

**ANALISIS KOMPONEN MINYAK ATSIRI DARI KULIT
BUAH JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) DAN JERUK PURUT
(*Citrus hystrix*) BERDASARKAN KETINGGIAN LOKASI
TUMBUH MENGGUNAKAN GC-MS**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

YODI ARI STIAWAN

NIM. 170704031

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1443 H**

Lembar Persetujuan

**ANALISIS KOMPONEN MINYAK ATSIRI DARI KULIT
BUAH JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) DAN JERUK PURUT
(*Citrus hystrix*) BERDASARKAN KETINGGIAN LOKASI
TUMBUH MENGGUNAKAN GC-MS**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu/Prodi Kimia

Oleh:

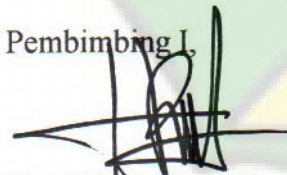
YODI ARI STIAWAN

NIM. 170704031

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**

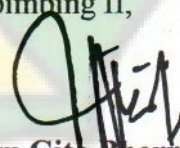
Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,



Reni Silvia Nasution, M.Si
NIP. 198902222014032005

Pembimbing II,



Bhayu Gita Bhernama, M.Si
NIP. 198901232014032003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kimia



Khairun Nisah, M.Si
NIP. 197902162014032001

Lembar Pengesahan

**ANALISIS KOMPONEN MINYAK ATSIRI DARI KULIT BUAH JERUK
NIPIS (*Citrus aurantifolia*) DAN JERUK PURUT (*Citrus hystrix*)
BERDASARKAN KETINGGIAN LOKASI TUMBUH MENGGUNAKAN
GC-MS**

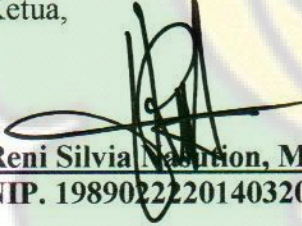
SKRIPSI

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu/Prodi Kimia

Pada Hari/Tanggal : Kamis, 21 Juli 2022
22 Dzulhijjah 1443 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi:

Ketua,


Reni Silvia Nasution, M.Si
NIP. 198902222014032005


Sekretaris,


Bhayu Gita Ehernama, M.Si
NIP. 198901232014032003

Penguji I,


Muammar Yulhan, M.Si
NIP. 198411302006041002

Penguji II,


Muslem, M.Sc
199006062020121011

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yodi Ari Stiawan
NIM : 170704031
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Analisis Komponen Minyak Atsiri dari Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) dan Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Berdasarkan Ketinggian Lokasi Tumbuh Menggunakan GC-MS

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 21 Juli 2022
Yang Menyatakan,

Yodi Ari Stiawan



ABSTRAK

Nama : Yodi Ari Stiawan
NIM : 170704031
Program Studi : Kimia
Judul : Analisis Komponen Minyak Atsiri dari Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) dan Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Berdasarkan Ketinggian Lokasi Tumbuh Menggunakan GC-MS.
Tanggal Sidang : 21 juli 2022
Tebal Skripsi : 72 Halaman
Pembimbing I : Reni Silvia Nasution, M.Si.
Pembimbing II : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Kata Kunci : Minyak atsiri, *C. aurantifolia*, *C. hystrix*, ketinggian lokasi tumbuh, destilasi uap-air, GC-MS.

Minyak atsiri adalah minyak yang komponennya secara umum mudah menguap dan diperoleh dari berbagai jenis tanaman serta menjadi komoditas permintaan terbesar di kalangan pemasaran. Salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yaitu jeruk nipis (*C. aurantifolia*) dan jeruk purut (*C. hystrix*) sehingga banyak dimanfaatkan oleh industri sebagai bahan baku pembuatan obat, kosmetik, dan parfum karena mengandung berbagai komponen di dalamnya. Namun di kalangan masyarakat hanya memanfaatkan bagian buahnya sebagai bumbu masakan dan bahan minuman, sedangkan bagian kulitnya dibuang begitu saja sehingga menjadi limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ketinggian lokasi tumbuh terhadap komponen minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* yang diukur dengan menggunakan GC-MS. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan cara *simple random sampling* yaitu diambil dari beberapa pohon secara acak pada rentang ketinggian 0-100, 400-500, dan 1.200-1.300 mdpl. Metode ekstraksi yang digunakan adalah destilasi uap-air dengan suhu 100°C selama 6 jam. Hasil identifikasi GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* mengandung 3 komponen utama yaitu *dl-Limonene*, *2-β-Pinene*, dan *γ-Terpinene* serta diperoleh komponen terbanyak pada rentang ketinggian 400-500 mdpl. Sedangkan *C. hystrix* mengandung 5 komponen utama berupa *2-β-Pinene*, *Sabinene*, *dl-Limonene*, *Citronella*, dan *β-Citronellol* serta komponen terbanyak diperoleh pada rentang ketinggian 0-100 mdpl. Analisis GC-MS menunjukkan bahwa komponen minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* dipengaruhi oleh ketinggian lokasi tumbuh yang meliputi suhu maupun kelembaban.

ABSTRACT

Name : Yodi Ari Stiawan
NIM : 170704031
Major : Kimia
Title : Analysis of essential oil components from the peel of lime (*Citrus aurantifolia*) and kaffir lime (*Citrus hystrix*) based on the height of the growing location using GC-MS.
Court Date : July 21, 2022
Thesis Thickness : 72 Pages
Advisor I : Reni Silvia Nasution, M.Si.
Advisor II : Bhayu Gita Bhernama, M.Si.
Keywords : Essential oil, *C. aurantifolia*, *C. hystrix*, height of growing location, steam-water distillation, GC-MS.

*Essential oils are oils whose components are generally volatile and are obtained from various types of plants and are the largest demand commodity in marketing circles. One of the essential oil-producing plants, namely lime (*C. aurantifolia*) and kaffir lime (*C. hystrix*) so that they are widely used by industry as raw materials for making medicines, cosmetics, and perfumes because they contain various components in them. However, the community only uses the fruit as a spice for cooking and drinks, while the skin is thrown away so that it becomes waste. This study aims to determine the effect of the height of the growing location on the essential oil components of the fruit peels of *C. aurantifolia* and *C. hystrix* as measured using GC-MS. The sampling method was carried out by simple random sampling, which was taken from several trees randomly at an altitude range of 0-100, 400-500, and 1,200-1,300 masl. The extraction method used is steam-water distillation at 100°C for 6 hours. The results of GC-MS identification showed that the essential oil from the skin of *C. aurantifolia* fruit contains 3 main components, namely dl-Limonene, 2-β-Pinene, and γ-Terpinene and the highest component is obtained at an altitude range of 400-500 masl. Meanwhile, *C. hystrix* contains 5 main components in the form of 2-β-Pinene, Sabinene, dl-Limonene, Citronella, and β-Citronellol and the highest component is obtained at an altitude range of 0-100 masl. GC-MS analysis showed that the volatile oil components of the fruit peels of *C. auratifolia* and *C. hystrix* were affected by the altitude of the growing location including temperature and humidity.*

KATA PENGANTAR

BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai petunjuk bagi seluruh manusia dan rahmat bagi segenap alam, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabatnya dan seluruh umatnya yang selalu istiqamah hingga akhir zaman.

