Hidayat, N., Padaga M.C., Suhartini S., 2006, "Mikrobiologi Industri", CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Jabbar, A., Afghani J., Burhanuddin, 2015, "Pengaruh Fermentasi *Rhizopus Sp* Terhadap Senyawa Seskuiterpene Pada Kayu Gaharu", 4, 91.
- Jayanudin, 2011, "Komposisi Kimia Minyak Atsiri Daun Cengkeh dari Proses Penyulingan Uap", *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 10, 37-42.
- Khasanah., L. Umi., Kawiji, R. Utami. 2015. Pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap karakteristik mutu minyak atsiri daun jeruk purut (*Citrus Hystrix Dc.*) *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 4 (2): 48-55.
- Kridati, E.M., Erma P., Sri H, 2012, "Rendemen Minyak Atsiri dan Diameter organ Serta Ukuran sel Minyak Tanaman Adas yang Dibudidayakan Di Kabupaten Semarang dan Kota Salatiga", *Jurnal Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 20, 2.
- Laurita, L., Herawati M.M., 2016, "Pengaruh Waktu Fermentasi Padat Terhadap Karakteristik Mutu Fisik dan Hasil Rendemen Minyak Atsiri Limbah Kulit", *Jurnal Prosiding Konser Karya Ilmiah*, 2, 43-50.
- Madigan, M.T., and J.M. Martinko, 2006, "Brock Biology of Microorganisms 11th ed, Pearson Education, New Jersey.
- Nurdjannah, N, 2004, "Diversifikasi penggunaan cengkeh". *Perspektif, Review Penelitian Tanaman Industri*, 3, 61-70.
- Nurhadianty, V., Cahyani C., Nirwana W.O.C., dkk, 2017, "Peningkatan Yield Minyak Daun Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*) dengan Fermentasi Selulotik Menggunakan *Trichoderma Harzianum*", *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 1, 36-41.
- Pamungkas, W., 2011, "Teknologi Fermentasi, Alternatif Solusi dalam Upaya Pemanfaatan Bahan Pakan Loyal", *Jurnal Media Akuakultur*, 1, 43-48.
- Panggara, H., 2009, "Laju Pertumbuhan Jamur *Rhizopus sp* pada Tempe Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L.*)", *Jurnal Bionature*, 10, 69-74.

- Slamet, Ulyarti, dan Rahmi S.L., 2019, “ Pengaruh lama fermentasi daun nilam menggunakan ragi tempe terhadap mutu dan nilai fisik rendemen minyak nilam”, *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 11, 19-25.
- Sudarmadji, S., Kasmidjo R., Sardjono, dkk, 1989, “Mikrobiologi Pangan”, Proyek Pengembangan Pusat Fasilitas Bersama Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Towaha, J., 2012, “Manfaat *Eugenol* Dalam Industri di Indonesia”, *Jurnal ISSN*, 11, 79-90.
- Wahyudi, N.T., Ilham F.F., Kurniawan I., dkk, 2017, “Rancangan Alat Destilasi Untuk Menghasilkan Kondensat Dengan Metode destilasi Satu Tingkat”, *Jurnal Chemurgy*, 1, 30-33.
- Walangare, K.B.A., Lumenta, A.S.M., Wuwung, J.O., dkk., 2013, “Rancangan Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik”, *e-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 1-11.