

EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI DAUN *Eucalyptus grandis* MENGGUNAKAN ISOLAT ENZIM *Selulase*

S K R I P S I

Oleh:

MUHAMMAD YUNUS SALAM

1504310050

TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

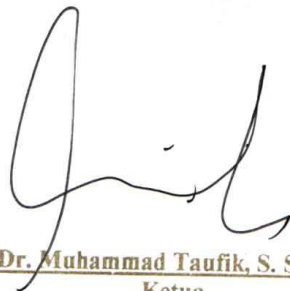
**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

**EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI DAUN *Eucalyptus grandis*
MENGUNAKAN ISOLAT ENZIM *Selulase***

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD YUNUS SALAM
1504310050
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) Pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara


Dr. Muhammad Taufik, S. S.i, M. S.i
Ketua

Komisi Pembimbing


Dr. Ir Desi Ardila, M. S.i
Anggota

Disahkan Oleh :

Dekan

Ir. Asritanara Munir, A.P.


Tanggal Lulus: 16-03-2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Muhammad Yunus Salam
NPM : 1504310050

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Eksrtaksi Minyak Atsiri Dari Daun Eucalyptus grandis Menggunakan Isolat Enzim Selulase adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan(plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 18 Maret 2019

Yang menyatakan



Muhammad Yunus Salam

Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Daun *Eucalyptus grandis* Menggunakan Isolat Enzim *Selulase*

Extraction of essential oil from the leaves of *Eucalyptus grandis* Isolates Using the enzyme *Selulase*

Oleh :

MUHAMMAD YUNUS SALAM

1504310050

ABSTRACT

Research on extraction of essential oils from *Eucalyptus grandis* leaves using *Selulase* enzyme isolates from *Achatina fulica* snails has been carried out in order to obtain a method that is compatible with the volatile essential oils. This study used a Randomized Complete Design method (RAL) with two factorial. The I factor is the temperature (T), which consists of 4 treatments i.e., T₁ = T₂ = 55 ° C, 60 ° C, T₃ = T₄ = 65 ° C, 70 ° c. Factor II is the concentration of the enzyme *Selulase* (K) which consists of 4 treatments i.e. K₁ = K₂ = 1%, 2%, 3% = K₃, K₄ = 4%. The parameters observed used rendement, density, type of refractive index, and scent. From the results of statistical analysis at each parameter: Temperature show a different very real influence ($p < 0.01$) against the value of yield, weight, type of refractive index and scent. The concentration of the enzymes show influence differently is evident ($p < 0.01$) against the value of yield, weight, type of refractive index and scent.

Keywords: *leaves of Eucalyptus grandis, Selulase Enzymes, incubator, a measuring cup.*

ABSTRAK

Penelitian ekstraksi minyak atsiri dari daun *Eucalyptus grandis* menggunakan isolat enzim *Selulase* dari bekicot *Achatina fulica* telah dilakukan untuk mendapatkan metode yang sesuai dengan minyak atsiri yang mudah menguap. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktorial. Faktor I adalah Temperatur (T) yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu T₁ = 55 °C, T₂ = 60 °C, T₃ = 65 °C, T₄ = 70 °C. Faktor II adalah Konsentrasi Enzim *Selulase* (K) yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu K₁ = 1%, K₂ = 2%, K₃ = 3%, K₄ = 4%. Parameter yang diamati yaitu Rendemen, Bobot Jenis, Indeks Bias, dan Aroma. Dari hasil analisis statistik pada setiap parameter : Temperatur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai rendemen, bobot jenis, indeks bias dan aroma. Konsentrasi Enzim memberikan pengaruh yang berbeda berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai rendemen, bobot jenis, indeks bias dan aroma.

Kata kunci : *Daun Eucalyptus grandis, Enzim Selulase, inkubator, gelas ukur.*

RINGKASAN

Judul penelitian adalah “Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Daun *Eucalyptus grandis* Menggunakan Isolat Enzim *Selulase*”. Penelitian ini Dibimbing oleh Bapak Dr. Muhammad Taufik, M.Si selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Ibu Dr.Ir. Desi Ardilla, M.Si selaku Anggota Komisi Pembimbing.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur dan konsentrasi enzim pada Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Daun *Eucalyptus grandis* Menggunakan Isolat Enzim *Selulase* yang dilihat dari sifat fisik minyak yang dihasilkan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 (dua) ulangan. Faktor 1 adalah temperatur dengan simbol huruf (T) yang terdiri dari 4 taraf yaitu $T_1=55$ °C, $T_2=60$ °C, $T_3= 65$ °C, $T_4= 70$ °C. Faktor 2 adalah konsentrasi enzim dengan simbol huruf (K) yang terdiri dari 4 taraf yaitu $K_1=1$ %, $K_2=2$ %, $K_3=3$ %, $K_4= 4$ %. Parameter yang diamati meliputi Rendemen, Bobot Jenis, Indeks Bias, dan Aroma.

Hasil analisa secara statistik pada masing-masing parameter memberikan kesimpulan sebagai berikut :

Rendemen

Temperatur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap parameter rendemen minyak atsiri daun *Eucalyptus grandis*. Rendemen tertinggi berada pada perlakuan temperatur 65 °C (T_3) yakni sebesar 0,261 % dan nilai terendah berada pada perlakuan temperatur 55 °C (T_1) yakni sebesar 0,187 %. Perlakuan Konsentrasi enzim memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap parameter rendemen. Nilai tertinggi berada pada perlakuan konsentrasi 4 % (K_4) yakni sebesar 0,254 % dan nilai terendah berada pada perlakuan konsentrasi 1 % (K_1) yakni sebesar 0,206 %. Nilai rata-rata rendemen dari keseluruhan perlakuan yaitu sebesar 0,214 %.

Bobot Jenis

Pada analisa minyak atsiri daun *Eucalyptus grandis*, temperatur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap parameter bobot jenis minyak atsiri. Bobot jenis tertinggi berada pada perlakuan temperatur 70 °C (T_4) yakni sebesar 0,898 g/ml dan nilai terendah berada pada perlakuan temperatur 55 °C (T_1) yakni sebesar 0,853 g/ml. Pada perlakuan konsentrasi enzim memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p>0,01$) terhadap parameter bobot jenis minyak atsiri. Bobot jenis tertinggi berada pada perlakuan 4

% (K₄) yakni sebesar 0,875 g/ml dan nilai terendah berada pada perlakuan konsentrasi 1 % (K₁) yakni sebesar 0,865 g/ml. Nilai rata-rata bobot jenis dari keseluruhan perlakuan yaitu sebesar 0,870 g/ml.

Indeks Bias

Pada analisa produk minyak atsiri dari daun *Eucalyptus grandis*, temperatur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter indeks bias minyak atsiri daun *Eucalyptus grandis*. Indeks bias tertinggi berada pada perlakuan temperatur 70 °C (T₄) yakni sebesar 1,362 m/s dan nilai terendah berada pada perlakuan temperatur 55 °C (T₁) yakni sebesar 1,258 m/s. Perlakuan Konsentrasi enzim memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter indeks bias. Nilai tertinggi berada pada perlakuan konsentrasi 1 % (K₁) yakni sebesar 1,3125 m/s dan nilai terendah berada pada perlakuan konsentrasi 4 % (K₄) yakni sebesar 1,3068 m/s. Nilai rata-rata rendemen dari keseluruhan perlakuan yaitu sebesar 1,3095.

Aroma

Pada analisa minyak atsiri daun *Eucalyptus grandis*, temperatur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter aroma minyak atsiri. Aroma minyak atsiri yang disukai berada pada perlakuan temperatur 70 °C (T₄) yakni sebesar 3,550 dan nilai terendah berada pada perlakuan temperatur 55 °C (T₁) yakni sebesar 3,263. Pada perlakuan konsentrasi enzim memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p > 0,01$) terhadap parameter aroma minyak atsiri. Aroma tertinggi berada pada perlakuan 4 % (K₄) yakni sebesar 3,488 dan nilai terendah berada pada perlakuan konsentrasi 1 % (K₁) yakni sebesar 3,263. Nilai rata-rata aroma dari keseluruhan perlakuan yaitu sebesar 3,384.

RIWAYAT HIDUP

Muhammad Yunus Salam , dilahirkan di Desa Sukaramai, Kecamatan Padang Tualang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara pada tanggal 12 Juni 1997, anak keempat dari lima bersaudara dari Ayahanda Alm Kasino dan Ibunda Nur Aini.

Adapun pendidikan yang pernah ditempuh Penulis adalah :

1. Sekolah Dasar Negeri 050689 Desa Sukaramai, Kecamatan Padang Tualang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara (Tahun 2004-20010)
2. Madrasah Tsanawiyah Swasta (MTsS) Al-Washliyah Desa Kampung Kedai, Kecamatan Batang Serangan, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara (Tahun 2010-2012).
3. Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Medan (Tahun 2012-2015).
4. Diterima sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2015.

Adapun kegiatan dan pengalaman Penulis yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa antara lain :

1. Mengikuti Masa Pengenalan dan Penyambutan Mahasiswa Baru (MPMB).
2. Mengikuti Pelatihan Kewirausahaan Melalui GKN Bagi Pemuda Dan Mahasiswa di Medan Sumatra Utara tahun 2018.
3. Melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Usaha Sawit Langkat, Kabupaten Langkat Sumatera Utara pada tanggal 12 Januari-11 Februari 2017.
4. Tahun 2018 menjadi Asisten Praktikum Biologi Dasar.

5. Tahun 2018 Mengikuti Workshop Kewirausahaan Mahasiswa Indonesia di Politeknik Negeri Padang.
6. Tahun 201 menjadi Asisten Praktikum Teknologi Bahan Pangan Hasil Nabati.

Penulis

Muhammad Yunus Salam

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alahamdulillahirobbil'alamin puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan hidayat serta kemurahan hati-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Daun *Eucalyptus grandis* Menggunakan Isolat Enzim *Selulase*".

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi S1 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Teristimewa Ayahanda dan Ibunda yang telah banyak memberikan dukungan moril dan materil yang tak terhingga serta do'a restu sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan sebaik mungkin.
2. Bapak Dr. Agussani, M.AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Ir.Asritanarmi. M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian sekaligus Anggota Komisi Pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
5. Bapak Dr. Muhammad Taufik M.Si selaku ketua Komisi Pembimbing yang telah membantu dan membimbing sekaligus Kepala Laboraturium Teknologi Hasil Pertanian yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
6. Dosen-dosen Teknologi Hasil Pertanian yang senantiasa memberikan ilmu dan nasehatnya baik didalam perkuliahan maupun diluar perkuliahan.
7. Kepada seluruh Staf Biro dan Pegawai Laboraturium Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Para sahabat jurusan Teknologi Hasil Pertanian angkatan 2015 yang telah membantu serta memberikan motivasi dan masukan dalam menyelesaikan Skripsi ini.

9. Teman-teman seangkatan Fakultas Pertanian jurusan Agroekoteknologi dan Agribisnis yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu serta memberikan motivasi dan masukan dalam menyelesaikan Skripsi ini.

DAFTAR ISI

	halaman
RINGKASAN.....	i
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	5
Kegunaan Penelitian	5
Hipotesa Penelitian	6
TINJAUAN PUSTAKA	7
Tanaman <i>Eucalyptus</i>	7
Syarat Tumbuh <i>Eucalyptus</i>	9
Penyebaran dan Habitat	9
Taksonomi dan Ciri Umum <i>Eucalyptus grandis</i>	10
Pemanfaatan <i>Eucalyptus</i>	11
Pengolahan Daun Kayu Putih (<i>Eukaliptus oil</i>)	12
Minyak Atsiri	12
Komposisi Minyak Atsiri	14
Sifat Fisika Minyak Atsiri	15
Sifat Kimia Minyak Atsiri	16
Standar Minyak Kayu Putih (<i>Eukaliptus oil</i>)	17
Metode Ekstraksi	18
Destilasi	19
Ekstraksi Enzimatis	21
Enzim Selulase	22
Isolasi Enzim Selulase Dari Bekicot	26

BAHAN DAN METODE.....	28
Tempat dan Waktu Penelitian	28
Bahan Penelitian	28
Alat Penelitian.....	28
Metode Penelitian	29
Model Rancangan Percobaan.....	29
Pelaksanaan Penelitian	30
Parameter Pengamatan	31
Diagram Alir Isolasi Enzim Selulase Dari Bekicot	35
Diagram Alir Ekstraksi Daun <i>Eucalyptus</i> Secara Enzimatis	36
HASIL DAN PEMBAHASAN	37
Hasil dan Pembahasan Pengamatan Pengaruh Temperatur dan Konsentrasi Enzim Terhadap Minyak Atsiri <i>Eucalyptus grandis</i>	37
KESIMPULAN DAN SARAN	58
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Standar Mutu Minyak Kayu Putih (SNI 06-3954-2006)	14
2.	Pengamat uji organoleptik	31
3.	Pengaruh Temperatur terhadap Parameter Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	33
4.	Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Parameter Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	34
5.	Uji Pengaruh Temperatur Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	35
6.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi enzim <i>Selulase</i> Terhadap Parameter Rendemen Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus Grandis</i>	37
7.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Temperatur dan Konsentrasi Enzim <i>Selulase</i> Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	17
8.	Uji Pengaruh Temperatur Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	32
9.	Tabel 9. Uji Pengaruh Konsentrasi Enzim <i>Selulase</i> Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	32
10.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Temperatur dan Konsentrasi Enzim <i>Selulase</i> Terhadap Bobot jenis Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	33
11.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Temperatur Terhadap Indeks Bias Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	35
12.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Indeks Bias Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	37
13.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Temperatur Terhadap Aroma Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	40
14.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Aroma Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	4

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Gambar Tanaman <i>Eucalyptus</i> di Indonesia.....	7
2.	Gambar Daun <i>Eucalyptu Grandis</i>	10
3.	Gambar Proses Maserasi.....	18
4.	Proses Destilasi.....	19
5.	Gambar Proses Ekstraksi Enzimatis	21
6.	Gambar Serbuk Enzim Selulosa.....	23
7.	Gambar Isolat Kasar Enzim Selulase Bekicot.....	26
8.	Diagram alir Isolat Enzim Selulase Dari Bekicot.....	35
9.	Diagram alir ekstraksi daun <i>Eucalytus grandis</i> secara enzimatis	36
10.	Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Rendemen Minyak Atsiri dari daun <i>Eucaliptus grandis</i>	39
11.	Grafik Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap rendemen Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	41
12.	Grafik Hubungan Interaksi Temperatur dan Konsentrasi Enzim <i>Selulase</i> Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	43
13.	Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	45
14.	Grafik Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	48
15.	Grafik Hubungan Interaksi Temperatur dan Konsentrasi Enzim <i>Selulase</i> Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	50
16.	Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Indeks Bias Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	52
17.	Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Indeks Bias Minyak Atsiri Daun <i>Eucalytus grandis</i>	54
17.	Pengaruh Temperatur Terhadap Aroma Minyak Atsiri Daun <i>Eucalytus grandis</i>	56
19.	Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Aroma Minyak Atsiri Daun <i>Eucalytus grandis</i>	58
20.	Preparasi Bekicot	67

21. Campur dan homogenkan pada waringblender.....	67
22. Penyaringan.....	67
23. Pengisian tabung Sentrifus.....	67
24. Ekstrak kasar enzim selulase bekicot.....	67
25. Preparasi Sampel Daun Eucalyptus gradis	68
26. Penimbangan sampel	68
27. Pencampuran daun dan enzim.....	68
28. Penambahan Aquades	68
29. Penutupan Sampel.....	69
30. Masukkan Dalam Inkubator	69
31. Hasil Pengekstrakan.....	69
32. Penimbangan Bobot Piknometer Kosong	70
33. Penimbangan Piknometer Berisi	70
34. Tetesi Minyak Di Kaca Objek.....	71
35. Penglihatan Sekala Pada Hend Refraktometer	71
36. Pengamatan Panelis.....	72
37. Pengisian Angket	72

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Tabel Data Rataan Rendemen Minyak Atsiri.....	63
2.	Tabel Data Rataan Bobot Jenis Minyak Atsiri.....	64
3.	Tabel Data Rataan Indeks Bias Minyak Atsiri.....	65
4.	Tabel Data Rataan Aroma Minyak Atsiri.....	66
5.	Proses Isolat Enzim Selulase dari Bekicot.....	67
6.	Proses Ekstraksi Minyak Atsiri Daun <i>Eucalyptus grandis</i>	68
7.	Pengujian Parameter Bobot Jenis.....	69
8.	Pengujian Parameter Indeks Bias.....	70
9.	Pengujian Parameter Aroma.....	72

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara terbesar yang terkenal dengan kekayaan alamnya khususnya pada keanekaragaman hayati. Salah satu adalah tumbuhan yang memiliki khasiat sebagai obat yang sudah digunakan oleh masyarakat Indonesia. Kurang lebih tercatat 30.000 spesies tanaman tingkat tinggi. Hingga saat ini 7000 spesies tanaman telah diketahui khasiatnya yang di gunakan sebagai bahan baku dalam industri farmasi, pangan dan industri lainnya (Setianingsih, S 2017).