Penulis dalam kesempatan ini mengambil judul skripsi “Analisis komponen minyak atsiri dari kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dan jeruk purut (*Citrus hystrix*) berdasarkan ketinggian lokasi tumbuh menggunakan GC-MS”. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan tahap akhir pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak terutama kedua orang tua serta keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan dan untaian do'a nya selama ini. Penulis juga berterima kasih kepada yang telah membantu penulis dalam membuat dan menyelesaikan skripsi, sehingga penulis mendapatkan banyak pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berarti. Oleh karena itu, penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Khairun Nisah, M.Si., selaku Ketua Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Reni Silvia Nasution, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Ibu Bhayu Gita Bhername, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Seluruh Ibu/Bapak Dosen di Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

6. Kepala Laboratorium Multifungsi Prodi Kimia Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Ibu Febrina Arfi, M.Si., yang telah memberikan izin untuk dapat melakukan penelitian di Laboratorium.
7. Kepada Pimpinan Atsiri Research Centre Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, Bapak Dr. Syaifullah Muhammad, S.T., M.Eng., dan seluruh karyawan beserta staf yang telah membantu berjalannya penelitian ini dengan lancar.
8. Kepala UPTD Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) Banda Aceh, Bapak Zulfikar, S.T., M.SP., dan seluruh karyawan beserta staf yang telah membantu berjalannya penelitian ini dengan lancar.
9. Semua teman-teman seperjuangan angkatan 2017 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama penulis membuat dan menyelesaikan skripsi.

Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini. Semoga amal baik mereka mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan yang berlipat ganda. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pihak penulis. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun untuk lebih menyempurnakan skripsi ini.

Banda Aceh, 21 Juli 2022
Penulis,

Yodi Ari Stiawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Minyak Atsiri	5
2.2. Tanaman Jeruk Nipis.....	6
2.2.1. Klasifikasi	7
2.2.2. Kandungan Kimia	8
2.3. Tanaman Jeruk Purut.....	8
2.3.1. Klasifikasi	9
2.3.2. Kandungan Kimia	10
2.4. Metode Ekstraksi Minyak Atsiri	10
2.4.1. <i>Steam-water Distillation</i> (Destilasi Uap).....	10
2.4.2. <i>Hydrodistillation</i> (Destilasi Air)	11
2.4.3. <i>Solvent Extraction</i>	12
2.4.4. <i>Sohxlet Extraction</i>	12
2.4.5. <i>Microwave-Assisted Extraction</i> (MAE).....	13
2.4.6. <i>Microwave-Assisted Hydrodistillation</i> (MAHD).....	14

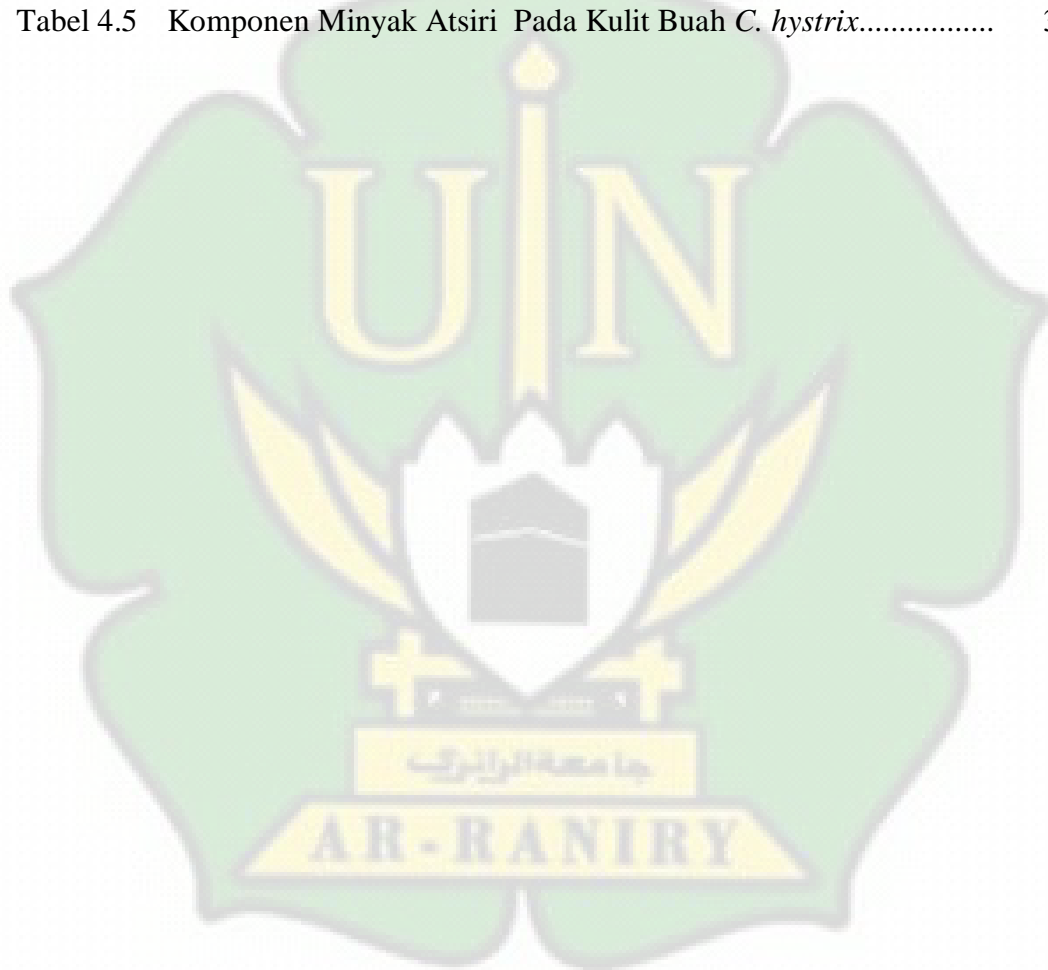
2.5. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS).....	15
2.5.1. Prinsip Kerja	16
2.5.2. Instrumen/Alat	17
2.5.2.1. Gas Chromatography (GC).....	17
2.5.2.2. Mass Spectrometer (MS) Sebagai Detektor.....	17
2.5.2.3. Keunggulan.....	18
2.5.2.4. Kelemahan	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Waktu dan Tempat	20
3.2. Alat dan Bahan.....	20
3.2.1. Alat.....	20
3.2.2. Bahan	20
3.3. Prosedur Kerja.....	20
3.3.1. Lokasi Pengambilan Sampel.....	20
3.3.2. Preparasi Sampel.....	22
3.3.3. Isolasi Minyak Atsiri.....	22
3.3.4. Analisis Komponen Minyak Atsiri dengan GC-MS	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Data Hasil Penelitian.....	24
4.2. Pembahasan.....	24
4.2.1. Preparasi Sampel.....	24
4.2.2. Ekstraksi Minyak Atsiri	28
4.2.2.1. Organoleptis	30
4.2.2.2. Rendemen.....	31
4.2.2.3 Berat Jenis	32
4.2.2.4. Indeks Bias	33
4.2.3. Analisis Komponen Minyak Atsiri	34
BAB V PENUTUP.....	40
5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Jeruk Nipis (<i>C. aurantifolia</i>)	7
Gambar 2.2	Buah Jeruk Nipis (<i>C. aurantifolia</i>).....	8
Gambar 2.3	Tanaman Jeruk Purut (<i>C. hystrix</i>).....	9
Gambar 2.4	Buah Jeruk Purut (<i>C. hystrix</i>).....	10
Gambar 2.5	Rangkaian <i>Steam-water Distillation</i>	11
Gambar 2.6	Rangkaian <i>Hydrodistillation</i>	12
Gambar 2.7	Rangkaian <i>Solvent Extraction</i>	12
Gambar 2.8	Rangkaian <i>Sohxlet Extraction</i>	13
Gambar 2.9	Rangkaian <i>Microwave-Assisted Extraction</i> (MAE).....	14
Gambar 2.10	Rangkaian <i>Microwave Assisted Hydrodistillation</i> (MAHD) ...	15
Gambar 3.1	Peta Lokasi Dataran Rendah (0-100 mdpl)	21
Gambar 3.2	Peta Lokasi Dataran Menengah (400-500 mdpl)	21
Gambar 3.3	Peta Lokasi Dataran Tinggi (1.200-1.300 mdpl)	21
Gambar 4.1	Gambar Preparasi Sampel	25
Gambar 4.2	Gambar Kulit Buah <i>C. aurantifolia</i> dan <i>C. hystrix</i>	27
Gambar 4.3	Hasil Pengamatan Organoleptis	31