Eucalyptus memiliki banyak manfaat selain digunakan sebagai bahan industri, *Eucalyptus* juga dimanfaatkan sebagai tanaman obat. Tanaman *Eucalyptus* banyak tumbuh di beberapa wilayah di indonesia yaitu Nusa Tenggara Timur (NTT), Maluku Tenggara, Sumatera (Aceh, Sumatera Utara, Jambi) dan Kalimantan (Kalimantan Barat, Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan) (Nair, 2000). Secara umum, tanaman *Eucalyptus* dikenal sebagai tanaman kayu putih. Komponen utama minyak *Eucalyptus* adalah 1,8- *cineole*, yang secara luas digunakan dalam industri makanan dan obat - obatan. (Mukhriani, 2014).

Tanaman *Eucalyptus* termasuk Famili Myrtaceae, genus *Eucalyptus* dengan spesies *Eucalyptus* spp. Spesies-spesies yang sudah dikenal umum antara lain, *Eucalyptus alba* (ampupu), *Eucalyptus deglupta*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus plathyphylla*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus umbellate*, *Eucalyptus camadulensis*, *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus torreliana*. *Eucalyptus grandis* sendiri bnayak tumbuh diwilayah indunesia khusunya sumatra

utara dan di Riau yang luasnya berkisaran 820.000 ha, hal ini memiliki potensi yang besar dengan ketersediaan bahan baku yang besar (Khaeruddin, 1999).

Minyak atsiri juga dikenal dengan nama minyak mudah menguap atau minyak terbang. Pengertian atau defenisi minyak atsiri yang ditulis dalam *Encyclopedia of Chemical Technology* menyebutkan bahwa minyak atsiri merupakan senyawa, yang pada umumnya berwujud cairan, yang diperoleh dari bagian tanaman, akar, kulit, batang, daun, buah, biji maupun dari bunga dengan cara penyulingan dengan uap atau hydrodistillation (Hadjer,T, 2017).

Minyak atsiri merupakan salah satu komoditas ekspor agroindustri potensial yang dapat menjadi andalan bagi Indonesia untuk mendapatkan devisa. Data statistik ekspor-impor dunia menunjukkan bahwa konsumsi minyak atisiri dan turunannya naik sekitar 10% dari tahun ke tahun. Kenaikan tersebut terutama didorong oleh perkembangan kebutuhan untuk industri *food flavouring*, industri komestik dan wewangian (**Dewan Atsiri Indonesia, 2009**).

Ekstraksi daun *Eucalyptus* merupakan salah satu usaha dalam memisahkan minyak atsiri dari tanaman atau bagian tanaman asal. Minyak atsiri dalam tanaman terdapat pada bagian dalam rambut kelenjar dan sel kelenjar. Bila tanaman itu tetap utuh, minyak atsiri tetap berada dalam kelenjar pada batang tanaman sehingga sukar untuk dipisahkan. Minyak atsiri hanya dapat dipisahkan dari sel tanaman bila ada uap air atau pelarut lain yang sampai ke tempat minyak tersebut, yang selanjutnya akan membawa butir-butir minyak menguap secara bersamaan. Agar minyak atsiri itu lebih cepat kontak dengan pelarut maka bagian-bagian tanaman harus dipotong-potong (Koensoemardiyah, 2010).

Kuantitas dan komponen minyak atsiri dapat berubah karena pengaruh tertentu baik alami maupun buatan, seperti misalnya tempat tumbuh, iklim, kondisi musim dan geografis, metode yang digunakan untuk mengekstraksi. (Efruan, 2016). Ekstraksi *Eucalyptus europophylla* menggunakan *Stahl* destilasi diperoleh kadar sineol sebanyak 58.34%. Hasil ekstraksi *Stahl* destilasi ini lebih tinggi dari distilasi uap yang diperoleh kadar sineol 45.4%. Hal ini disebabkan oleh distilasi uap yang dapat menyebabkan sineol menguap karena bagian bawah ketel yang terlalu panas (Taufik, M, 2018).

Hasil ekstraksi daun *Eucalyptus pellita* menggunakan destilasi uap. Hasil minyak rata-rata *E.Pellita* adalah 0,15% dengan hasil tertinggi 0,4593% daun disimpan selama 3 hari. Kualitas minyak atsiri terbaik berasal daun yang telah disimpan selama 3 hari dengan berat jenis 0,9186, 60% sineol konten, indeks bias 1,4603 dan kelarutan alkohol 80% dengan 1: 1. (Ratnaningsih, A, T, 2018).

Proses ekstraksi untuk memperoleh minyak atsiri pada kembang lesan dilakukan dengan destilasi air *Stahl*. Kelebihan dari destilasi air adalah prinsip kerja sederhana karena bahan uji direndam dengan air dan dididihkan sampai titik didihnya. Hasil destilasi minyak atsiri kembang lesan diperoleh sebanyak 15 ml dari 2 kg kembang lesan basah yang didestilasi selama 5 jam. Sehingga diperoleh kadar minyak atsiri dari kembang lesan sebesar 0.75% (v/b).

Ekstraksi enzimatik pada prinsipnya sama dengan ekstraksi konvensional. Hanya saja disini digunakan enzim yang berfungsi mengambil zat yang akan diekstrak. Dengan demikian tidak diperlukan lagi pelarut khusus (solvent) dalam proses ekstraksi. Pelarut yang biasanya ditambahkan dalam ekstraksi enzimatik adalah air. Cara ekstraksi enzimatik ini memiliki beberapa keunggulan jika

dibandingkan dengan ekstraksi konvensional, diantaranya ekstraksi tidak menggunakan *solvent* organik, sehingga dampaknya terhadap lingkungan minimal, produk yang dihasilkan aman untuk konsumsi manusia karena tidak mengandung bahan kimia dan Kualitas produk yang dihasilkan lebih tinggi (Hartati, I, 2010).

Husain Nashrianto (2013) telah melaporkan hasil penelitian dalam pemanfaatan enzim *pektinase* terlihat pada hari ketiga dan semakin tinggi konsentrasi enzim *pektinase* yang digunakan untuk ekstraksi maka hasil (rendemen) minyak atsiri semakin besar. Hasil analisis minyak atsiri yaitu bunga kantil dengan berat jenis 0,825 gram/ml, indeks bias 1,494, putaran optik 50, bilangan asam 12,23 ; bunga kenanga dengan berat jenis 0,917 gram/ml, indeks bias 1,494, putaran optik -27, bilangan asam 1,12 ; bunga mawar dengan berat jenis 0,889 gram/ml, indeks bias 1,505, putaran optik 81, bilangan asam 6,73 ; dan bunga melati dengan berat jenis 0,960 gram/ml, indeks bias 1,489, putaran optik 47, bilangan asam 12,903.

Debrah and Ohta (1997) telah melaporkan bahwa untuk mengekstrak minyak kelapa dengan konsentrasi protease netral dari *Aspergillus oryzae* sebanyak 1% diperoleh minyak dengan rendemen minyak yang baik. Chen and Diosady (2003) mengekstrak minyak kelapa menggunakan enzim kompleks dengan konsentrasi di bawah 2% menghasilkan rendemen minyak yang optimal dengan intensitas warna yang baik dan kadar air yang rendah.

Menurut penelitian Oktavia (2014), karakteristik enzim kasar *Selulase* kapang endofit dari lamun diperoleh nilai pH dan suhu optimum kerja enzim *Selulase* yaitu pH 7 dan suhu 60 °C. karakterisasi enzim *Selulase* yang dihasilkan

oleh *Lactobacillus planatarum* diperoleh *L. planatarum* menghasilkan enzim *Selulase* pada suhu optimum 65 °C dengan aktivitas *Selulase* 0,052 U/mL, optimum pada pH 7 (netral) dengan aktivitas *Selulase* 0,054 U/mL (Putri, 2016).

Pada penelitian ini daun *Eucalyptus grandis* diekstraksi dengan metode enzimatis menggunakan enzim *Selulase* yang akan memecah serat atau sel yang saling mengikat kuat pada daun *Eucalyptus grandis*, sehingga hasil dari ekstraksi minyak *Eucalyptus grandis* dapat lebih baik sebab tidak adanya pemberian panas yang dapat menguapkan minyak atsiri.

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengekstraksi minyak *Eucalyptus grandis* menggunakan enzim *Selulase*.
2. Untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap sifat fisik minyak atsiri dari daun *Eucalyptus grandis*.
3. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim terhadap sifat fisik minyak atsiri dari daun *Eucalyptus grandis*.
4. Untuk mengetahui interaksi temperatur dan konsentrasi enzim terhadap sifat fisik minyak atsiri dari *Eucalyptus grandis*.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai sumber data dalam penyusunan proposal pada program studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi tentang ekstrak daun *eucalyptus* secara metode enzimatis.

3. Sebagai syarat untuk menyelesaikan tugas akhir perkuliahan.

Hipotesa Penelitian

1. Ada pengaruh enzim *Selulase* dalam mengekstraksi minyak atsiri *Eucalyptus grandis*.
2. Ada pengaruh konsentrasi enzim terhadap ekstrak daun *Eucalyptus*
3. Ada pengaruh suhu dalam aktivitas enzim pada ekstrak daun *Eucalyptus*.
4. Ada pengaruh interaksi temperatur dan konsentrasi enzim terhadap sifat fisik minyak atsiri dari *Eucalytus grandis*.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman *Eucalyptus*

Tanaman *Eucalyptus* sudah dikenal sejak abad 18 dan perkembangan pembangunan tanaman ini maju pesat pada tahun 1980 setelah kongres Kehutanan Sedunia ke VIII di Jakarta tahun 1978 (Pudjiharta, 2001). Pohon *Eucalyptus grandis* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Tanaman *Eucalyptus* di Indonesia

Eucalyptus sp. merupakan salah satu tanaman yang bersifat *fast growing* (tanaman cepat tumbuh). *Eucalyptus* sp. juga dikenal sebagai tanaman yang dapat bertahan hidup pada musim kering. Tanaman ini mempunyai sistem perakaran yang dalam namun jika ditanam di daerah dengan curah hujan sedikit maka perakarannya cenderung membentuk jaringan rapat dekat permukaan tanah untuk memungkinkan menyerap setiap tetes air yang jatuh di cekaman tersebut.

Eucalyptus sp. merupakan salah satu jenis tanaman yang dikembangkan dalam pembangunan hutan tanaman industri (Samosir, S, J, 2018).

Tanaman *Eucalyptus* pada umumnya berupa pohon kecil hingga besar, tingginya 60-87 m. Batang utamanya berbentuk lurus, dengan diameter hingga 200cm. Permukaan pepagan licin, bercak luka yang mengelupas, berserat berbentuk papan catur. Daun muda dan daun dewasa sifatnya berbeda, daun dewasa umumnya berseling kadang-kadang berhadapan, tunggal, tulang tengah jelas, pertulangan sekunder menyirip atau sejajar, berbau harum bila diremas. Perbungaan berbentuk payung yang rapat kadang-kadang berupa malai rata di ujung ranting. Buah berbentuk kapsul, kering dan berdinding tipis. Biji berwarna coklat atau hitam. Marga *Eucalyptus* termasuk kelompok yang berbuah kapsul dalam suku Myrtaceae dan dibagi menjadi 7-10 anak marga, setiap anak dibagi lagi menjadi beberapa seksi dan seri (Sutisna dkk, 1998).

Eucalyptus merupakan tumbuhan yang memiliki banyak manfaat selain digunakan sebagai bahan industri, ekaliptus juga dimanfaatkan sebagai tanaman obat. Tumbuhan *Eucalyptus* juga memiliki keunikan yaitu dapat berkembang atau tumbuh secara cepat setelah kebakaran. Secara umum, tumbuhan *Eucalyptus* dikenal sebagai tumbuhan kayu putih. Menurut Chevallier *Eucalyptus* digunakan sebagai tumbuhan obat untuk menyembuhkan penyakit infeksi, demam dan rematik selain itu juga sebagai antiseptik untuk penyakit flu dan sakit tenggorokan. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ragasa *et al.*, *Eucalyptus* umumnya memiliki kandungan senyawa kimia flavonoid, terpenoid dan tanin (Setianingsih, S, 2017).

Eucalyptus (Fam. Myrtaceae) adalah genus dari cemara aromatik berbunga pohon-pohon yang memiliki lebih dari 600 spesies. Berbagai spesies *Eucalyptus* dibudidayakan di subtropis daerah karena nilai ekonomi. Spesies *Eucalyptus* dianggap sebagai sumber yang kaya minyak esensial yang digunakan dalam makanan, penyedap dan dalam industri farmasi, komersial (Ravari, S, B, 2016).

Syarat Tumbuh *Eucalyptus*

Jenis-jenis *Eucalyptus* sp. terutama menghendaki iklim bermusim (daerah arid) dan daerah yang beriklim basah dari tipe hujan tropis. Jenis *Eucalyptus* sp. tidak menuntut persyaratan yang tinggi terhadap tempat tumbuhnya. *Eucalyptus* sp. dapat tumbuh pada tanah yang dangkal, berbatu-batu, lembab, berawa-rawa, secara periodik digenangi air, dengan variasi kesuburan tanah mulai dari tanah-tanah kurus, gersang, sampai tanah yang baik dan subur. Jenis *Eucalyptus* spp. dapat tumbuh di daerah beriklim A sampai C dan dapat dikembangkan mulai dari dataran rendah sampai daerah pegunungan yang tingginya per tahun yang sesuai bagi pertumbuhannya antara 0-1 bulan dan suhu rata-rata pertahun 20°C - 32°C. Jenis tanah yang digunakan dalam pertanaman *Eucalyptus* sp. ini adalah jenis tanah litosol dan regosol podsolik (Rusli, 2010).

Penyebaran dan Habitat

Daerah penyebaran alaminya berada di sebelah Timur garis Wallace, mulai dari 7° LU sampai 43°39' LS meliputi Australia, New Britania, Papua, dan Tazmania. Beberapa spesies juga ditemukan di kepulauan Indonesia yaitu Irian Jaya, Sulawesi, Nusa Tenggara Timur, dan Timor-Timur.(Latifah, 2004). Marga *Eucalyptus* terdiri atas 500 jenis yang kebanyakan endemik di Australia.

Keragaman terbesar di daerah-daerah pantai New South Wales dan Australia bagian Barat daya. Pada saat ini beberapa jenis ditanam di luar daerah penyebaran alami, misalnya di kawasan Malesia, juga di Benua Asia, Afrika bagian Tropika dan Subtropika, Eropa bagian Selatan, Amerika Selatan dan Amerika Tengah.

Taksonomi dan Ciri Umum *Eucalyptus grandis*

Nama Botani dari *Eucalyptus grandis* adalah *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Eucalyptus grandis* adalah nama lain dari *Eucalyptus saligna* var. *pallidivalvis* Baker et Smith. Di dunia perdagangan sering disebut *Flooded gum*, *rose gum*.

Taksonomi dari *Eucalyptus grandis* sebagai berikut:

Divisio : *Spermathophyta*
Sub Divisio : *Angispermae*
Kelas : *Dikotyledon*
Ordo : *Myrtales*
Family : *Myrtaceae*
Genus : *Eucalyptus*
Species : *Eucalyptus grandis* (Ayensu et.al, 1980).