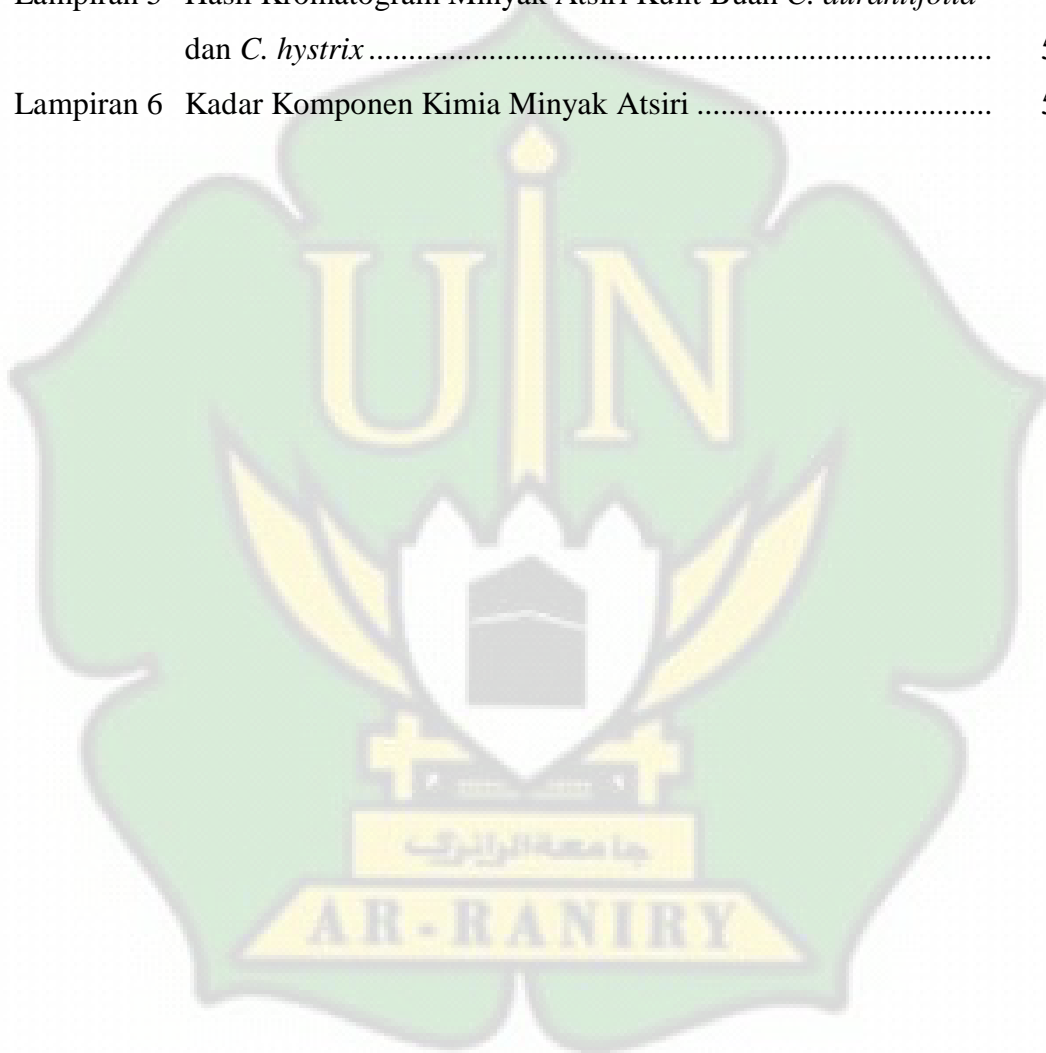
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Hasil Pengamatan Organoleptis Minyak Atsiri Kulit Buah <i>C. aurantifolia</i> dan <i>C. hystrix</i>	24
Tabel 4.2	Data Hasil Pengukuran Parameter Minyak Atsiri Kulit Buah <i>C. aurantifolia</i> dan <i>C. hystrix</i>	24
Tabel 4.3	Hasil Pengeringan Kulit Segar	27
Tabel 4.4	Komponen Minyak Atsiri Pada Kulit Buah <i>C. aurantifolia</i>	35
Tabel 4.5	Komponen Minyak Atsiri Pada Kulit Buah <i>C. hystrix</i>	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Ekstraksi Minyak Atsiri	47
Lampiran 2	Perhitungan Rendemen	48
Lampiran 3	Perhitungan Berat Jenis	50
Lampiran 4	Indeks Bias Minyak Atsiri	51
Lampiran 5	Hasil Kromatogram Minyak Atsiri Kulit Buah <i>C. aurantifolia</i> dan <i>C. hystrix</i>	52
Lampiran 6	Kadar Komponen Kimia Minyak Atsiri	57



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak atsiri merupakan senyawa mudah menguap yang tidak larut dalam air dan diperoleh dari berbagai jenis tanaman serta menjadi komoditas permintaan terbesar dikalangan pemasaran (Kurniawan *et al*, 2008). Terdapat 150 jenis minyak atsiri yang selama ini diperdagangkan di pasar internasional, dan 40 jenis diantaranya dapat diproduksi di Indonesia (Zulnely *et al*, 2015). Minyak atsiri memiliki ciri utama yang beraroma khas sesuai dengan jenis tanamannya serta mudah menguap. Minyak atsiri banyak dimanfaatkan dalam bidang kosmetika, parfum, industri makanan dan minuman, bahkan sampai industri obat-obatan (Suardhika *et al*, 2018). Bagian tanaman yang dapat menghasilkan minyak atsiri yaitu buah, kulit, daun, batang, bunga, biji dan akar (Noverita *et al*, 2014). Salah satu tanaman yang dapat menghasilkan minyak atsiri adalah famili Rutaceae golongan *Citrus* (Mayasari *et al*, 2013).