Jenis-jenis tanaman *Eucalyptus* yang telah dibudidayakan yaitu *Eucalyptus alba*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus deglupta* adalah jenis yang beradaptasi pada habitat hutan hujan dataran rendah dan hutan pegunungan rendah, pada ketinggian hingga 1800 meter dari permukaan laut, dengan curah hujan tahunan 2500-5000 mm, suhu minimum rata-rata 23° dan

maksimum 31° di. Daun *Eucalyptus grandis* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Daun *Eucalyptus grandis*

Tanaman *Eucalyptus* pada umumnya berupa pohon kecil hingga besar, tingginya 60-87 m. Batang utamanya berbentuk lurus, dengan diameter hingga 200cm. Permukaan pepagan licin, bercak luka yang mengelupas, berserat berbentuk papan catur. Daun muda dan daun dewasa sifatnya berbeda, daun dewasa umumnya berseling kadang-kadang berhadapan, tunggal, tulang tengah jelas, pertulangan sekunder menyirip atau sejajar, berbau harum bila diremas. Perbungaan berbentuk payung yang rapat kadang-kadang berupa malai rata di ujung ranting. Buah berbentuk kapsul, kering dan berdinding tipis. Biji berwarna coklat atau hitam. Marga *Eucalyptus* termasuk kelompok yang berbuah kapsul dalam suku Myrtaceae dan dibagi menjadi 7-10 anak marga, setiap anak dibagi lagi menjadi beberapa seksi dan seri

Pemanfaatan *Eucalyptus*

Kayu *Eucalyptus* digunakan antara lain untuk bangunan di bawah atap, kusen pintu dan jendela, kayu lapis, bahan pembungkus, korek apai, bubur kayu (*pulp*), kayu bakar. Beberapa jenis digunakan untuk kegiatan reboisasi. Daun dan cabang dari beberapa jenis *Eucalyptus* menghasilkan minyak yang merupakan produk penting untuk farmasi, misalnya untuk obat gosok atau obat batuk, parfum, sabun, detergen, disinfektan dan pestisida. Beberapa jenis menghasilkan gom (kino). Bunga beberapa jenis lainnya menghasilkan serbuk sari dan nektar yang baik untuk madu. Beberapa jenis ditanam sebagai tanaman hias (Sutisna *dkk*, 1998).

Pengolahan Daun *Eucalyptus*

Minyak *Eucalyptus* adalah hasil minyak atsiri yang diperoleh dari penyulingan daun *Eukaliptus*. Minyak atsiri merupakan zat cair yang mudah menguap dan bercampur dengan persenyawaan padat yang berbeda baik dalam komposisi dan titik cairnya. Penyulingan daun *Eucalyptus* untuk mendapatkan minyak. *Eucalyptus* menggunakan prinsip yang didasarkan kepada sifat minyak atsiri yang dapat menguap jika dialiri dengan uap air panas. Uap yang dialirkan akan membawa minyak atsiri yang ada di daun *Eucalyptus* dan ketika uap tersebut bersentuhan dengan media yang dingin maka akan terjadi perubahan menjadi embun sehingga akan diperoleh air dan minyak dalam keadaan terpisah (Sumadiwangsa & Silitonga, 1997). Penyulingan daun *Eucalyptus* untuk mendapatkan minyak *Eucalyptus* dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya dengan cara rebus, cara kukus dan dengan cara menggunakan uap langsung.

Minyak Atsiri

Minyak atsiri juga dikenal dengan nama minyak mudah menguap atau minyak terbang. Pengertian atau defenisi minyak atsiri yang ditulis dalam *Encyclopedia of Chemical Technology* menyebutkan bahwa minyak atsiri merupakan senyawa, yang pada umumnya berwujud cairan, yang diperoleh dari bagian tanaman, akar, kulit, batang, daun, buah, biji maupun dari bunga dengan cara penyulingan dengan uap (Sastrohamidjojo, 2004).

Minyak atsiri terdapat dalam berbagai organ tumbuhan, seperti didalam rambut kelenjar (famili Labiatae), didalam sel-sel parenkim (suku Zingiberaceae dan Piperaceae), didalam saluran minyak yang disebut vittae (suku Umbelliferae), didalam rongga-rongga skizogen dan lisigen (suku Myrtaceae, Pinaceae dan Rutaceae), terkandung didalam semua jaringan (suku Conifera). Minyak atsiri dapat terbentuk secara langsung oleh protoplasma akibat adanya peruraian lapisan resin pada dinding sel atau oleh hidrolisis dari glikosida tertentu (Mahama, A, 2018)

Kandungan senyawa 1,8-sineol tertinggi dimiliki oleh spesies *Eucalyptus globulus*, Yang memiliki kandungan senyawa 1,8-sineol lebih dari 50% dan merupakan senyawa penyusun minyak *Eucalyptus*. Meskipun komponen dominan yang menyusun minyak atsiri tersebut sama, tetapi kehadiran komponen-komponen lainnya juga akan berpengaruh terhadap kualitas minyak atsiri tersebut. Jenis tanaman penghasil minyak atsiri merupakan faktor penting untuk menentukan kualitas dan penggunaan. Kuantitas dan komponen minyak atsiri dapat berubah karena pengaruh tertentu baik alami maupun buatan, seperti

misalnya tempat tumbuh, iklim, kondisi musim dan geografis, metode yang digunakan untuk mengekstraksi. Untuk itu, banyak spesies tumbuhan yang mengandung senyawa 1,8-sineol juga dapat menjadi senyawa penyusun pendukung senyawa lainnya yang merupakan senyawa utama dalam suatu minyak atsiri (Efruan, 2016).

Komposisi Minyak Atsiri

Minyak atsiri terdiri dari berbagai campuran persenyawaan kimia dengan sifat fisika dan kimia yang juga berbeda. Pada umumnya perbedaan komposisi minyak atsiri disebabkan perbedaan kondisi iklim, tanah tempat tumbuh, umur panen, metode ekstraksi yang digunakan, cara penyiapan minyak atsiri dan jenis tanaman penghasil.

Minyak atsiri biasanya terdiri dari berbagai campuran persenyawaan kimia yang terbentuk dari unsur Karbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen (O). Pada umumnya komponen kimia minyak atsiri dibagi menjadi dua golongan yaitu:

a. Golongan Hidrokarbon

Persenyawaan yang termasuk golongan ini terbentuk dari unsur Karbon (C) dan Hidrogen (H). Jenis hidrokarbon yang terdapat dalam minyak atsiri sebagian besar terdiri dari monoterpen (2 unit isopren) dan sesquiterpen (3 unit Universitas Sumatera Utara 9 isopren) yang titik didihnya berbeda, titik didih monoterpen sebesar 140o C- 180o C dan sesquiterpen > 200o C (Harborne, 1987; Ketaren 1985).

b. Golongan Hidrokarbon Teroksigenasi

Komponen kimia dari golongan persenyawaan ini terbentuk dari unsur Karbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen (O). Persenyawaan yang termasuk dalam

golongan ini adalah persenyawaan alkohol, aldehid, keton, ester, eter dan peroksid. Ikatan karbon yang terdapat dalam molekulnya dapat terdiri dari ikatan tunggal, ikatan rangkap dua dan ikatan rangkap tiga. Golongan hidrokarbon teroksigenasi merupakan senyawa yang penting dalam minyak atsiri karena umumnya mempunyai aroma yang lebih wangi (Ketaren, 1985).

Sifat Fisika Minyak Atsiri

Parameter yang dapat digunakan untuk tetapan fisika minyak atsiri antara lain:

a. Bau yang khas

Minyak atsiri adalah zat berbau, biasa dikenal dengan nama minyak eteris atau minyak terbang (essential oil, volatile oil) yang dihasilkan oleh tanaman. Minyak tersebut berbau wangi sesuai dengan bau tanaman penghasilnya (Ketaren, 1985).

b. Indeks bias

Indeks bias suatu zat adalah perbandingan kecepatan cahaya dalam udara dan kecepatan cahaya dalam zat tersebut. Jika cahaya melewati media kurang padat ke media lebih padat maka sinar akan membelok atau membias dari garis normal. Indeks bias berguna untuk identifikasi suatu zat dan deteksi ketidakmurnian, penentuannya menggunakan alat refraktometer (Ketaren, 1985).

c. Berat jenis

Nilai berat jenis (densitas) minyak atsiri merupakan perbandingan antara berat minyak dengan berat air pada volume air yang sama dengan volume minyak. Berat jenis sering dihubungkan dengan berat komponen yang terkandung didalamnya. Semakin besar fraksi berat yang terkandung dalam minyak, semakin

besar pula nilai densitasnya. Berat jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan mutu dan kemurnian minyak atsiri (Armando, 2009).

d. Putaran optik

Setiap jenis minyak atsiri mempunyai kemampuan memutar bidang polarisasi cahaya ke arah kiri atau kanan. Besarnya pemutaran bidang polarisasi ditentukan oleh jenis minyak atsiri, suhu dan panjang gelombang cahaya yang digunakan. Penentuan putaran optik menggunakan alat polarimeter dan nilainya dinyatakan dengan derajat disosiasi (Ketaren, 1985).

Sifat Kimia Minyak Atsiri

Perubahan sifat kimia minyak atsiri merupakan ciri dari adanya suatu kerusakan minyak dan ini dapat terjadi pada beberapa jenis minyak atsiri. Kerusakan minyak atsiri yang mengakibatkan perubahan antara lain dapat terjadi selama penyimpanan dan biasanya disebabkan oleh terjadinya oksidasi, polimerisasi serta hidrolisis, karena peristiwa tersebut maka minyak atsiri akan berubah warna dan menjadi lebih kental. Proses-proses tersebut diaktifkan oleh panas, oksigen udara, lembab, sinar matahari dan molekul logam berat. Minyak atsiri harus diberi perlakuan khusus agar proses tersebut tidak terjadi atau setidaknya dapat diperlambat. Oleh karena itu, minyak atsiri sebaiknya disimpan dalam wadah yang benar-benar kering dan harus bebas dari logam berat, serta bebas dari cahaya yang masuk (Koensoemardiyah, 2010)

Standart Minyak *Eucalyptus*

Tanaman *Eucalyptus grandis* merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang banyak diolah dan dimanfaatkan untuk menghasilkan minyak

Eucalyptus. Rendemen dan mutu minyak atsiri sangat bervariasi karena banyak faktor yang mempengaruhinya. Menurut Guenther, (1987), perlakuan terhadap bahan baku penghasil minyak atsiri, jenis alat penyulingan, perlakuan minyak atsiri setelah ekstraksi, pengemasan dan penyimpanan bahan ataupun produk berpengaruh terhadap kualitas minyak atsiri. Selain faktor – faktor yang disebutkan diatas juga terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi rendemen dan mutu minyak *Eucalyptus*, diantaranya cara penyulingan, lingkungan tempat tumbuh, waktu pemetikan bahan dan penanganan bahan sebelumnya penyulingan. Di bawah ini terdapat standart mutu minyak *Eucalyptus* berdasarkan SNI 06-3954-2006.

Tabel 1. Standart Mutu Minyak *Eucalyptus* (SNI 06-3954-2006).

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan	-	-
2	Warna	-	Jernih sampai Kuning Kehijauan
3	Bau	-	Khas kayu putih
4	Bobot jenis 200C	-	0,900 – 0,930
5	Indeks bias (nD20)	-	1,450 – 1,470
6	Kelarutan dalam etanol 70 %	-	1:1 sampai 1:10 jernih
7	Putaran optik	-	-40 s/d 00
8	Kandungan Sineol	%	50 – 65

Sumber : BSN (2006)

Metode Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan suatu zat dari campurannya dengan pembagian sebuah zat terlarut antara dua pelarut yang tidak dapat tercampur untuk mengambil zat terlarut tersebut dari satu pelarut ke pelarut yang lain. Ekstraksi bertujuan untuk melarutkan senyawa-senyawa yang terdapat dalam jaringan

tanaman ke dalam pelarut yang dipakai untuk proses ekstraksi tersebut. Proses maserasi daun *Eucalyptus grandis* dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Proses Maserasi Daun *Eucalyptus grandis*

Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Ndiaye, H, B 2018).

Destilasi

Destilasi merupakan teknik pemisahan yang didasari atas perbedaan perbedaan titik didik atau titik cair dari masing-masing zat penyusun dari campuran homogen. Dalam proses destilasi terdapat dua tahap proses yaitu tahap penguapan dan dilanjutkan dengan tahap pengembangan kembali uap menjadi cair atau padatan. Atas dasar ini maka perangkat peralatan destilasi menggunakan alat pemanas dan alat pendingin. Proses destilasi diawali dengan pemanasan, sehingga zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap. Uap tersebut bergerak menuju kondenser yaitu pendingin, proses pendinginan terjadi karena kita mengalirkan air kedalam dinding bagian luar condenser, sehingga uap yang dihasilkan akan kembali cair. Proses ini berjalan terus menerus dan akhirnya kita dapat memisahkan seluruh senyawa-senyawa yang ada dalam campuran homogen tersebut (Pratiwi, A, 2018). Seprangkat alat destilasi dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Seprangkat Alat Destilasi

Macam-Macam Destilasi

1. Distilasi Sederhana, prinsipnya memisahkan dua atau lebih komponen cairan berdasarkan perbedaan titik didih yang jauh berbeda.
2. Distilasi Fraksionasi Bertingkat, sama prinsipnya dengan distilasi sederhana, hanya distilasi bertingkat ini memiliki rangkaian alat kondensor yang lebih baik, sehingga mampu memisahkan dua komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang berdekatan.
3. Distilasi Azeotrop : memisahkan campuran azeotrop campuran dua atau lebih komponen yang sulit di pisahkan, biasanya dalam prosesnya digunakan senyawa lain yang dapat memecah ikatan azeotrop tersebut, atau dengan menggunakan tekanan tinggi.
4. Distilasi Kering : memanaskan material padat untuk mendapatkan fasa uap dan cairnya. Biasanya digunakan untuk mengambil cairan bahan bakar dari kayu atau batu bata.
5. Distilasi Vakum: memisahkan dua komponen yang titik didihnya sangat tinggi, metode yang digunakan adalah dengan menurunkan tekanan permukaan lebih rendah dari 1 atm, sehingga titik didihnya juga menjadi rendah, dalam prosesnya suhu yang digunakan untuk mendistilasinya tidak perlu terlalu tinggi Annisa, 2014.

Kelebihan dan Kekurangan Destilasi

Kelebihan Destilasi

1. Dapat memisahkan zat dengan perbedaan titik didih yang tinggi.
2. Produk yang dihasilkan benar-benar murni.

Kekurangan Destilasi

1. Hanya dapat memisahkan zat yang memiliki perbedaan titik didih yang besar.
2. Biaya penggunaan alat ini relatif mahal.

Ekstraksi Enzimatis

Metode ekstraksi enzimatis pada prinsipnya sama dengan ekstraksi konvensional. Hanya saja disini digunakan enzim yang berfungsi mengambil zat yang akan diekstrak. Dengan demikian tidak diperlukan lagi pelarut khusus (solvent) dalam proses ekstraksi. Pelarut yang biasanya ditambahkan dalam ekstraksi enzimatis adalah air. Cara ekstraksi enzimatis ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan ekstraksi konvensional, diantaranya :

1. Tidak menggunakan solvent organik, sehingga dampaknya terhadap lingkungan minimal
2. Kolagen yang dihasilkan aman untuk konsumsi manusia karena tidak mengandung bahan kimia
3. Kualitas produk dan yield yang dihasilkan lebih tinggi

Pada ekstraksi enzimatis, digunakan enzim yang berfungsi memecah protein. Enzim protease adalah enzim yang berfungsi memecah protein dengan cara menghidrolisa ikatan peptida yang menghubungkan asam –asam amino dalam rantai polipeptida. Enzim protease berada secara alami di semua makhluk hidup. Dalam tubuh manusia, enzim ini berfungsi pada berbagai proses tubuh mulai dari proses sederhana seperti pencernaan protein sampai pada proses tubuh yang rumit seperti pembekuan aliran darah (Hartati, I, 2010). Proses maserasi daun *Eucalyptus grandis* dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Proses Ekstraksi Enzimatis

Saat ini, beberapa teknik untuk ekstraksi minyak atsiri telah dikembangkan. Metode ini meliputi: ekspresi, distilasi uap, ekstraksi dengan pelarut mudah menguap dan ekstraksi oleh superkritis CO₂. Jenis ekstraksi proses secara langsung mempengaruhi kualitas minyak esensial dan hasil ekstraksi. Hydrodistillation adalah salah satu metode utama yang direkomendasikan oleh standar untuk memiliki ekstrak yang dapat diklasifikasikan sebagai minyak esensial. Itu adalah pendekatan yang paling umum dan paling mudah untuk ekstraksi minyak esensial.

Enzim *Selulase*

Enzim adalah sekelompok protein yang mengatur dan menjalankan perubahan-perubahan kimia dalam sistem biologi. Enzim dihasilkan oleh organ pada hewan dan tanaman yang secara katalitik menjalankan berbagai reaksi seperti hidrolisis dan pemutusan rantai karbon (Supriyatna, 2015). Serbuk Enzim *Selulase* dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Serbuk Enzim *Selulase*

Selulase adalah polimer glukosa yang berbentuk rantai linear dan dihubungkan dengan ikatan β -1,4 glikosidik. Struktur yang linear yang menyebabkan *Selulase* bersifat kristalin dan tidak mudah larut. *Selulase* tidak mudah didegradasi secara kimia maupun mekanis. Selulosa di alam memiliki dua tipe yakni pektoselulosa dan ligniselulosa. *Selulase* tidak pernah ditemukan dalam keadaan murni di alam, tetapi selalu berasosiasi dengan polisakarida seperti lignin, pektin, hemiselulosa dan xilan. Kebanyakan *Selulase* berasosiasi dengan lignin sehingga sering disebut lignoselulosa (Putri, 2016).

Enzim *Selulase* termasuk dalam enzim ekstraseluler yaitu enzim yang dihasilkan di dalam sel dan dikeluarkan ke media tumbuhnya untuk mendegradasi senyawa polimer. Enzim *Selulase* selulase merupakan enzim kompleks yang terdiri dari tiga tipe enzim yakni *endoglukanase*, *eksoglukanase* dan β -*glukosidase*. Ketiga enzim tersebut bekerja sama untuk menghidrolisis selulosa yang tidak larut menjadi glukosa. Kemampuan enzim ini semakin dibutuhkan oleh industri yang memproduksi bioetanol dari bahan *Selulase* (Putri, 2016).

Enzim *Selulase* memegang peranan penting dalam aplikasi-aplikasi di bidang industri, diantaranya digunakan untuk proses konversi penanganan air limbah berselulosa pada industri pulp, kertas, pembuatan suplemen dalam industri pakan ternak, produksi protein sel tunggal, produksi protoplas, teknik genetik dan lain-lain. Enzim ini juga penting dalam bidang industri tekstil terutama dalam hal aplikasi deterjen untuk mengembalikan sifat-sifat tekstil yang berkaitan dengan selulosa, serta produksi biofuel dari biomassa berselulosa (Ariyani, *dkk.*, 2014).

Kerja suatu enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, kondisi suhu, pengaruh pH dan pengaruh inhibitor. Faktor ini akan mempengaruhi kerja enzim dalam menghasilkan suatu produk salah satunya dalam bidang industri. Setiap enzim memiliki kondisi optimum yang berbeda dalam kerjanya. Setiap enzim berfungsi secara optimal pada suhu pH tertentu. Peningkatan suhu secara umum mempercepat reaksi kimia enzim, kenaikan suhu terlalu tinggi menyebabkan enzim mengalami denaturasi atau perubahan struktur prortein. Adanya perubahan pH terlalu asam atau terlalu basa pada media menyebabkan aktivitas enzim akan mengalami perubahan (Irawati, 2016).

Enzim tidak memiliki aktivitas yang maksimal pada temperatur yang sangat rendah. Pada temperatur sangat tinggi aktivitas enzim akan naik, namun sebaliknya juga akan mendenaturasi enzim. Ketika temperatur meningkat proses denaturasi dan menurunkan aktivitas enzim. Kenaikan temperatur menyebabkan aktivitas enzim meningkat sehingga mencapai temperatur optimum. Setelah mencapai kondisi optimum menyebabkan aktivitas enzim juga menurun (Bahri, *dkk.*, 2012: 138).

Konsentrasi substrat juga mempengaruhi tinggi rendahnya aktivitas enzim. Tingginya konsentrasi akan menyebabkan meningkatnya kecepatan reaksi, namun kecepatan reaksi akan menurun pada batas konsentrasi tertentu. Oleh sebab itu perlu dilakukan optimasi suhu, pH, jenis dan konsentrasi substrat untuk aktivitas enzim *Selulase* dari *Candida utilis* sehingga dihasilkan aktivitas enzim *Selulase* yang optimal sehingga dapat diaplikasikan dalam bidang industri.

Menurut penelitian Oktavia (2014), karakteristik enzim kasar *selulase* kapang endofit dari lamun diperoleh nilai pH dan suhu optimum kerja enzim *Selulase* yaitu pH 7 dan 60 °C. Konsentrasi substrat CMC yang digunakan untuk memperoleh aktivitas optimum adalah 1%.

Menurut penelitian Putri (2016), karakterisasi enzim *Selulase* yang dihasilkan oleh *Lactobacillus planatarum* diperoleh *L. planatarum* menghasilkan enzim *Selulase* pada suhu optimum 65 °C dengan aktivitas *Selulase* 0,052 U/mL, optimum pada pH 7 (netral) dengan aktivitas selulase 0,054 U/mL, optimum pada konsentrasi substrat CMC 1,5% dengan aktivitas enzim *Selulase* 0,060 U/mL.

Mekanisme pemotongan rantai ikatan oleh enzim *Selulase* sangatlah kompleks karena melibatkan sinergisitas kerja tiga komponen besar yaitu endoglukanase yang bekerja dengan memotong secara acak pada sisi internal dari rantai *Selulase* dan menghasilkan oligosakarida dengan panjang rantai yang bervariasi. Efek yang terjadi adalah panjang rantai polisakarida semakin berkurang dengan cepat dan diikuti peningkatan jumlah pereduksi secara bertahap (Putri, 2016).

Isolasi Enzim *Selulase* Dari Bekicot *Achatina fulica*

Bekicot *Achatina fulica* tercakup di dalam subkelas Pulmonata dari kelas Gastropoda yang merupakan kelompok molusca yang sangat besar. Meskipun didalam subkelas ini sudah terdapat spesialisasi untuk hidup di daratan kering, tetapi masih menunjukkan banyak sifat pokok kelas Gastropoda sebagai keseluruhannya. Bekicot *Achatina fulica* dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Bekicot *Achatina fulica*

Bekicot adalah hewan lunak, mudah berkembang biak dan memanfaatkan selulosa sebagai sumber energinya serta kandungan proteinnya cukup tinggi. Oleh karena itu bekicot dapat dijadikan sebagai sumber enzim selulase untuk menghidrolisis *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC). Dari penelitian ini ternyata enzim *selulase* yang diisolasi dari hepatopankreas bekicot, *Achatina fulica* memiliki aktivitas spesifik sebesar 2,85 U/mg protein dan beraktivitas optimum pada suhu 65 °C dan pH 5,16 (Kolman, 2001). Isolat Kasar Enzim *Selulase* Bekicot *Achatina fulica* dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Isolat Kasar Enzim *Selulase* Bekicot *Achatina fulica*

Selulosa merupakan senyawa organik yang paling banyak melimpah di alam. Diperkirakan sekitar ton selulosa dibiosintesis tiap tahun. Daun kering mengandung 10-20% selulosa, kayu 50% dan kapas 90%. Selulosa merupakan homopolisakarida linier yang tidak bercabang, terdiri dari atau lebih unit D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan 1,4- β -glikosida (Wijayanti, 2005). Di alam, selulosa banyak dijumpai sebagai selulosa natif yang berikatan dengan senyawa lain seperti lignin dan selulosa. Ada pula selulosa yang telah dihilangkan kadar ligninnya seperti pada kertas. Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari pulp. Serat yang digunakan biasanya alami, dan mengandung selulosa dan hemiselulosa.

Enzim *Selulase* dari Hepatopankreas Bekicot, *Achatina fulica* Bekicot memiliki ciri khas warna garis-garis pada tempurung/cangkangnya tidak begitu mencolok. Hewan ini menggantungkan hidupnya pada selulosa sebagai sumber energinya. Oleh karena itu banyak ditemukan mikroba selulolitik di dalam sistem pencernaannya.

Enzim *Selulase* merupakan enzim ekstrasellular yang diproduksi di dalam sel mikroba selulolitik dan kemudian dikeluarkan dari sel masuk ke dalam sistem pencernaan untuk mencerna *Selulase*. Dengan demikian enzim *Selulase* diisolasi dari hepatopankreas bekicot *Achatina fulica* yang bermuara pada sistem pencernaan. Karakterisasi Sel hewan tidak memiliki dinding sel sehingga proses isolasi enzim berlangsung lebih mudah. Proses isolasi enzim *Selulase* dari hepatopankreas melalui tahapan destruksi sel yaitu pelepasan enzim dari matriks sel. Enzim *Selulase* dipisahkan dari matriks sel dengan cara merusak membran sel melalui pengaturan tekanan osmosa larutan diluar sel dengan menggunakan larutan NaCl dan homogenisasi dengan menggunakan waringblender (Palmer, 1995).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Bahan Penelitian

- Daun *Eucalyptus grandis*
- Bekicot *Achatina fulica*
- CMC
- 1% NaCl
- Enzim selulase
- Ethanol
- Aquadest

Alat Penelitian

- Timbangan
- Pisau
- Wadah
- Oven
- Pipet tetes
- Termometer
- Gelas ukur
- Piknometer
- Refraktometer

Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan faktor yang terdiri.

Faktor I : pengaruh temperatur (T) yang terdiri dari empat taraf yaitu :

$$T1 = 50 \text{ } ^\circ\text{c}$$

$$T2 = 60 \text{ } ^\circ\text{c}$$

$$T3 = 70 \text{ } ^\circ\text{c}$$

$$T4 = 80 \text{ } ^\circ\text{c}$$

Faktor II : Pengaruh konsentrasi enzim (K) yang terdiri dari empat taraf yaitu :

$$K1 = 1 \text{ } \%$$

$$K2 = 2 \text{ } \%$$

$$K3 = 3 \text{ } \%$$

$$K4 = 4 \text{ } \%$$

Kombinasi perlakuan adalah $(T_c) = 4 \times 4$, dengan jumlah ulangan minimum perlakuan (n) adalah :

$$T_c (n-1) \geq 15$$

$$16 (n-1) \geq 15$$

$$16 n \geq 31$$

$$n \geq 1,94 \dots \text{di bulatkan menjadi } 2$$

untuk memperoleh kelipatan di lakukan lipatan sebanyak 2 kali

Model Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan model :

$$\tilde{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

\tilde{Y}_{ijk} : Pengamatan dari faktor L dari taraf ke-i dan faktor A pada taraf ke-j dengan ulangan ke-k.

μ : Efek nilai tengah

α_i : Efek dari factor L pada taraf ke-i.

β_j : Efek dari faktor A pada taraf ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efek interaksi faktor L pada taraf ke-i dan faktor A pada taraf ke-j.

ϵ_{ijk} : Efek galat dari faktor L pada taraf ke-i dan faktor A pada taraf ke-j dalam ulangan ke-k.

Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan Sampel

Daun *Eucalyptus grandis*

Bahan baku berupa daun tanaman *Eucalyptus grandis* diambil dari kawasan Padang Bulan yang berumur 4 tahun. Daun yang diambil adalah daun tua yang warna daun hijau tua.

Bekicot *Achatina fulica*

Bahan baku berupa bekicot yang diambil dari kawasan tembung yang berumur 5 – 8 bulan. Ciri – ciri bekicot yang berumur 5 - 8 bulan yaitu memiliki ukuran cangkang 8 hingga 10 cm.

Preparasi Sampel

Persiapan Daun *Eucalyptus grandis*

Daun dibersihkan ,Dikeringkan \pm 2 hari sampai tercapai berat kering, Berat kering dihaluskan, Ditimbang , Dimasukan kedalam gelas ukur kemudian di tambahkan konsentrasi enzim dan berikan perlakuan suhu sesuai faktor yang sudah di tentukan, Setelah suhu sudah tercapai sesuai faktor maka bahan di amati untuk memisahkan minyak dari dau *Eucalytus grandis*.

Persiapan Enzim *Selulase Bekicot Achatina fulica*

Dipisahkan bekicot dengan cangkang, Diambil bagian Hepatopankreas Bekicot, Di timbang bagian Hepatopankreas Bekicot 35 g, Dicampur dengan 500 ml 1% NaCl dingin (ph=7) Campuran homogenat dalam waringblender pada suhu 14 °C selama 3 menit, Disaring suspensi Residu, Disentrifus dingin pada suhu 2 °C, 4200 rpm selama 80 menit Supernatan ekstrak kasar selulase

Parameter Pengamatan

Pengamatan dan analisa parameter meliputi :

Rendemen Minyak Atsiri

Rendemen adalah perbandingan jumlah (kuantitas) minyak yang dihasilkan dari ekstraksi tanaman aromatik. Rendemen menggunakan satuan persen (%). Semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan menandakan nilai minyak atsiri yang dihasilkan semakin banyak. Rendemen minyak atsiri diketahui dengan membandingkan berat daun *Eucaliptus grandis* sebelum dilakukan enzimatis dengan minyak atsiri yang dihasilkan setelah enzimatis (Ratnaningsih, A, T. 2018). Rumus yang digunakan adalah

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

Keterangan :

R = Rendemen (%)

Output = berat minyak *Eucalyptus grandis* hasil penyulingan (gram)

Input = berat *Eucalyptus grandis* yang disuling (gram)

Berat Jenis

Nilai berat jenis minyak atsiri didefinisikan sebagai perbandingan antara berat minyak dengan berat air pada volume air yang sama dengan volume minyak pada yang sama pula (Siarudin dan Widiyanto, 2014). Cara pengujian berat jenis

1. Dicuci dan bersihkan piknometer
2. Dibilas dengan ethanol dan dietil eter
3. Dikeringkan bagian dalam piknometer dengan udara kering
4. Dimasukkan piknometer dalam timbangan, biarkan selama 3 menit, dan timbang
5. Diisi piknometer dengan aquadest, hindari timbulnya gelembung
6. Dimasukkan piknometer dalam timbangan, biarkan selama 3 menit, dan timbang
7. Dikembalikan piknometer
8. Dibilas dengan ethanol dan dietil eter
9. Dikeringkan bagian dalam piknometer dengan udara kering
10. Diisi piknometer dengan sampel, hindari timbulnya gelembung

11. Dimelakukan piknometer dalam timbangan, biarkan selama 3 menit, dan timbang

Dalam suatu persamaan berat jenis sering ditulis dalam bentuk rumus:

$$S = \frac{W}{V}$$

keterangan :

A = Pikno kosong

B = Pikno berisi air

V = Pikno berisi larutan Formula

Indeks bias

Indeks bias merupakan ukuran yang menunjukkan pembiasan cahaya antara minyak dan udara. Indeks bias menunjukkan kemampuan seluruh komponen minyak atsiri untuk membiaskan cahaya yang terlewat dan merubah arah sudut dari garis normal. (Setyaningsih *et al.*, 2014 dalam Safwani, 2015).. Ukur indeks bias sampel menggunakan refraktometer dengan ketelitian 0,0002.

$$N = \frac{C}{V}$$

Keterangan:

n = indeks bias mutlak medium

c = cepat rambat cahaya di ruang hampa (3×10^8 m/s)

v = cepat rambat cahaya di dalam medium.