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dan jeruk purut (*Citrus hystrix*) umumnya termasuk tanaman penghasil minyak atsiri di Indonesia. Kedua jenis tanaman ini berasal dari famili Rutaceae yang tumbuh di daerah sub tropis maupun tropis. Di Indonesia, *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* banyak dimanfaatkan oleh industri sebagai bahan baku pembuatan obat, kosmetik serta aroma pada parfum karena mengandung berbagai macam komponen kimia di dalamnya. Namun dikalangan masyarakat hanya memanfaatkan bagian buahnya sebagai bumbu masakan dan bahan minuman, sedangkan bagian kulitnya dibuang begitu saja sehingga menjadi limbah (Ramdhan *et al*, 2020 ; Noverita *et al*, 2014). Kedua limbah kulit buah jeruk ini dapat diolah untuk menghasilkan minyak atsiri yang bernilai ekonomis tinggi. Pengolahan kulit buah jeruk untuk menghasilkan minyak atsiri dapat dilakukan dengan teknik isolasi berupa ekstraksi dengan pelarut organik maupun destilasi. Umumnya metode destilasi uap-air lebih banyak digunakan karena memiliki kelebihan seperti biaya yang lebih murah, prosesnya lebih cepat serta uap air menurunkan titik didih senyawa-senyawa dalam minyak atsiri sehingga mencegah terjadinya dekomposisi senyawa penyusun minyak atsiri (Astuti *et al*, 2014).

Beberapa penelitian terhadap komponen senyawa minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* telah dilaporkan seperti penelitian yang dilakukan oleh Wibaldus *et al* (2016) terhadap komponen minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* menggunakan GC-MS menghasilkan 5 senyawa mayor berupa limonen, β -citral, β -pinen, citral, dan β -phellandren. Hairunisa *et al* (2019) memperoleh komponen utama yang berupa d-limonen dan β -pinen. Sementara itu, penelitian terhadap komponen minyak atsiri dari kulit buah *C. hystrix* yang dilakukan oleh Noverita *et al* (2014) menghasilkan senyawa utama diantaranya *citronella*, *cyclohexene*, β -*citronella*, β -*phellandrene*, dan *citronellyl acetate*. Warsito (2017) menyatakan komponen utama minyak atsiri dari kulit buah *C. hystrix* meliputi sabinen, β -pinen, limonen, sitronelal, dan terpinen-4-ol. Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh Iryani dan Deka (2018) diperoleh 27 macam jenis dan 4 komponen dengan puncak tertinggi yaitu *limonene*, *sabinene*, β -*citronellol*, dan *citronellal*. Berdasarkan beberapa penelitian ini, menunjukkan bahwa kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* memiliki berbagai komponen senyawa minyak atsiri dengan kandungan utama yang sama namun persentase yang berbeda.

Komponen kimia minyak atsiri diduga dapat dipengaruhi oleh ketinggian lokasi tanam yang berupa tinggi tempat di atas permukaan laut (dpl) baik dataran rendah maupun dataran tinggi. Semakin tinggi suatu tempat maka semakin rendah suhu udara rata-ratanya, begitu pula sebaliknya semakin rendah suatu tempat maka suhu udara yang ada di lokasi tersebut akan semakin tinggi (Dacosta *et al*, 2017). Khalid (2006) dan Ahmadian *et al* (2011) menyatakan bahwa tanaman yang ditanam pada lahan kekurangan air akan menghasilkan minyak atsiri lebih banyak daripada yang ditanam pada lahan kecukupan air dan terdapat perbedaan komposisi minyak atsirinya. Hal ini ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Astuti *et al* (2014) bahwa rimpang kunyit mangga (*curcuma mangga*) yang berasal dari daerah dataran rendah memiliki jenis senyawa minyak atsiri yang lebih banyak daripada dataran tinggi dan dimungkinkan karena curah hujan di dataran rendah lebih kecil daripada dataran tinggi. Hasil analisis GC-MS yang diperoleh oleh Dacosta *et al* (2017) menunjukkan komponen senyawa minyak atsiri sereh wangi dari daerah dataran rendah memiliki luas *peak area* yang lebih

besar dibandingkan dataran tinggi. Hasil GC-MS ini menunjukkan bahwa luas *peak* area berhubungan dengan senyawa, dimana semakin luas *peak* area, maka semakin banyak hasil senyawanya. Chandra dan Proborini (2018) menyatakan bahwa metode GC-MS ini dapat digunakan untuk menganalisis komponen senyawa minyak atsiri pada kulit jeruk. Beberapa kelebihan metode GC-MS diantaranya adalah dapat dipakai dalam waktu lama, sensitifitas yang tinggi, pemisahan yang baik dan waktu identifikasinya cepat.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai komponen minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* berdasarkan ketinggian lokasi tumbuh baik dataran tinggi, dataran sedang, maupun dataran rendah belum pernah dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini penting untuk dilakukan agar dapat menjadi informasi dalam memilih ketinggian lokasi tumbuh yang memiliki komponen minyak atsiri lebih banyak dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix*

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh ketinggian lokasi tumbuh terhadap komponen minyak atsiri pada kulit buah *C. aurantifolia* yang diukur dengan menggunakan GC-MS?
2. Bagaimana pengaruh ketinggian lokasi tumbuh terhadap komponen minyak atsiri pada kulit buah *C. hystrix* yang diukur dengan menggunakan GC-MS?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh ketinggian lokasi tumbuh terhadap komponen minyak atsiri pada kulit buah *C. aurantifolia* yang diukur dengan menggunakan GC-MS.
2. Untuk mengetahui pengaruh ketinggian lokasi tumbuh terhadap komponen minyak atsiri pada kulit buah *C. hystrix* yang diukur dengan menggunakan GC-MS.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai komponen minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix*.
2. Memberikan informasi kepada instansi terkait dalam memilih ketinggian lokasi tumbuh yang menghasilkan komponen minyak atsiri lebih banyak dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix*.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Sampel kulit buah jeruk diambil dari variasi ketinggian yang berbeda. Daerah ini terletak pada rentang ketinggian 0-100 mdpl di Kecamatan Simpang Tiga Kabupaten Pidie, 400-500 mdpl di Kecamatan Tangse Kabupaten Pidie, dan 1.200-1.300 mdpl di Kecamatan Bebesen Kabupaten Aceh Tengah.
2. Metode ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini adalah destilasi uap-air.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minyak Atsiri

Minyak atsiri merupakan minyak yang dikenal dengan minyak terbang, minyak eteris (*essential oil* atau *volatile oil*) atau minyak mudah menguap. Minyak atsiri dapat dihasilkan dari berbagai macam bagian tanaman, seperti akar, batang, ranting, daun, bunga, buah, kulit maupun biji. Senyawa-senyawa volatil minyak atsiri yang terdapat pada bagian tanaman dapat diperoleh dengan cara destilasi, pengepresan ataupun ekstraksi (Nurhaen *et al*, 2016). Minyak atsiri mengandung berbagai macam senyawa aromatik seperti *citral*, *citronellal*, *geraniol*, *limonene* dan lain-lain. Minyak atsiri sering dimanfaatkan dalam industri kosmetik, parfum, obat-obatan dan makanan (Hasibuan, 2021). Campuran kompleks yang terdapat dalam minyak atsiri terdiri dari senyawa-senyawa aromatik dan mudah menguap yang diperoleh dari metabolisme sekunder pada tanaman (Cunha *et al*, 2020).