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada **proses pengindraan**. *Pengindraan diartikan* sebagai suatu *proses fisio-psikologis*, yaitu kesadaran atau pengenalan **Alat Indra** akan sifat-sifat benda, karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut. Adapun uji organoleptik yang dilakukan pada minyak *Eucalyptus grandis* yaitu untuk melihat aroma minyak. Pengamatan uji organoleptik dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

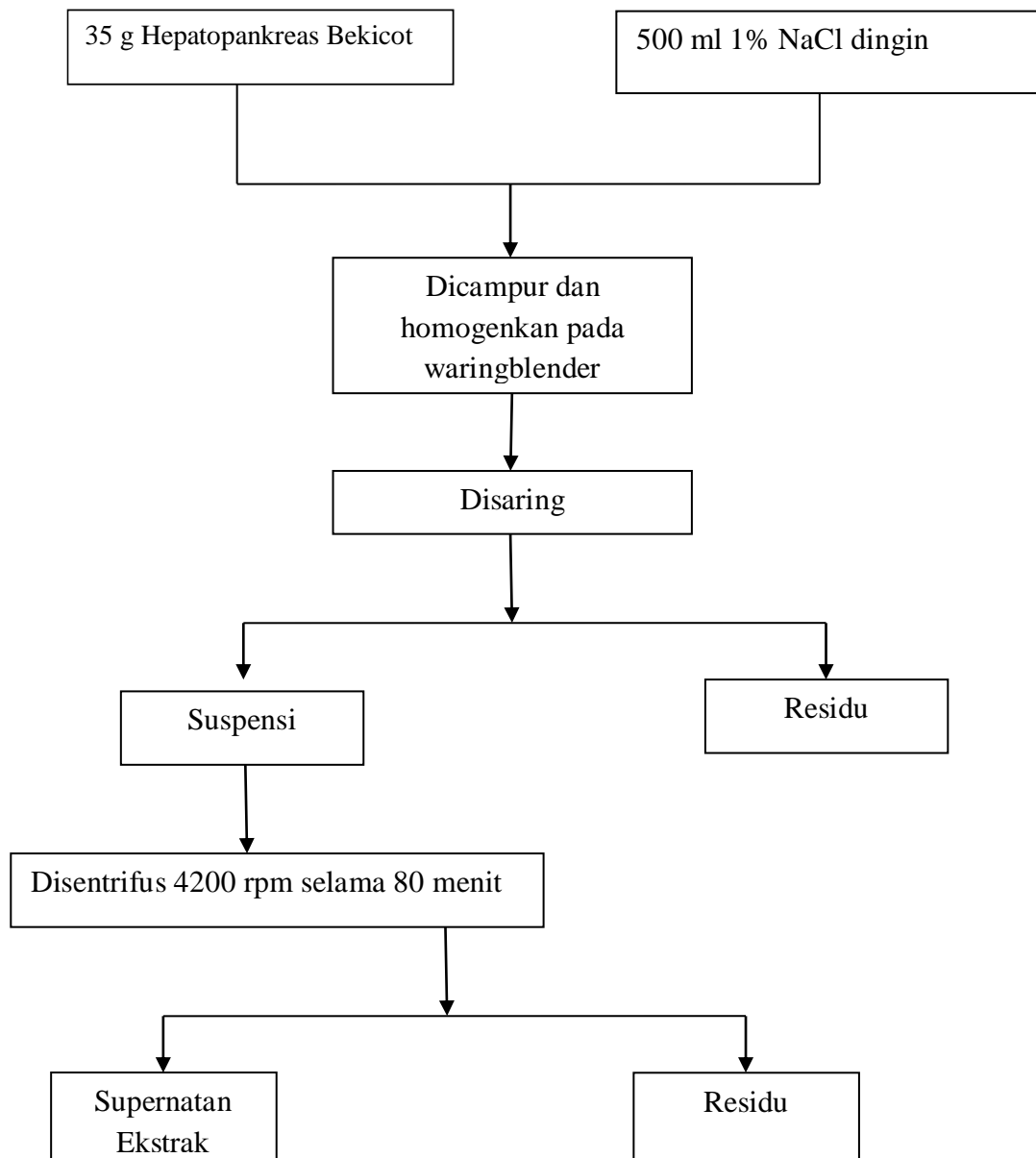
Tabel 2. Pengamat uji organoleptik

Sampel	Aroma			
	1	2	3	4
Daun <i>Eucalyptus</i>				

Keterangan

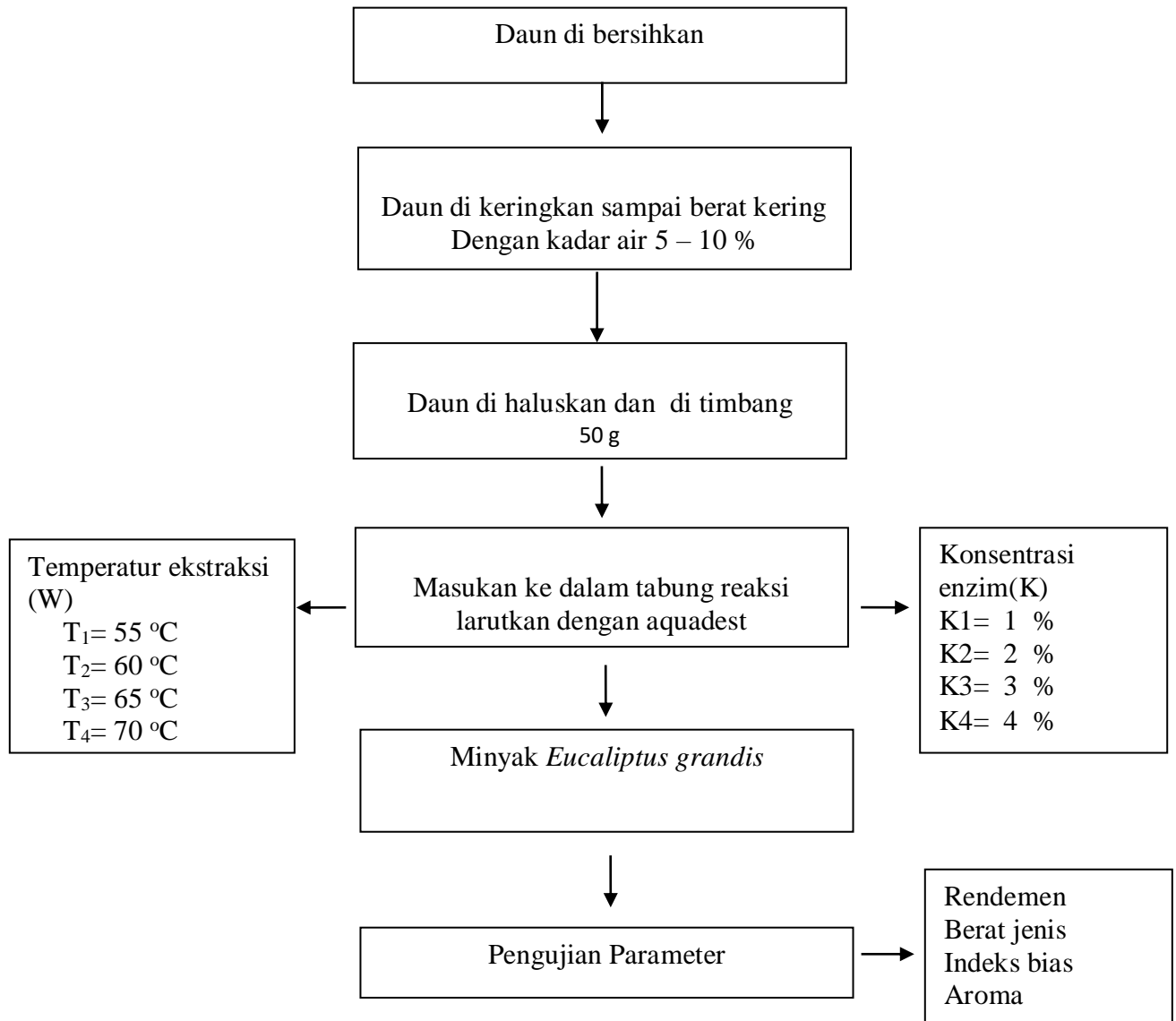
- 1 sangat tidak bagus
- 2 tidak bagus
- 3 bagus
- 4 sangat bagu

Proses kerja isolat enzim *Selulase* dari bekicot *Achatina fulica* dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 9. Diagram alir Isolat Enzim Selulase dari Bekicot (Rosyida,I.2016)

Proses kerja ekstraksi minyak atsiri dari daun *Eucalyptus grandis* dapat dilihat pada gambar 9 berikut ini.



Gambar 10. Diagram alir ekstraksi daun *Eucalyptus grandis* secara enzimatis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan uji statistik, secara umum menunjukkan bahwa konsentrasi enzim *selulase* dan suhu berpengaruh terhadap analisis sifat fisika minyak atsiri dari daun *Eucalyptus grandis* yang di amati.

Minyak Atsiri Daun *Eucalytus grandis*

Data-rata hasil pengamatan pengaruh temperatur dan konsentrasi enzim terhadap masing-masing parameter dapat diketahui pada Tabel 8 dan Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Temperatur terhadap Parameter Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Temperatur	Rendemen (%)	Bobot Jenis (g/ml)	Indeks Bias (m/s)	Aroma
T ₁ = 55 °C	0,187	0,853	1,258	3,263
T ₂ = 60 °C	0,197	0,854	1,266	3,375
T ₃ = 65 °C	0,261	0,875	1,352	3,450
T ₄ = 70 °C	0,190	0,898	1,362	3,550

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur, maka bobot jenis, indeks bias, dan aroma akan semakin meningkat sedangkan pada rendemen akan berfluktuatif. Rata-rata hasil pengamatan pengaruh waktu maserasi terhadap parameter dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Parameter Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Konsentrasi Enzim	Rendemen (%)	Bobot Jenis (g/ml)	Indeks Bias (m/s)	Aroma
K ₁ = 1%	0,206	0,865	1,3125	3,263
K ₂ = 2%	0,207	0,869	1,3104	3,363
K ₃ = 3%	0,213	0,872	1,3084	3,425
K ₄ = 4%	0,254	0,875	1,3068	3,488

Tabel 4 diatas dapat menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim, maka rendemen, bobot jenis, aroma semakin meningkat. Sedangkan indeks bias menunjukkan penurunan seiring bertambahnya konsentrasi enzim.

Hasil uji statistik dan pembahasan dari pengaruh temperatur dan konsentrasi enzim terhadap parameter yang diamati dapat dilihat secara terperinci dibawah ini :

Rendemen

Pengaruh Temperatur

Berdasarkan daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa temperatur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter rendemen. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 5.

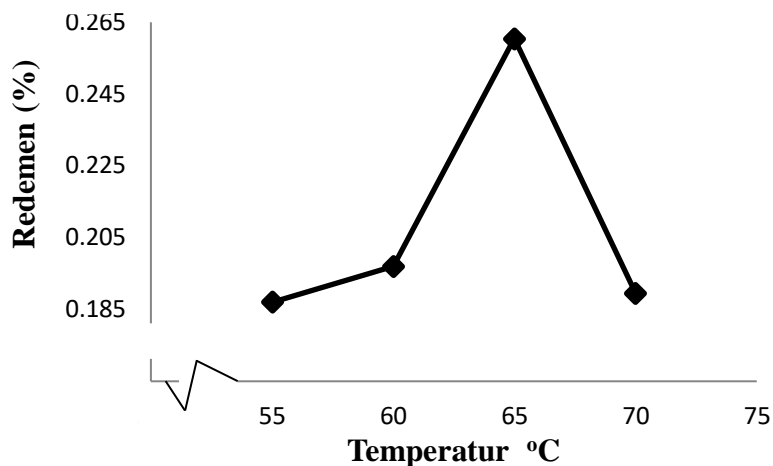
Tabel 5. Uji Pengaruh Temperatur Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Jarak	LSR		perlakuan T	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	55	0,187	d	C
2	0,0017	0,0024	60	0,197	b	B
3	0,0018	0,0025	65	0,261	a	A
4	0,0019	0,0026	70	0,190	c	C

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa perlakuan T₁ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan T₂, T₃ dan T₄. Perlakuan T₂ berbeda sangat nyata dengan perlakuan T₃ dan T₄. Perlakuan T₃ berbeda tidak nyata dengan perlakuan T₄. Nilai rataan rendemen tertinggi berada pada perlakuan T₃ yaitu sebesar 0,261

% sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan T_1 yaitu sebesar 0,187 % Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pengaruh Temperatur terhadap Rendemen Minyak Atsiri dari daun *Eucalyptus grandis*

Berdasarkan Gambar 10 diatas dapat diketahui bahwa rendemen yang dihasilkan dari perlakuan temperatur 55 °C sampai ke perlakuan 65 °C mengalami peningkatan dan pada suhu 70 °C mengalami penurunan. Pada temperatur 55 °C rendemen berada pada titik 0,187 % kemudian terus terjadi kenaikan sampai pada temperatur 65 °C menjadi 0,261 %, sedangkan pada temperatur 70 °C berada pada titik 0,190 % . Hal ini menunjukkan bahwa nilai rendemen yang diperoleh antar keseluruhan perlakuan berkisar antara 0,187 % sampai 0,261 % dan rata-ratanya yaitu 0, 208 %.

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil terendah berada pada perlakuan temperatur 55 °C. Hal ini disebabkan karena perlakuan temperatur 55 °C merupakan perlakuan awal dimana enzim *Selulase* belum dapat aktif dengan optimal. Akibatnya, pemecahan sel – sel daun oleh enzim tidak berjalan dengan

baik dalam mengekstrak minyak atsiri pada daun sehingga menyebabkan rendemen pada perlakuan temperatur 55 °C memiliki rendemen yang terendah. Pada temperatur 70 °C rendemen mengalami penurunan ini di karenakan enzim selulase tidak dapat aktif dengan baik dikarenakan suhu media atau lingkungan enzim melebihi batas optimum enzim untuk dapat beraktifitas yang mengakibatkan proses ekstraksi tidak optimal. Hal ini sesuai penelitian Putri (2016) tentang karakterisasi enzim selulase yang aktif baik pada suhu optimum 65 °C dengan aktivitas selulase 0,052 U/mL.

Pengaruh Konsentrasi Isolat Enzim *Selulase*

Berdasarkan daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa konsentrasi enzim *Selulase* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter rendemen. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 6.

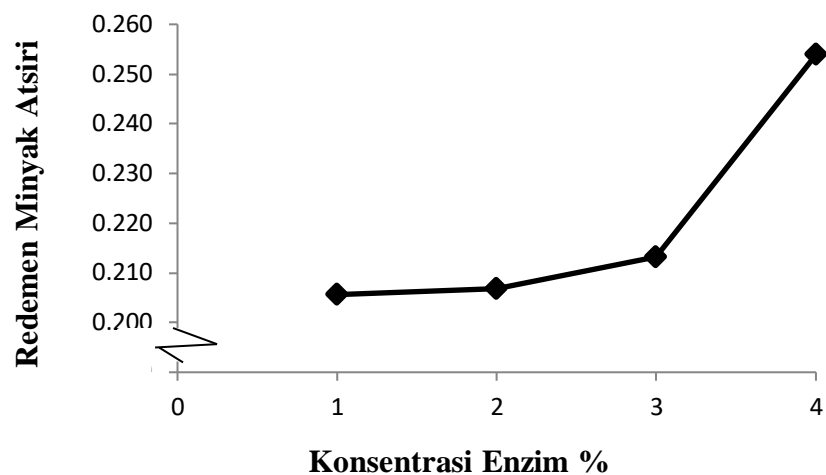
Tabel 6. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi enzim *Selulase* Terhadap Parameter Rendemen Minyak Atsiri *Daun Eucalyptus grandis*.

Jarak	LSR		Perlakuan K	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	1	0,206	d	C
2	0,0017	0,0024	2	0,207	c	C
3	0,0018	0,0025	3	0,213	b	B
4	0,0019	0,0026	4	0,254	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa perlakuan K₁ berbeda sangat tidak nyata terhadap perlakuan K₂ dan berbeda sangat nyata terhadap perlakuan K₃ dan K₄. Perlakuan K₂ berbeda sangat nyata dengan perlakuan K₃ dan K₄.

Perlakuan K₃ berbeda sangat nyata dengan perlakuan K₄. Nilai rata-rata rendemen tertinggi berada pada perlakuan K₄ yaitu sebesar 0,254 % sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan K₁ yaitu sebesar 0,206 %. Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap rendemen Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Berdasarkan Gambar 11 diatas dapat diketahui bahwa rendemen yang dihasilkan dari perlakuan konsentrasi enzim *Selulase* 1% sampai ke perlakuan 4% mengalami peningkatan. Pada konsentrasi 1% rendemen berada pada titik 0,206 % kemudian terus terjadi kenaikan sampai pada konsentrasi 4 % menjadi 0,254 %. Hal ini menunjukkan bahwa nilai rendemen yang diperoleh antar keseluruhan perlakuan berkisar antara 0,206 % sampai 0,254 % dan rata-ratanya yaitu 0,220%. Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil terendah berada pada perlakuan 1 %. Hal ini disebabkan karena perlakuan 1 % merupakan perlakuan dengan jumlah konsentrasi enzim paling sedikit. Akibatnya, pemecahan sel - sel daun berjalan lama untuk mengekstrak minyak atsiri, ini menyebabkan rendemen pada perlakuan 1% memiliki rendemen yang terendah. Hal ini karena semakin

sedikitnya jumlah konsentrasi enzim yang digunakan, maka semakin sedikit rendemen yang dihasilkan (Kuncoro, 2013). Rendemen tertinggi berada pada konsentrasi enzim 4 % sebesar 0,254 %. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi enzim maka rendemen yang dihasilkan akan semakin tinggi (Nashrianto, 2013) .

Interaksi Antara Temperatur dan Konsentrasi Enzim *Selulase* Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

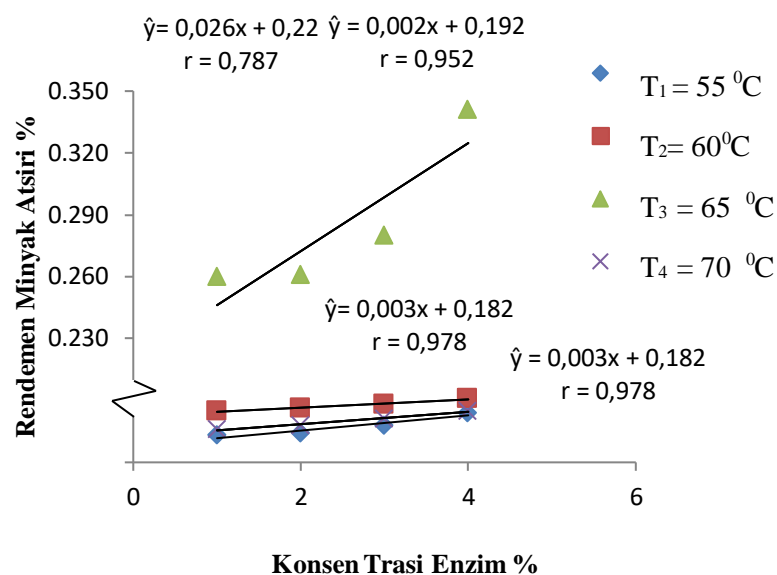
Berdasarkan daftar sidik ragam (lampiran 1) diketahui bahwa interaksi temperatur dan konsentrasi Enzim *Selulase* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen yang diperoleh. Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi temperatur dan konsentrasi Enzim *Selulase* terhadap nilai rendemen terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Temperatur dan Konsentrasi Enzim *Selulase* Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	T1K1	0,18300	j	H
2	0,00348	0,00479	T1K2	0,18400	j	H
3	0,00365	0,00503	T1K3	0,18800	hi	GH
4	0,00374	0,00516	T1K4	0,19400	fg	EF
5	0,00383	0,00526	T2K1	0,19500	ef	EF
6	0,00387	0,00533	T2K2	0,19400	fg	EF
7	0,00391	0,00541	T2K3	0,19800	de	DE
8	0,00393	0,00547	T2K4	0,20100	d	D
9	0,00395	0,00552	T3K1	0,26000	c	C
10	0,00398	0,00555	T3K2	0,26100	c	C
11	0,00398	0,00559	T3K3	0,28000	b	B
12	0,00399	0,00561	T3K4	0,34100	a	A
13	0,00399	0,00563	T4K1	0,18600	ij	GH
14	0,00400	0,00566	T4K2	0,18800	hi	GH
15	0,00400	0,00568	T4K3	0,19100	gh	FG
16	0,00401	0,00569	T4K4	0,19500	ef	EF

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel diatas, dapat diketahui bahwa perlakuan dengan temperatur 65 °C dan konsentrasi enzim *Selulase* 4 % ($T_3(K_4)$) memperoleh nilai rendemen yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu sebesar 0,34100 %. Sedangkan nilai terendah yaitu pada perlakuan dengan temperatur 55 °C dan konsentrasi enzim *Selulase* 1 % ($T_1(K_1)$) sebesar 0,18300 % . Hubungan interaksi antara temperatur dan konsentrasi enzim *Selulase* terhadap rendemen yang di hasilkan dapat dilihat secara jelas pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Hubungan Interaksi Temperatur dan Konsentrasi Enzim *Selulase* Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Berdasarkan Gambar 12 diatas dapat diketahui bahwa seiring meningkatnya temperatur, maka rendemen yang diperoleh antar masing-masing perlakuan akan berfluktuatif, hal tersebut dapat dilihat pada grafik antar perlakuan temperatur. Pada perlakuan $T_1(K_1)$ rendemen diperoleh yaitu 0,18300 % dan terus naik sampai perlakuan $T_3(K_4)$ rendemen di peroleh yaitu 0,34100 %, kemudian terjadi penurunan pada perlakuan $T_4(K_1)$ yaitu 0,18600 %. Namun jika seluruh

perlakuan T₁ sampai dengan T₄ dirata-ratakan, maka rendemen akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya temperatur. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi enzim, terjadi perbedaan bahwa banyaknya konsentrasi akan menghasilkan rendemen yang berfluktuatif, namun jika dirata-ratakan nilai tersebut akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi enzim. Hal ini berarti bahwa seiring dengan meningkatnya konsentrasi dan waktu maserasi maka rendemen yang dihasilkan akan berfluktuatif antar masing masing perlakuan. Namun, jika dilihat dari rata-rata hasil perolehan rendemen antar perlakuan maka semakin tinggi konsentrasi enzim maka rendemen akan semakin meningkat dan akan semakin menurun akibat bertambahnya temperatur. Menurunnya rendemen dengan bertambahnya temperatur mengindikasikan bahwa enzim tidak dapat aktif dengan baik pada suhu 70 °C sehingga rendemen yang dihasilkan menurun. Hal ini sesuai Putri (2016) tentang karakterisasi enzim *Selulase* yang aktif baik pada suhu optimum 65 °C dengan aktivitas selulase 0,052 U/mL.

Bobot Jenis

Pengaruh Temperatur

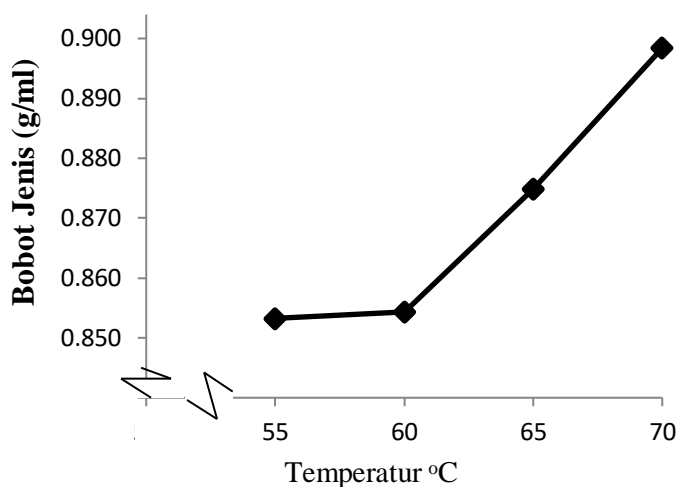
Berdasarkan daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa temperatur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter bobot jenis. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji Pengaruh Temperatur Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Jarak	LSR		perlakuan T	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	55	0,853	d	C
2	0,000776	0,001069	60	0,854	c	C
3	0,000815	0,001123	65	0,875	b	B
4	0,000836	0,001152	70	0,898	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa perlakuan T_1 berbeda sangat tidak nyata terhadap perlakuan T_2 dan berbeda sangat nyata pada perlakuan T_3 dan T_4 . Perlakuan T_2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan T_3 dan T_4 . Perlakuan T_3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan T_4 . Nilai rataan bobot jenis tertinggi berada pada perlakuan T_4 yaitu sebesar 0,898 g/ml sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan T_1 yaitu sebesar 0,853 g/ml. Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Berdasarkan Gambar 13 diatas dapat diketahui bahwa bobot jenis yang dihasilkan dari perlakuan temperatur 55 °C sampai ke perlakuan 70 °C mengalami peningkatan. Pada temperatur 55 °C bobot jenis berada pada titik 0,853 g/ml kemudian terus terjadi kenaikan sampai pada temperatur 70 °C menjadi 0,898 g/ml. Hal ini menunjukkan bahwa nilai bobot jenis yang diperoleh antar keseluruhan perlakuan berkisar antara 0,853 g/ml sampai 0,898 g/ml dan rata-ratanya yaitu 0,87 g/ml. Nilai tersebut tidak berbeda jauh dari hasil penelitian yang dilaporkan oleh Ratnaningsih (2018) dengan metode destilasi yakni sebesar 0,89 g/ml.

Gambar 13 diatas menunjukkan bahwa hasil terendah berada pada perlakuan temperatur 55 °C. Hal ini disebabkan karena perlakuan dengan temperatur 55 °C merupakan perlakuan dengan temperatur terendah. Akibatnya, senyawa lain yang ada pada minyak atau kotoran yang dapat menurunkan mutu minyak tidak hilang dengan penguapan. Apabila nilai berat jenis dari minyak terlalu tinggi atau terlalu rendah, dapat dipastikan adanya senyawa lain yang tidak seharusnya berada di minyak tersebut (Safwani, 2015). Selain itu adanya kotoran yang masuk ke dalam minyak atsiri akan mempengaruhi perubahan berat jenis (Siarudin dan Widiyanto, 2014).

Pengaruh Konsentrasi Isolat Enzim *Selulase*

Berdasarkan daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa konsentrasi enzim memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter bobot jenis. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan menggunakan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 9.

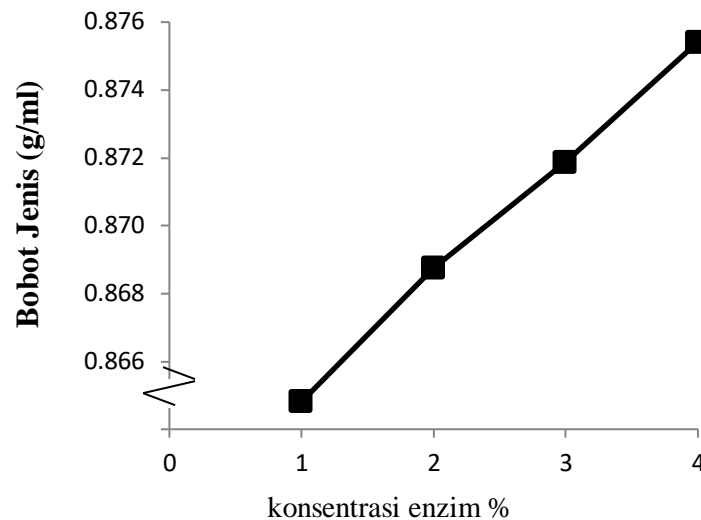
Tabel 9. Uji Pengaruh Konsentrasi Enzim *Selulase* Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Jarak	LSR		Perlakuan K	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	1	0,865	c	C
2	0,000776	0,001069	2	0,869	c	C
3	0,000815	0,001123	3	0,872	b	B
4	0,000836	0,001152	4	0,875	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel dapat diketahui bahwa bobot jenis mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi enzim. Perlakuan K₁ berbeda tidak nyata terhadap perlakuan K₂ dan berbeda sangat nyata pada perlakuan K₃ dan K₄. Perlakuan K₂ berbeda sangat nyata dengan perlakuan K₃ dan K₄. Perlakuan K₃ berbeda sangat nyata dengan perlakuan K₄. Nilai rataan bobot jenis tertinggi berada pada perlakuan K₄ yaitu 0,875 g/ml sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan K₁ yaitu sebesar 0,865 g/ml. Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada Gambar 15.

Bobot jenis merupakan konstanta atau tetapan bahan yang bergantung pada suhu untuk padat, cair, dan bentuk gas yang homogen. Bobot jenis juga dipengaruhi oleh besar atau kecilnya nilai kerapatan, semakin besar kerapatan maka berat jenis juga semakin besar. Uji bobot jenis dilakukan untuk mengetahui perbandingan zat di udara terhadap bobot air dengan volume dari suhu yang sama (Selvia dan Ade, 2017).



Gambar 15. Grafik Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Berdasarkan Gambar 14 diatas diketahui bahwa bobot jenis yang dihasilkan dari perlakuan konsentrasi enzim 1% sampai ke perlakuan 4 % mengalami peningkatan. Pada konsentrasi enzim 1% bobot jenis berada pada titik 0,865 g/ml kemudian terus terjadi kenaikan sampai pada perlakuan 4 % menjadi 0,875 g/ml. Hal tersebut dapat diketahui bahwa nilai bobot jenis yang didapat antar keseluruhan perlakuan berkisar antara 0,865 g/ml sampai 0,875 g/ml atau jika dirata-ratakan yaitu 0,870 g/ml. Jika dibandingkan dengan standar minyak *Eucalyptus* menurut SNI 01-5009.11- 2001, dapat diketahui minyak *Eucalyptus* memiliki kisaran bobot jenis antara 0,900 – 0,930 sedangkan bobot jenis yang didapat dari minyak *Eucalyptus grandis* 0,865 – 0,875. Dari nilai bobot jenis ini menunjukkan bahwa bobot jenis yang didapat dari minyak *Eucalyptus grandis* tidak berbeda jauh dengan minyak *Eucalyptus*.

Interaksi Antara Temperatur dan Konsentrasi Enzim *Selulase* Terhadap Bobot jenis Minyak atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Berdasarkan daftar sidik ragam (lampiran 2) diketahui bahwa interaksi temperatur dan konsentrasi Enzim *Selulase* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap bobot jenis yang diperoleh. Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi temperatur dan konsentrasi Enzim *Selulase* terhadap nilai rendemen terlihat pada Tabel 10.

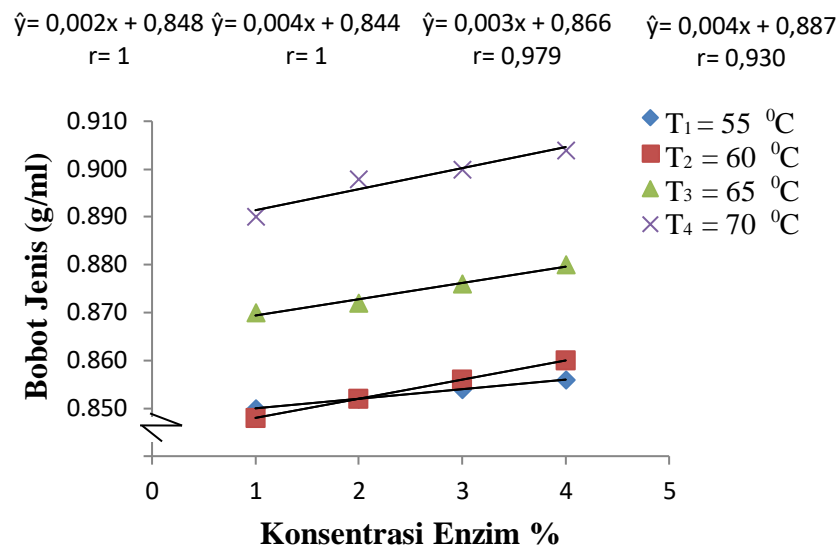
Tabel 10. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Temperatur dan Konsentrasi Enzim *Selulase* Terhadap Bobot jenis Minyak atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	T1K1	0,850	i	I
2	0,001553	0,002138	T1K2	0,852	i	HI
3	0,001630	0,002246	T1K3	0,854	h	GH
4	0,001672	0,002303	T1K4	0,856	h	G
5	0,001708	0,002350	T2K1	0,854	h	GH
6	0,001729	0,002381	T2K2	0,856	g	G
7	0,001744	0,002417	T2K3	0,854	g	GH
8	0,001755	0,002443	T2K4	0,856	g	G
9	0,001765	0,002464	T3K1	0,870	f	F
10	0,001775	0,002479	T3K2	0,872	f	F
11	0,001775	0,002495	T3K3	0,876	e	E
12	0,001781	0,002505	T3K4	0,880	d	D
13	0,001781	0,002516	T4K1	0,890	c	C
14	0,001786	0,002526	T4K2	0,898	b	B
15	0,001786	0,002536	T4K3	0,900	b	B
16	0,001791	0,002541	T4K4	0,904	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel diatas, dapat diketahui bahwa perlakuan dengan temperatur 70 °C dan konsentrasi enzim sebesar 4% (T₄K₄) memperoleh nilai bobot jenis yang tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu sebesar 0,904 g/ml. Sedangkan nilai terendah yaitu pada perlakuan dengan temperatur 55 °C

dan konsentrasi 1% (T_1K_1). Hubungan interaksi antara konsentrasi n-heksan dan waktu maserasi terhadap bilangan iodium dapat dilihat secara jelas pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik Hubungan Interaksi Temperatur dan Konsentrasi Enzim *Selulase* Terhadap Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Berdasarkan Gambar 15 diatas dapat diketahui bahwa seiring dengan naiknya temperatur, maka bobot jenis yang diperoleh antar masing-masing perlakuan akan berfluktuatif, hal tersebut dapat dilihat pada grafik antar perlakuan temperatur. Pada perlakuan T_1K_1 bobot jenis diperoleh yaitu 0,850 g/ml, kemudian meningkat terus sampai perlakuan T_1K_4 bobot jenis diperoleh yaitu 0,856 g/ml, dan terjadi penurunan pada perlakuan T_2K_1 yaitu 0,854 g/ml dan meningkat kembali pada angka 0,904 g/ml. Namun jika seluruh perlakuan T_1 sampai dengan T_4 dirata-ratakan, maka bobot jenis akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya temperatur. Pada perlakuan konsentrasi enzim tidak terjadi perbedaan dengan temperatur bahwa banyaknya konsentrasi juga akan menghasilkan bobot jenis

yang berfluktuatif, namun jika dirata-ratakan nilai tersebut akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi enzim. Hal ini dikarenakan seiring dengan meningkatnya temperatur dan konsentrasi enzim maka bobot jenis yang dihasilkan akan berfluktuatif antar masing masing perlakuan. Namun, jika dilihat dari rata-rata hasil perolehan bobot jenis antar perlakuan maka semakin tinggi temperatur dan konsentrasi enzim bobot jenis akan semakin meningkat. Ini dikarenakan pada temperatur yang tinggi akan menguapkan kotoran yang tidak berguna bagi kualitas minyak. Menurut hasil penelitian Widiyanto (2014). Mengenai bobot jenis yang akan terpengaruh dengan adanya kotoran yang masuk ke dalam minyak atsiri yang dapat menurunkan kualitas minyak atsiri.