Minyak atsiri yang mengalami perubahan sifat kimia ditandai dengan adanya suatu kerusakan minyak atsiri dan dapat terjadi pada beberapa jenis minyak atsiri. Kerusakan yang terjadi pada minyak atsiri selama penyimpanan mengakibatkan perubahan di antaranya adalah terjadinya oksidasi, polimerisasi, serta hidrolisis. Hal tersebut membuat minyak atsiri mengalami perubahan warna dan menjadi lebih kental. Proses-proses tersebut diaktifkan oleh panas, sinar matahari, oksigen udara, lembab serta molekul logam berat. Minyak atsiri harus diberi perlakuan khusus agar proses tersebut tidak terjadi atau setidaknya dapat diperlambat. Oleh karena itu sebaiknya minyak atsiri disimpan dalam wadah yang benar-benar kering dan harus bebas dari logam-logam berat serta bebas dari cahaya yang masuk. Minyak atsiri mempunyai bagian kimia yang berbeda, akan tetapi dari segi fisiknya banyak yang sama (Hasibuan, 2021).

Sifat-sifat fisika minyak atsiri secara umum antara lain sebagai berikut:

1. Warna: minyak atsiri yang baru dipisahkan biasanya tidak berwarna. Hal ini disebabkan oleh penguapan ataupun oksidasi, warnanya dapat bermacam-macam seperti hijau, coklat, kuning, biru dan merah.

2. Rasa: minyak atsiri memiliki berbagai macam rasa, di antaranya manis, pedas, asam, pahit bahkan ada yang memiliki rasa yang membakar.
3. Bau: memiliki bau yang merangsang dan khas untuk setiap jenis minyak atsiri.
4. Berat jenis: berkisar antara 0,698-1,188 (g/cm³) pada 15°C. Kisaran nilai koreksinya antara 0,00042-0,00084 untuk setiap perubahan 1°C
5. Kelarutan: minyak atsiri tidak dapat larut dalam air, namun dapat larut dalam alkohol, eter, kloroform, asam asetat pekat maupun pelarut organik lainnya. Minyak atsiri kurang larut dalam alkohol encer yang kadarnya kurang dari 70%.
6. Sifat: pelarut yang baik untuk lemak, minyak, resin, kamfer, sulfur dan fosfor.
7. Indeks bias: berkisar antara 1,3-1,7 pada suhu 20°C. Memiliki nilai koreksi yang berkisar antara 0,00039-0,00049 untuk tiap perubahan 1°C.
8. Putaran optik: berkisar antara -100°-+100° pada suhu 20°C. Memiliki nilai koreksi yang hanya dibuat untuk minyak sitrun yaitu 8,2-13,2 untuk tiap perubahan 1°C (Hasugian, 2019).

2.2. Tanaman Jeruk Nipis (*C. aurantifolia*)

Jeruk nipis (*C. aurantifolia*) dikenal dengan sinonim *Limonia aurantifolia*, *Citrus javanica*, *Citrus notissima*. Nama lokal jeruk nipis dikenal dengan nama jeruk pecel (Jawa), jeruk durga (Madura), limau asam atau limau nipis (Malaysia), *somma nao atau manao* (Thailand). Sedangkan di Eropa dan Amerika, *C. aurantifolia* dikenal dengan sebutan *lime*, *sour lime*, *common lime*. Secara geografis, asal usul *C. aurantifolia* diduga berasal dari India Utara yang berbatasan dengan Myanmar atau Malaysia bagian utara. Tetapi, menurut Swingle, jeruk nipis berasal dari kepulauan di Asia Tenggara.

Tanaman *C. aurantifolia* dapat tumbuh di dataran rendah sampai pada ketinggian 1.000 mdpl atau lebih. Pohonnya sangat sensitif terhadap dingin, namun cukup tahan terhadap kekeringan. Penyebaran jeruk nipis di Indonesia sangat luas, hal ini dikarenakan pohonnya dapat tumbuh hampir di semua tipe tanah baik tanah yang miskin hara maupun tanah liat. Tanaman ini dapat berbuah

secara terus menerus disepanjang tahun dengan produksi sekitar 400 butir buah/pohon (Sarwono, 2001).

C. aurantifolia termasuk jenis tanaman perdu yang mempunyai banyak dahan dan ranting. Tingginya sekitar 0,5-3,15 m. Batang pohonnya berkayu ulet, keras dan berduri, sedangkan permukaan kulit luarnya berwarna tua dan kusam. Jeruk nipis memiliki daun yang berbentuk elips dengan pangkal membulat. Bunganya yang tunggal tumbuh di ketiak daun atau di ujung batang dengan diameter 1,5-2,5 cm. memiliki buah yang berwarna hijau kekuning-kuningan dan berbentuk bulat sebesar bola pingpong dengan diameter 3,5-5 cm. Buah yang sudah tua rasanya asam (Thoha, 2019). Tanaman *C. aurantifolia* dapat dilihat pada **Gambar 2.1.** dibawah ini.



Gambar 2.1. Tanaman *C. aurantifolia* (Dokumen Pribadi).

2.2.1. Klasifikasi

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub Kingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub Kelas	: <i>Rosidae</i>
Ordo	: <i>Sapindales</i>
Famili	: <i>Rutaceae</i>
Genus	: <i>Citrus</i>

Spesies : *Citrus aurantifolia*
(Narang & Jiraungkoorskul, 2016)



Gambar 2.2. Buah jeruk nipis (*C. aurantifolia*) (Dokumen Pribadi).

2.2.2. Kandungan Kimia

Jeruk nipis (*C. aurantifolia*) merupakan salah satu jenis jeruk banyak mengandung unsur senyawa kimia yang bermanfaat, seperti: asam sitrat, asam amino (triptofan lisin), minyak atsiri (limonen, sitral, felandren, kamfer, lemon, kadinen, gerani-lasetat, linali-lasetat, aktilaldehid, nonilaldehid), damar, glikosida, asam sitrun, lemak, kalsium, fosfor, besi, belerang, vitamin B1 dan C. Selain itu, jeruk nipis juga mengandung senyawa kimia yang berupa saponin dan flavonoid yaitu hesperidin (hesperetin 7-rutinosida), tangeretin, naringin, eriocitrin, eriocitroid (Thoha, 2019).