Indeks Bias

Pengaruh Temperatur

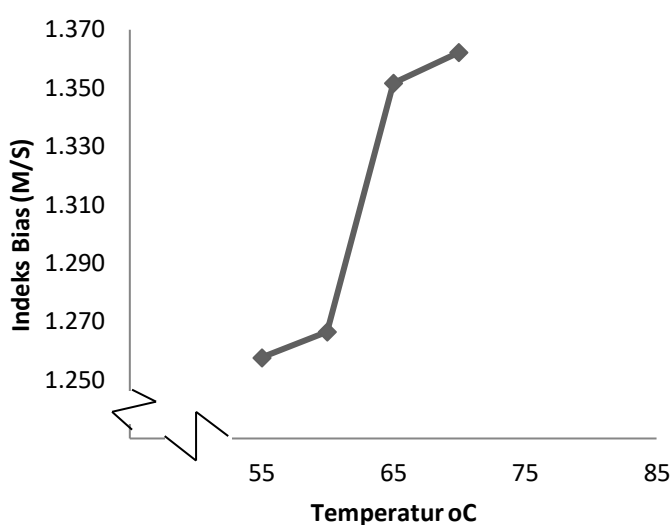
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa konsentrasi n-heksan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter bilangan asam yang dihasilkan. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Temperatur Terhadap Indeks Bias Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Jarak	LSR		perlakuan T	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	55	1,258	d	D
2	0,00080	0,00110	60	1,266	c	C
3	0,00084	0,00115	65	1,352	b	B
4	0,00086	0,00118	70	1,362	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel 10 dapat diketahui bahwa perlakuan T₁ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan T₂, T₃ dan T₄. Perlakuan T₂ berbeda sangat nyata dengan perlakuan K₃ dan K₄. Perlakuan K₃ berbeda sangat nyata dengan perlakuan K₄. Nilai rata-rata indeks bias tertinggi berada pada perlakuan T₄ yaitu sebesar 1,362 sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan T₁ yaitu sebesar 1,258. Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada Gambar 16.



Gambar 17. Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Indeks Bias Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Berdasarkan Gambar 17 diatas dapat diketahui bahwa indeks bias yang dihasilkan dari perlakuan temperatur 55 °C sampai ke perlakuan 70 °C mengalami peningkatan. Pada temperatur 55 °C indeks bias berada pada titik 1,258 kemudian terus terjadi kenaikan sampai pada temperatur 70 °C menjadi 1,362. Hal ini menunjukkan bahwa nilai indeks bias yang diperoleh antar keseluruhan perlakuan berkisar antara 1,258 sampai 1,362 dan rata-ratanya yaitu 1,309. Jika dibandingkan dengan standar minyak *Eucalyptus* menurut SNI 01-5009.11- 2001, dapat diketahui minyak kayu putih memiliki kisaran indeks bias antara 1,46- 1,47

sedangkan indeks bias yang didapat dari minyak *Eucalyptus grandis* 1,258 - 1362. Dari nilai indeks bias ini menunjukkan bahwa indeks bias yang didapat dari minyak *Eucalyptus grandis* tidak berbeda jauh dengan minyak *Eucalyptus*.

Gambar 16 diatas menunjukkan bahwa hasil terendah berada pada perlakuan temperatur 55 °C. Hal ini disebabkan karena perlakuan temperatur 55 °C merupakan perlakuan dengan suhu yang rendah sehingga tidak dapat menguapkan air dengan jumlah yang besar sehingga air mempengaruhi nilai indeks bias dari minyak. Menurut Guenther (1988), nilai indeks bias juga dipengaruhi dengan adanya air dalam kandungan minyak tersebut, semakin banyak kandungan airnya, semakin kecil nilai indeks biasnya. Hal ini karena sifat air yang mudah membiaskan cahaya yang datang. Jadi, minyak atsiri dengan nilai indeks bias besar lebih bagus dibandingkan minyak atsiri dengan nilai indeks bias yang kecil.

Pengaruh Konsentrasi Isolat Enzim *Selulase*

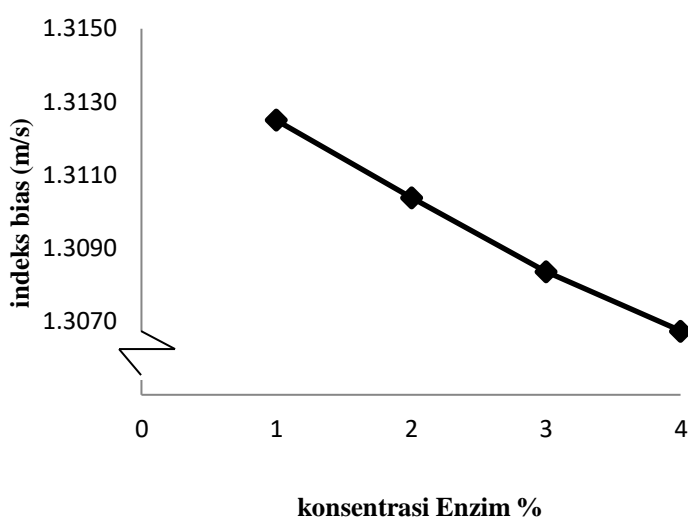
Berdasarkan daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa konsentrasi enzim memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter indeks bias. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Indeks Bias Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Jarak	LSR		Perlakuan K	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	1	1,3125	a	A
2	0,00080	0,00110	2	1,3104	b	B
3	0,00084	0,00115	3	1,3084	c	C
4	0,00086	0,00118	4	1,3068	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel 10 dapat diketahui bahwa perlakuan K₁ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan K₂ dan K₃ dan K₄. Perlakuan K₂ berbeda sangat nyata dengan perlakuan K₃ dan K₄. Perlakuan K₃ berbeda sangat nyata dengan perlakuan K₄. Nilai rata-rata bobot jenis tertinggi berada pada perlakuan K₁ yaitu sebesar 1,3125 m/s sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan K₄ yaitu sebesar 1,3068 m/s. Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada Gambar 18.



Gambar 18. Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Indeks Bias Minyak Atsiri Daun *Eucalytus grandis*

Berdasarkan Gambar 18 diatas dapat diketahui bahwa indeks bias yang dihasilkan dari perlakuan konsentrasi 1% sampai ke perlakuan 4% terus mengalami penurunan. Pada konsentrasi 1% indeks bias berada pada 1,3125, kemudian terus terjadi penurunan sampai titik terendah yaitu pada konsentrasi 4% menjadi 1,3068 dan jika dirata-ratakan yaitu 1,3095.

Jika pengaruh perlakuan konsentrasi enzim di bandingkan dengan pengaruh perlakuan temperatur dimana indeks bias terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya suhu, sedangkan pengaruh konsentrasi enzim

berbanding terbalik, dimana setiap penambahan konsentrasi enzim maka nilai indeks bias menurun hal ini dikarenakan semakin banyak konsentrasi enzim yang di berikan maka kadar air yang berada pada bahan akan bertambah. Menurut Guenther (1988), nilai indeks bias juga dipengaruhi dengan adanya air dalam kandungan minyak tersebut, semakin banyak kandungan airnya, semakin kecil nilai indeks biasanya. Hal ini karena sifat air yang mudah membiaskan cahaya yang datang. Jadi, minyak atsiri dengan nilai indeks bias besar lebih bagus dibandingkan minyak atsiri dengan nilai indeks bias yang kecil.

Aroma

Pengaruh Temperatur

Berdasarkan daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa temperatur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter aroma. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 13.

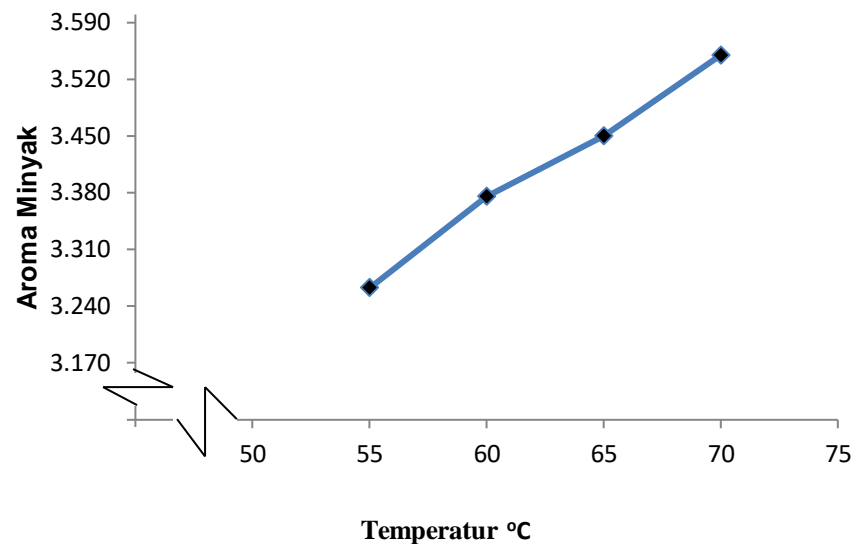
Tabel 13. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Temperatur Terhadap Aroma Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Jarak	LSR		perlakuan T	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	55	3,263	c	C
2	0,139	0,191	60	3,375	b	B
3	0,146	0,201	65	3,450	ab	AB
4	0,150	0,206	70	3,550	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel 13 dapat diketahui bahwa perlakuan T₁ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan T₂, T₃ dan T₄. Perlakuan T₂ berbeda sangat tidak nyata dengan perlakuan T₃ dan berbeda sangat nyata pada perlakuan T₄. Perlakuan T₃

berbeda sangat nyata dengan perlakuan T₄. Nilai rata-rata aroma tertinggi berada pada perlakuan T₄ yaitu sebesar 3,550 sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan T₁ yaitu sebesar 3,263. Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada Gambar 19.



Gambar 19. Pengaruh Temperatur Terhadap Aroma Minyak Atsiri Daun *Eucalytus grandis*

Berdasarkan Gambar 19 diatas dapat diketahui bahwa aroma yang dihasilkan dari perlakuan temperatur 55 °C sampai ke perlakuan 70 °C mengalami peningkatan. Pada temperatur 55 °C aroma berada pada titik 3,263. Kemudian terus terjadi peningkatan sampai pada perlakuan 70 °C menjadi 3,550. Hal tersebut dapat diketahui bahwa nilai aroma yang diperoleh antar keseluruhan perlakuan berkisar antara 3,263 sampai 3,550 dan jika dirata-ratakan yaitu 3,4095

Hasil penelitian diatas menunjukkan pengaruh temperatur menghasilkan aroma yang di sukai, hal ini sesuai dengan Standar Mutu Minyak Kayu Putih (SNI 06-3954-2006) dimana aroma minyak kayu putih sangat di sukai karena aromanya menenangkan.

Pengaruh Konsentrasi Isolat Enzim *Selulase*

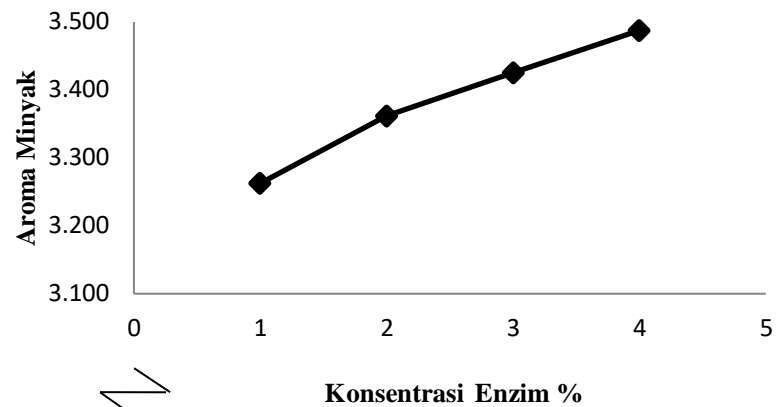
Berdasarkan daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa konsentrasi enzim memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter aroma. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Aroma Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Jarak	LSR		Perlakuan K	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	1	3,263	c	B
2	0,139	0,191	2	3,363	b	AB
3	0,146	0,201	3	3,425	ab	A
4	0,150	0,206	4	3,488	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% dan berbeda sangat nyata pada taraf 1%.

Berdasarkan Tabel 14 dapat diketahui bahwa perlakuan K₁ berbeda sangat tidak nyata terhadap perlakuan K₂, dan berbeda sangat nyata dengan K₃ dan K₄. Perlakuan K₂ berbeda sangat tidak nyata dengan perlakuan K₃ dan T₄. Perlakuan K₃ berbeda sangat tidak nyata dengan perlakuan K₄. Nilai rataan aroma tertinggi berada pada perlakuan K₄ yaitu sebesar 3,488 sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan K₁ yaitu sebesar 3,263. Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada Gambar 20.



Gambar 20. Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Aroma Minyak Atsiri Daun *Eucalytus grandis*

Berdasarkan Gambar 20 diatas dapat diketahui bahwa aroma yang dihasilkan dari perlakuan konsentrasi enzim 1% sampai ke perlakuan 4% mengalami peningkatan. Pada konsentrasi enzim 1% aroma berada pada titik 3,263. Kemudian terus terjadi peningkatan sampai pada perlakuan konsentrasi enzim 4% menjadi 3,488. Hal tersebut dapat diketahui bahwa nilai aroma yang diperoleh antar keseluruhan perlakuan berkisar antara 3,263 sampai 3,488 dan jika dirata-ratakan yaitu 3,384. Hal ini tidak berbeda jauh dengan aroma yang dihasilkan dengan perlakuan temperatur dimana aroma masi dalam katagori yang di sukai

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan Pengaruh Temperatur dan Konsentrasi Enzim terhadap Analisis Minyak atsiri dari daun *Eucalyptus grandis* dapat ditarik kesimpulan antara lain

1. Enzim *Selulase* dapat digunakan untuk mengekstrak minyak *Eucalyptus* dari daun *Eucalyptus grandis*, dengan metode enzimatis isolat *selulase* bekicot *Achatina fulica*.
2. Temperatur memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) pada analisis sifat fisik minyak atsiri daun *Eucalyptus grandis*.
3. Konsentrasi enzim memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) pada analisis pada analisis sifat fisik minyak atsiri daun *Eucalyptus grandis*.
4. Interaksi temperatur dan konsentrasi enzim memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) pada analisis sifat fisik minyak atsiri daun *Eucalyptus grandis*.

Saran

Disarankan kepada peneliti selanjutnya agar mengembangkan penelitian ini dengan menggunakan berbagai konsentrasi enzim yang lebih tinggi lagi sehingga dapat dilihat batas maksimal penggunaan konsentrasi enzim pada proses ekstraksi minyak atsiri dan menambahkan parameter pengujiannya seperti putaran optik, daya larut dalam alkohol dan kadar siniol.

DAFTAR PUSTAKA

- Armando, R. (2009). Memproduksi 15 Minyak Atsiri Berkualitas. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal. 23-33.
- Ariyani, dkk. 2014. Optimasi Waktu Inkubasi Produksi Enzim Selulase Oleh *Aspergillus Niger* Menggunakan Fermentasi Substrat Padat. *J. Biopropal Industri* 5, no.2 (2014): h. 61-67.
- Ateng, S, dkk. 2015. Aktivitas Enzim Amilase, Lipase dan Protoase Dari Larva *Hermetia Illucens* Yang Diberikan Pakan Jerami Padi. *J. Biokimia* 5, no. 2 (2015): h. 18-31.
- Abdoulaye Mahama, 2018. Efficacy of *Eucalyptus camaldulensis* leaf extracts against the pea beetle *Callosobruchus maculatus* and their impact on biochemical and microbiological properties of the treated bambara groundnut grains. 6(2). 869-877. Cameroon.
- Bahri, dkk. "Karakterisasi Enzim Amilase Dari Kecambah Biji Jagung Ketan (*Zea Mays Ceratina L.*). *J. Natural Science* 1, no. 1 (2012): h. 132-143.
- Baghaee-, S. 2017. *Candidatus* Phytoplasma solani" associated with *Eucalyptus* witches' broom in Iran. Department of Crop Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
- Cahyani, I, M. 2018 Efektivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus* (*Eucalyptus globulus*) Dalam Sediaan Krim Sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 29213. Yayasan Pharmasi Semarang.
- Dewan atsiri Indonesia dan IPB, 2009. Minyak Atsiri Indonesia
- Efruan GK, Martosupono M, Rondonuwu FS, (2016). Review: Bioaktifitas Senyawa 1,8-Sineol Pada Minyak Atsiri. *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek*: 171-175.
- Guenther, E. 1988. *Minyak Atsiri Jilid I. Terjemahan*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Ganesan, D. 2017 Antioxidant activity of phenolic compounds from extracts of *Eucalyptus globulus* and *Melaleuca stypelioides* and their protective role on D-glucose-induced hyperglycemic stress and oxalate stress in NRK-49F cells. Sapienza University, Rome, Italy
- Hartati, I. 2010. Kajian Produksi Kolagen Dari Limbah Sisik Ikan Secara Ekstraksi Enzimatis. Universitas Wahid Hasyim Semarang Jl Menoreh Tengah X/22 Semarang.

- Hadjer, T. 2017. Essential oil of Algerian *Eucalyptus citriodora*: Chemical composition. National. Institute of Agronomy (Algiers, Algeria).
- Irawati, R. "Karakterisasi pH, Suhu dan Konsentrasi Substrat Pada Enzim Selulase Kasar Yang Diproduksi Oleh *Bacillus Circulans*". *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim, 2016.
- Juliana, I. 2018. Analisis Kandungan Dan Penentuan Kadar Sineol Pada Minyak Kayu Putih (*Eucalyptus robusta*) Dari Pt. Toba Pulp Lestari Dengan Metode *Gc-Ms* Skripsi.
- Ketaren, S. (1985). Pengantar Teknologi Minyak Atsiri. Jakarta: Balai Pustaka. Hal. 19-29.
- Khaeruddin. (1993). Pembibitan Hutan Tanaman Industri (HTI) Penebar Swadaya. Jakarta.
- Koensoemardiyah. (2010). A to Z Minyak Atsiri untuk Makanan, Kosmetik, dan Aromaterapi. Yogyakarta: Penerbit Andi. Hal. 6.
- Latifah, S. (2004). Pertanaman dan Hasil Tegakan *Eucalyptus grandis* di Hutan Tanaman Industri. <http://www.libraryusu.ac.id> [13 November 2017].
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. Program Studi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar.
- Nair, K. S. S. (2000). Insects Pest and Diseases in Indonesian Forest an Assessment of the Major Threats, Research Effort and Literature. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor.
- Ndiaye, H, B. 2018. Characterization of essential oils and hydrosols from senegalese *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. University Gaston Berger (Saint-Louis),
- Pudjiharta. (2001). Aspek hidrologi dari *Eucalyptus*. Buletin Penelitian Kehutanan Vol.2 No.1 Thn 2001.
- Pratiwi, A, 2018. Isolasi Dan Analisa Kandungan Minyak Atsiri Pada Kembang Lesoan. Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Bio eksoerimen Volume4 No.1
- Witono, Y, 2007. Ekstraksi *Virgin coconut oil* secara enzimatik Menggunakan protease dari tanaman biduri *Calotropis gigantea*. *AGRITECH*, Vol. 27, No. 3
- Rusli, M, E. (2010). Sukses Memproduksi Minyak Atsiri. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka. Hal. 2.

- Rosyida, I. 2016. Karakterisasi pH, Suhu dan Konsentrasi Substrat Pada Enzim Selulase Kasar Yang Diproduksi Oleh *Bacillus Circulans*. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Syarafani, P . 2016. “Karakterisasi Enzim Selulase Yang Dihasilkan Oleh *Lactobacillus Plantarum* Pada Variasi Suhu, pH Dan Konsentrasi Substrat”. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim,
- Setianingsih, S. 2017. Isolasi Senyawa Kimia Stigmastan-3,5-Diena Yang Mempunyai Daya Toksik Dari Daun Ekaliptus (*Eucalyptus deglupta*). 15 (1). *Kimia FMIPA Unmul*
- Ratnaningsih, T, A. 2018 Rendemen Dan Kualitas Minyak Atsiri *Eucalyptus Pellita* Pada Berbagai Waktu Penyimpanan Bahan Baku. Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan Vol. 13, No.2. Pekanbaru.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. Kimia Minyak Atsiri. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Samosir, S, J. 2018. Analisa Kandungan Kimia Dan Sifat Fisikaminyak Atsiri Dari Daun *Eucalyptus grandis* Dari Toba Pulp Lestari dengan Metode *Gaschromatography Mass Spectrometry (Gc-Ms)* Skripsi.
- Yulia, O, dkk. 2014. Karakteristik Enzim Kasar Selulase Kapang Endofit dari Lamun. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 6,

Lampiran 1. Tabel Data Rataan Rendemen Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

	UI	UII	Total	Rataan
T1K1	0,182	0,183	0,365	0,183
T1K2	0,184	0,183	0,367	0,184
T1K3	0,188	0,188	0,376	0,188
T1K4	0,190	0,198	0,388	0,194
T2K1	0,194	0,195	0,389	0,195
T2K2	0,196	0,195	0,391	0,196
T2K3	0,198	0,197	0,395	0,198
T2K4	0,200	0,202	0,402	0,201
T3K1	0,259	0,261	0,520	0,260
T3K2	0,260	0,262	0,522	0,261
T3K3	0,280	0,280	0,560	0,280
T3K4	0,340	0,341	0,681	0,341
T4K1	0,186	0,185	0,371	0,186
T4K2	0,188	0,187	0,375	0,188
T4K3	0,190	0,191	0,381	0,191
T4K4	0,194	0,195	0,389	0,195
Total			6,872	
Rataan				0,215

Tabel Analisis Sidik Ragam Rendemen Minyak Atsiri

SK	db	JK	KT	F hit.	0,05	0,01
Perlakuan	15	0,0626	0,0042	1552,0496	**	2,35 3,41
T	3	0,0536	0,0179	6654,1705	**	3,24 5,29
T Lin	1	0,0037	0,0037	1364,5488	**	4,49 8,53
T kuad	1	0,0225	0,0225	8361,6744	**	4,49 8,53
T Kub	1	0,0275	0,0275	10236,2884	**	4,49 8,53
K	3	0,0037	0,0012	457,3333	**	3,24 5,29
K Lin	1	0,0031	0,0031	1146,0558	**	4,49 8,53
K Kuad	1	-1,6139	-1,6139	600516,2791	tn	4,49 8,53
K Kub	1	1,6145	1,6145	600742,2233	**	4,49 8,53
TxK	9	0,0052	0,0006	216,2481	**	2,54 3,78
Galat	16	0,0000430	0,0000027			
Total	31	0,0626100				

Keterangan

FK = 1,48

KK = 0,763%

** = sangat nyata

* = Nyata

tn = tidak nyata

Lampiran 2. Tabel Data Rataan Bobot Jenis Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

	UI	UII	Total	Rataan
T1K1	0,85038	0,85030	1,701	0,850
T1K2	0,85238	0,85138	1,704	0,852
T1K3	0,85438	0,85438	1,709	0,854
T1K4	0,85638	0,85648	1,713	0,856
T2K1	0,84838	0,84835	1,697	0,848
T2K2	0,85238	0,85238	1,705	0,852
T2K3	0,85638	0,85635	1,713	0,856
T2K4	0,86038	0,86037	1,721	0,860
T3K1	0,87018	0,87019	1,740	0,870
T3K2	0,87438	0,87037	1,745	0,872
T3K3	0,87638	0,87636	1,753	0,876
T3K4	0,88038	0,88038	1,761	0,880
T4K1	0,89038	0,89035	1,781	0,890
T4K2	0,89838	0,89836	1,797	0,898
T4K3	0,90038	0,90030	1,801	0,900
T4K4	0,90438	0,90458	1,809	0,904
Total			27,847	
Rataan				0,870

Tabel Analisis Sidik Ragam Bobot Jenis Minyak Atsiri

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	0,0114	0,0008	1413,960	**	2,35	3,41
T	3	0,0108	0,0036	6736,531	**	3,24	5,29
T Lin	1	0,0097	0,0097	18131,994	**	4,49	8,53
T kuad	1	0,0010	0,0010	1880,780	**	4,49	8,53
T Kub	1	0,0001	0,0001	196,820	**	4,49	8,53
K	3	0,0005	0,0002	304,013	**	3,24	5,29
K Lin	1	0,0005	0,0005	910,291	**	4,49	8,53
K Kuad	1	5,4737	5,4737	10215348,168	tn	4,49	8,53
K Kub	1	5,4737	5,4737	10215349,916	**	4,49	8,53
T xK	9	0,0000	0,0000	9,752	**	2,54	3,78
Galat	16	0,0000	0,0000				
Total	31	0,0114					

Keterangan

FK = 24,23

KK = 0,084%

** = sangat nyata

tn = tidak nyata

Lampiran 3 . Tabel Data Rataan Indeks Bias Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

Perlakuan	UI	UII	Total	Rataan
T1K1	1,260	1,260	2,520	1,260
T1K2	1,259	1,258	2,517	1,259
T1K3	1,257	1,257	2,514	1,257
T1K4	1,255	1,256	2,511	1,256
T2K1	1,270	1,270	2,540	1,270
T2K2	1,268	1,267	2,535	1,268
T2K3	1,265	1,265	2,530	1,265
T2K4	1,263	1,263	2,526	1,263
T3K1	1,354	1,356	2,710	1,355
T3K2	1,351	1,353	2,704	1,352
T3K3	1,350	1,351	2,701	1,351
T3K4	1,348	1,350	2,698	1,349
T4K1	1,365	1,365	2,730	1,365
T4K2	1,363	1,364	2,727	1,364
T4K3	1,361	1,361	2,722	1,361
T4K4	1,359	1,360	2,719	1,360
Total			41,904	
Rataan				1,310

Tabel Analisis Sidik Ragam Indeks Bias Minyak Atsiri

SK	db	JK	KT	F hit.	F.05	F.01	
Perlakuan	15	0,073	0,005	8641,541	**	2,35	3,41
T	3	0,073	0,024	43116,593	**	3,24	5,29
T Lin	1	0,064	0,064	113067,778	**	4,49	8,53
T kuad	1	0,000	0,000	14,222	**	4,49	8,53
T Kub	1	0,009	0,009	16267,778	**	4,49	8,53
K	3	0,000	0,000	88,148	**	3,24	5,29
K Lin	1	0,000	0,000	263,511	**	4,49	8,53
K Kuad	1	7,035	7,035	12506326,891	tn	4,49	8,53
K Kub	1	7,035	7,035	12506327,824	**	4,49	8,53
T xK	9	0,000	0,000	0,988	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,000	0,000				
Total	31	0,073					

Keterangan

FK = 54,87

KK = 0,057%

** = sangat nyata

tn = tidak nyata

Lampiran 4 . Tabel Data Rataan Aroma Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*

	UI	UII		Rataan
T1K1	2,90	3,20	6,100	3,050
T1K2	2,90	3,20	6,100	3,050
T1K3	3,40	3,60	7,000	3,500
T1K4	3,50	3,40	6,900	3,450
T2K1	3,10	3,20	6,300	3,150
T2K2	3,20	3,40	6,600	3,300
T2K3	3,50	3,70	7,200	3,600
T2K4	3,50	3,40	6,900	3,450
T3K1	3,20	3,40	6,600	3,300
T3K2	3,40	3,50	6,900	3,450
T3K3	3,50	3,40	6,900	3,450
T3K4	3,50	3,70	7,200	3,600
T4K1	3,50	3,60	7,100	3,550
T4K2	3,60	3,70	7,300	3,650
T4K3	3,60	3,50	7,100	3,550
T4K4	3,60	3,30	6,900	3,450
Total			109,100	
Rataan				3,409

Tabel Analisis Sidik Ragam Aroma Minyak Atsiri

SK	db	JK	KT	F hit.		0,05	0,01
Perlakuan	15	1,0722	0,0715	4,1588	**	2,35	3,41
T	3	0,3534	0,1178	6,8545	**	3,24	5,29
T Lin	1	0,3516	0,3516	20,4545	**	4,49	8,53
T kuad	1	0,0003	0,0003	0,0182	tn	4,49	8,53
T Kub	1	0,0016	0,0016	0,0909	tn	4,49	8,53
K	3	0,3459	0,1153	6,7091	**	3,24	5,29
K Lin	1	0,2806	0,2806	16,3236	**	4,49	8,53
K Kuad	1	4,6747	4,6747	271,9818	tn	4,49	8,53
K Kub	1	4,7401	4,7401	275,7855	**	4,49	8,53
TxK	9	0,3728	0,0414	2,4101	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,2750	0,0172				
Total	31	1,3472					

Keterangan

FK = 371,96

KK = 3,845%

** = sangat nyata

tn = tidak nyata

Lampiran 5. Proses Isolat Enzim Selulase dari Bekicot



Gambar 20. Preparasi Bekicot
Achatina fulica



Gambar 21. Campur dan homogenkan
pada waringblender



Gambar 22. Penyaringan



Gambar 23. Pengisian tabung Sentrifus



Gambar 24. Ekstrak kasar enzim selulase bekicot

Lampiran 6. Proses Ekstraksi Minyak Atsiri Daun *Eucalyptus grandis*



Gambar25. Preparasi Sampel Daun *Eucalyptus gradis*



Gambar 26. Penimbangan sampel



Gambar 27. Pencampuran daun dan enzim



Gambar 28. Penambahan Aquades



Gambar 29. Penutupan Sampel



Gambar 30. Sampel di Masukan Dalam Inkubator

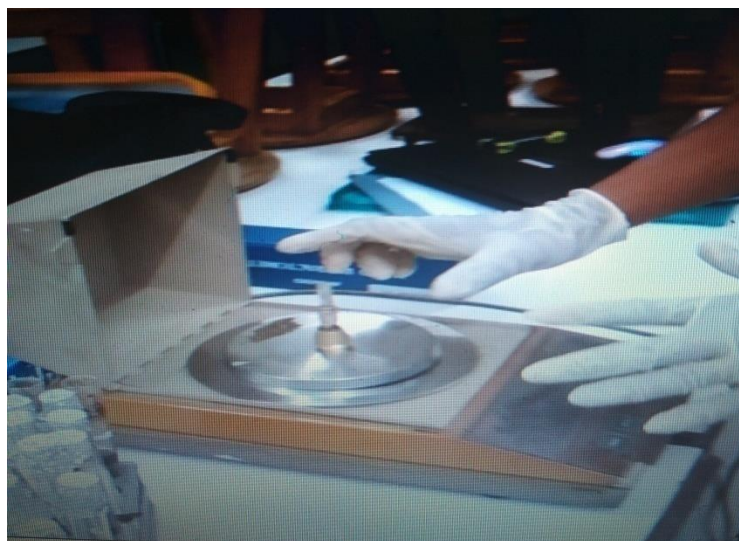


Gambar 31. Ekstrak

Lampiran 7. Pengujian Parameter Bobot Jenis



Gambar 32. Penimbangan Bobot Piknometer Kosong



Gambar 33. Penimbangan Pycnometer Berisi sampel

Lampiran 8. Pengujian Parameter Indeks Bias



Gambar 34. Tetesi Minyak Di Kaca Objek



Gambar 35. Penglihatan Sekala Pada Hend Refraktometer

Lampiran 9. Pengujian Parameter Aroma



Gambar 36. Pengamatan Panelis



Gambar 37. Pengisian Angket