Menurut Triana (2013) kandungan kimia yang terdapat pada ekstrak kulit *C. aurantifolia* diantaranya karbohidrat, asam amino, flavonoid, seperti rutin, hesperidin, myrecetin, senyawa kumarin seperti psoralane, bergapten, isopimpinellin dan imperatorin. Prastiwi dan Ferdiansyah (2017) juga menyatakan bahwa *C. aurantifolia* mempunyai berbagai macam kandungan kimia di dalamnya seperti flavonoid, saponin, minyak atsiri dan memiliki komponen utama yang berupa limonen, siral, felandren, serta glikosida hedperidin.

2.3. Tanaman Jeruk Purut (*C. hystrix*)

Jeruk purut (*C. hystrix*) merupakan tanaman yang hidup di daerah tropis yang tersebar luas di Asia bagian selatan. Daun dan buahnya sering dimanfaatkan oleh masyarakat untuk bahan tambahan pada makanan. Tanaman *C. hystrix*

memiliki buah yang berkerut, berbentuk pir dan berwarna hijau tua dan akan menjadi kuning apabila sudah matang. Daun pada tanaman *C. hystrix* berwarna hijau tua, mengkilap, permukaan bawah hijau muda atau kekuningan, buram dan jika diremas baunya harum. Daun *C. hystrix* biasanya tumbuh berpasangan seperti angka delapan. Sebagian tangkai pada daun melebar menyerupai anak daun. Anak daun berbentuk bulat dan lonjong, pangkal membulat atau tumpul sampai meruncing. Panjangnya berkisar 8-15 cm dan lebarnya 2-6 cm (Thoha, 2019). Tanaman *C. hystrix* dapat dilihat pada **Gambar 2.3.** dibawah ini.



Gambar 2.3. Tanaman *C. hystrix* (Dokumen Pribadi).

2.3.1. Klasifikasi

- Kingdom : *Plantae*
Sub Kingdom : *Tracheobionta*
Divisi : *Spermatophyta*
Sub Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Sub Kelas : *Rosidae*
Ordo : *Sapindales*
Famili : *Rutaceae*
Genus : *Citrus*
Species : *Cytrus Hystrix Aug D.C*
(Hakim *et al*, 2019 ; Thoha, 2019).



Gambar 2.4. Buah jeruk purut (*C. hystrix*) (Dokumen Pribadi).

2.3.2. Kandungan Kimia

Jeruk purut (*C. hystrix*) memiliki beragam macam kandungan senyawa kimia yang berperan positif bagi kesehatan seperti vitamin C, karotenoid, lemonoid, mineral, flavonoid dan minyak atsiri. Turunan flavonoid utama pada jeruk purut adalah naringenin, hesperidin dan narirutin (Wibisono, 2013).

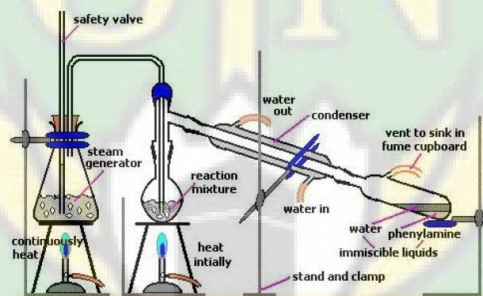
Kulit buah *C. hystrix* mengandung minyak atsiri yang berupa sitronellal. Berdasarkan uji fitokimia yang telah dilakukan pada kulit buah *C. hystrix*, terdapat banyak senyawa golongan kumarin, flavonoid dan steroid. Flavonoid yang terdapat pada jeruk purut diantaranya adalah narirutin, naringenin, hesperidin, neohesperidin, nobiletin dan tangeretin (Thoha, 2019). Selain itu, (Nabilla 2019 & Indrayudha, 2019 ; Handayani *et al*, 2021) menyebutkan bahwa pada kulit buah *C. hystrix* mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin serta minyak atsiri dengan komponen utama berupa β -pinene, sitronelal, limonene, dan terpinen-4-ol.

2.4. Metode Ekstraksi Minyak Atsiri

2.4.1. Steam-water Distillation (Destilasi Uap-air)

Pada umumnya, tanaman yang akan diekstraksi menggunakan metode destilasi memiliki bau yang khas. Metode destilasi ini akan menempatkan tanaman pada wadah yang tidak terkena langsung dengan air, akan tetapi uap yang diinjeksikan dari dasar labu destilasi menuju bahan yang ada di atasnya. Peralatan yang digunakan pada metode destilasi ini yaitu labu generator uap, labu destilasi, kondensor dan wadah tempat pengumpulan larutan. Pada proses ini, sampel tidak dikenakan langsung dengan sumber panas agar tidak mengalami kerusakan pada

minyak atsiri tersendiri. Uap yang dihasilkan dari labu generator uap akan melewati sampel yang mengandung minyak atsiri. Lalu, minyak atsiri akan ditarik keluar setelah dikondensasi melalui kontak dengan cairan dingin. Kondensasi akan menyebabkan molekul minyak bergabung yang diakibatkan dari perbedaan densitas antara air maupun minyak, kemudian terbentuklah dua fasa yaitu fasa organik dan fasa encer (*aqueous*) (Mejri *et al*, 2018). Teknik ini memiliki prinsip dengan memanfaatkan tekanan uap dari air pada tekanan atmosfer melalui titik didih berkisar 100°C sehingga membuat komponen minyak yang bersifat volatil dapat ikut teruapkan. Destilasi uap-air dapat dilakukan secara langsung maupun secara terpisah. Destilasi yang dilakukan secara langsung dimana sampel diletakkan di atas sekat yang dibawahnya sudah terdapat air. Sedangkan Untuk destilasi secara terpisah sampel dan air diletakkan di dua tempat berbeda (Alfianur, 2017).

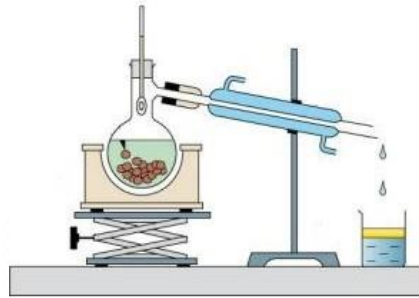


Gambar 2.5. Rangkaian *Steam-water Distillation* (Kamar, 2019).

2.4.2. *Hydrodistillation* (Destilasi Air)

Hydrodistillation (HD) adalah salah satu metode ekstraksi yang digunakan sebagai alternatif *steam distillation*. Umumnya metode ekstraksi jenis ini adalah metode ekstraksi yang paling banyak digunakan. Pada proses ini bahan yang akan diekstraksi terendam dalam air, lalu terjadi proses pemanasan hingga uap air keluar bersamaan dengan minyak. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, metode *Hydrodistillation* ini dapat mengesktraksi minyak dari berbagai macam tanaman serta bagian-bagian tanaman yang berbeda. Hasil yang didapatkan juga bervariasi berdasarkan parameter prosesnya (jumlah pelarut, ukuran bahan dan sifat bahan). Untuk memperoleh minyak, pelarut serta

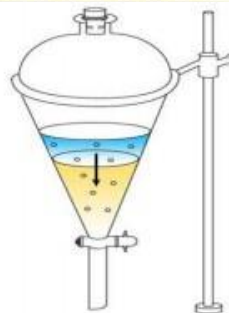
campuran minyak yang telah diuapkan lalu dikondensasikan melalui bantuan kondensor (Meidinah, 2021).



Gambar 2.6. Rangkaian *Hydrodistillation* (Rassem *et al*, 2016).

2.4.3. *Solvent Extraction*

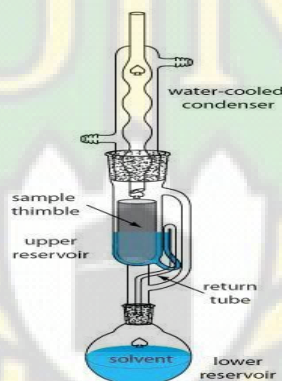
Solvent extraction atau yang lebih dikenal dengan ekstraksi cair-cair adalah metode pemisahan senyawa berdasarkan kelarutannya terhadap pelarut dan sifat dua bahan yang tidak saling melarut (Rassem *et al*, 2016). Metode ekstraksi jenis ini menggunakan bantuan pelarut yang pada umumnya berupa senyawa hidrokarbon guna mengambil minyak dari bahan. Selanjutnya larutan hasil dari proses ekstraksi akan dimurnikan menggunakan metode destilasi untuk mendapatkan minyak. Teknik ini banyak digunakan dalam proses pembuatan parfum, minyak sayuran maupun biodiesel serta dapat diterapkan pada tanaman yang bersifat mudah rusak untuk memperoleh jumlah minyak atsiri yang banyak dengan biaya yang relatif rendah. Meskipun metode jenis ini termasuk metode yang mudah akan tetapi terdapat kekurangan yang berupa tingginya penggunaan pelarut serta membutuhkan waktu ekstraksi yang lama (Meidinah, 2021).



Gambar 2.7. Rangkaian *Solvent Extraction* (Rassem *et al*, 2016).

2.4.4. *Sohxlet Extraction*

Sohxlet ekstraktor pada dasarnya digunakan untuk mengekstraksi lipid dari bahan padat. Umumnya metode *sohxlet* ini digunakan pada saat komponen yang akan diekstraksi mempunyai kelarutan yang sedikit di dalam pelarut dan zat pengotor tidak larut pada pelarut. Metode ekstraksi *sohxlet* ini melibatkan kontak antara padatan dan cairan untuk mengambil zat dari padatan. Bahan padatan yang berada pada rangkaian *sohxlet* ditempatkan pada rongga yang secara bertahap mengalami pengontakan terhadap fase cair melalui uap yang terkondensasi. Kelemahan dari metode ini yaitu membutuhkan waktu yang sangat lama pada saat pengekstraksinya serta menggunakan pelarut yang banyak. Kelemahan lain dari metode ini adalah kemungkinan besar mengalami degradasi termal akibat terjadinya pemanasan (Rassem *et al*, 2016).



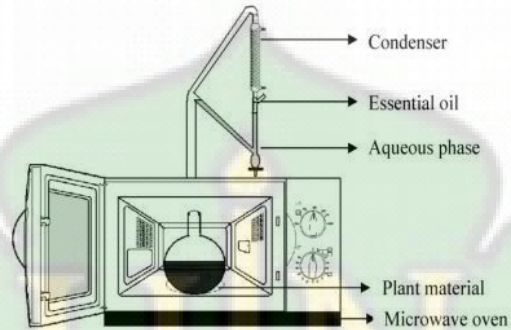
Gambar 2.8. Rangkaian *Sohxlet Extraction* (Rassem *et al*, 2016).

2.4.5. *Microwave-Assisted Extraction (MAE)*

Pada penyulingan dengan menggunakan *microwave*, bahan yang akan diekstrak diletakkan dalam labu yang dibuat dari gelas dengan tujuan agar dapat ditembus oleh radiasi *microwave*. kemudian pelarut akan menyerap radiasi tersebut hingga mencapai kelenjar glandular bahan tanaman yang ada di dalam dinding sel. Peristiwa tersebut menyebabkan panas sehingga dinding sel akan pecah dan minyak atsiri yang berada di dalamnya dapat keluar dengan bebas (Meidinah, 2021).

Transfer energi merupakan karakteristik utama pemanasan gelombang mikro. Dalam metode konvensional perpindahan panas ditransfer ke material

melalui fenomena konveksi, konduksi dan radiasi melalui permukaan eksternal dengan adanya gradien termal. Sedangkan pada metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) energi gelombang mikro ditransfer langsung menuju bahan interaksi molekuler dengan medan elektromagnetik melalui konversi menjadi energi termal (Movaliya, 2017).

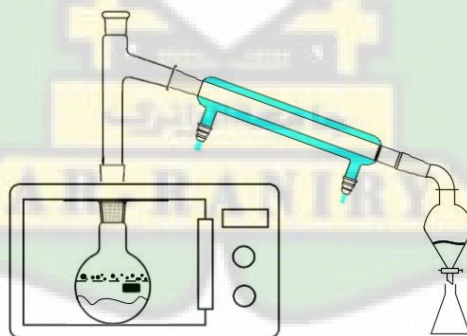


Gambar 2.9. Rangkaian *Microwave-Assisted Extraction* (Tripathi & Anjum, 2017).

2.4.6. *Microwave-Assisted Hydrodistillation* (MAHD)

Microwave-Assisted Hydrodistillation (MAHD) merupakan suatu metode yang banyak digunakan karena menggunakan energi listrik yang sedikit, ramah lingkungan, aman dan cepat digunakan serta hemat biaya pemakaian dibandingkan dari proses ekstraksi yang menggunakan metode lainnya seperti *Hydrodistillation*. Metode MAHD ini memiliki prinsip dengan memanfaatkan gelombang mikro yang dihasilkan oleh microwave oven untuk mengekstraksi minyak atsiri. Molekul-molekul yang terdapat pada bahan umumnya bersifat dipol, apabila sebuah molekul mengenai radiasi gelombang mikro maka dipol akan mencoba mensejajarkan dengan bentuk gelombang mikro. Dipol akan terus menerus mengikuti gelombang mikro apabila gelombang tersebut terus dipancarkan dengan cepat. Gesekan serta timbulan panas disebabkan karena pergantian molekul. Dinding sel pada tanaman yang akan diekstraksi akan rusak karena adanya pengaruh paparan dari radiasi gelombang mikro sehingga minyak atsiri dapat keluar. Dalam teknik ekstraksi ini, Minyak atsiri akan cepat keluar dari bahan dengan bantuan gelombang mikro dan terbawa uap air yang kemudian mengembun, sehingga minyak atsiri yang tidak larut dalam air akan terpisah.

Metode MAHD ini digunakan dengan memanfaatkan gelombang mikro dari *microwave oven* dalam tekanan atmosfer. Hal yang perlu diperhatikan dalam mengekstraksi dengan metode MAHD ini adalah kesempurnaan dalam operasionalnya seperti harus tertutup rapat agar tidak terjadi kebocoran sinar radiasi yang dapat menyebabkan ekstraksi tidak dapat bekerja secara maksimal. Microwave merupakan alat utama yang digunakan pada instalasi *microwave distillation*. Microwave sendiri berfungsi sebagai sumber energi yang langsung diperoleh dari proses pemasakan. Gelombang mikro yang menghasilkan panas hanya dapat diabsorp oleh material dielektrik. Gelombang mikro hanya dapat memanaskan bahan dan pelarut yang memiliki dipol permanen saja. Pada saat terjadinya penyerapan gelombang mikro secara bersamaan reorientasi dipol permanen oleh medan listrik, jumlah energi yang diserap akan sebanding dengan konstanta dielektrik pelarut. Konstanta elektrik sendiri kemampuan suatu sampel untuk menyerap energi gelombang mikro. Pelarut dengan klasifikasi material dielektrik yang baik akan mempunyai interaksi yang baik dengan gelombang mikro. Pelarut yang berupa air ditetapkan dengan nilai konstanta dielektrik yang tinggi yaitu sebesar 76,7. Selain itu proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut air dapat membantu proses pemanasan bahan serta dapat menjaga bahan agar tetap dalam kondisi basah sehingga bahan tidak mudah terbakar (Meidinah, 2021).



Gambar 2.10. Rangkaian *Microwave Assisted Hydrodistillation* (Meidinah, 2021).

2.5. *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS)

Teknik kromatografi gas (GC) pada awalnya diperkenalkan oleh James dan Martin pada tahun 1952. GC adalah suatu teknik kromatografi yang

digunakan untuk identifikasi senyawa yang mudah menguap. Menguap yang dimaksudkan adalah menguap pada kondisi vakum tinggi dan tekanan rendah serta dapat dipanaskan. Dasar pemisahan menggunakan GC adalah penyebaran cuplikan pada fase diam sedangkan gas sebagai fase gerak melulusi fase diam.

Mass-Spectrometer (MS) atau yang biasa disebut dengan spektrometer massa digunakan untuk identifikasi senyawa sebagai penentu bobot molekul dan penentuan rumus molekul. MS memiliki prinsip sebagai pengionan senyawa-senyawa kimia untuk menghasilkan molekul yang bermuatan maupun fragmen molekul serta mengukur rasio massa/muatan (Darmapatni *et al*, 2016).

Kromatografi gas-spektrometer massa (GC-MS) merupakan suatu metode yang menggabungkan kromatografi gas dan spektrometri massa untuk mendeteksi senyawa yang berbeda dalam analisis sampel. Penggabungan antara kromatografi gas dan spektrometri massa dapat meningkatkan kemampuan dalam menganalisis sampel berdasarkan kelebihan dari masing-masing teknik dan meminimalisir kekurangannya (Murti, 2018).

2.5.1. Prinsip Kerja

GC-MS terdiri dari dua blok utama yaitu kromatografi gas dan spektrometer massa. Kromatografi gas menggunakan kolom kapiler yang bergantung pada dimensi kolom itu sendiri yang berupa (panjang, diameter dan ketebalan) serta sifat fase. Sifat kimia antar molekul-molekul yang berbeda dipisahkan dari molekul dengan melewati sampel sepanjang kolom. Molekul-molekul tersebut membutuhkan waktu yang berbeda (waktu retensi) agar bisa keluar dari kromatografi gas dan memungkinkan spektrometer massa untuk menangkap serta mendeteksi yang terionisasi secara terpisah (Murti, 2018).

Menurut Faida (2019) prinsip kerja dari GC-MS yaitu dengan menginjeksikan sampel yang berupa cairan kedalam injektor lalu diuapkan. Sampel yang berupa uap dibawa oleh gas pembawa menuju kolom untuk proses pemisahan. Apabila sudah terpisah, masing-masing komponen akan masuk melalui ruang pengion dan dipecahkan oleh elektron, sehingga terjadi ionisasi. Fragmen-fragmen ion yang dihasilkan akan ditangkap oleh detektor dan diperoleh spektrum massa.

2.5.2. Instrumen/Alat

4.2.2.1. Gas Chromatography (GC)

1) Tempat injeksi

Digunakan untuk menginjeksi sampel. Volume yang diinjeksikan bervariasi yang dimulai dari 0,01–20 μL . Hal yang harus diperhatikan pada *Injection port* adalah program temperatur. Temperatur pada *injection port* harus di atas suhu titik didih komponen yang terkandung dalam cuplikan, biasanya diatur sampai 50°C di atas titik didih komponen (Faida, 2019).

2) Oven

Oven berfungsi untuk memanaskan atau mengatur temperatur kolom sehingga mempermudah proses pemisahan komponen sampel. Oven memiliki suhu sekitar 30-320°C.

3) Kolom

Kolom adalah jantung dari kromatografi gas. Kolom mempunyai bentuk yang berbeda-beda, diantaranya lurus, bengkok, misal berbentuk V atau W dan kumparan/spiral. Kolom selalu merupakan bentuk tabung yang berisi fasa diam. Sedangkan gerak akan lewat di dalamnya sambil membawa sampel.

4.2.2.2. Mass Spectrometer (MS) Sebagai Detektor

1) Sumber ion

Ionisasi pada MS yang terintegrasi dengan GC terbagi 2, diantaranya *Electron Impact ionization* (EI) dan *Chemical Ionization* (CI). Analit akan diionisasi oleh elektron dari filamen *tungsten* yang diberi tegangan listrik ketika keluar dari kolom kapiler. Terjadinya ionisasi bukan disebabkan karena tumbukan ataupun molekul, melainkan interaksi medan elektron dan molekul ketika berdekatan. Hal tersebut menyebabkan satu elektron lepas sehingga terbentuk ion molekular M^+ yang mempunyai massa sama dengan molekul netral, akan tetapi bermuatan lebih positif. Adapun perbandingan massa fragmen tersebut dengan muatannya disebut dengan *mass to charge ratio* yang disimbolkan dengan M/Z . Ion yang terbentuk akan didorong ke *quadrupoles* atau *mass filter*.

2) Filter

Pada *quadrupoles*, pengelompokan ion-ion berdasarkan M/Z dengan kombinasi frekuensi yang bergantian dengan tegangan DC. Hanya ion dengan M/Z tertentu yang dilewatkan oleh *quadrupoles* menuju ke detektor.

3) Detektor

Detektor terbagi atas dua, yaitu *High Energi Dynodes* (HED) dan *Electron Multiplier* (EM). Ion positif akan menuju HED yang menyebabkan elektron terlepas. Kemudian elektron menuju kutub yang lebih positif (ujung tanduk EM).

4) Komputer

Data dari spektrometri massa akan dikirim ke komputer dan diplot dalam sebuah grafik yang disebut spectrum massa (Murti, 2018).

2.5.3. Keunggulan GC-MS

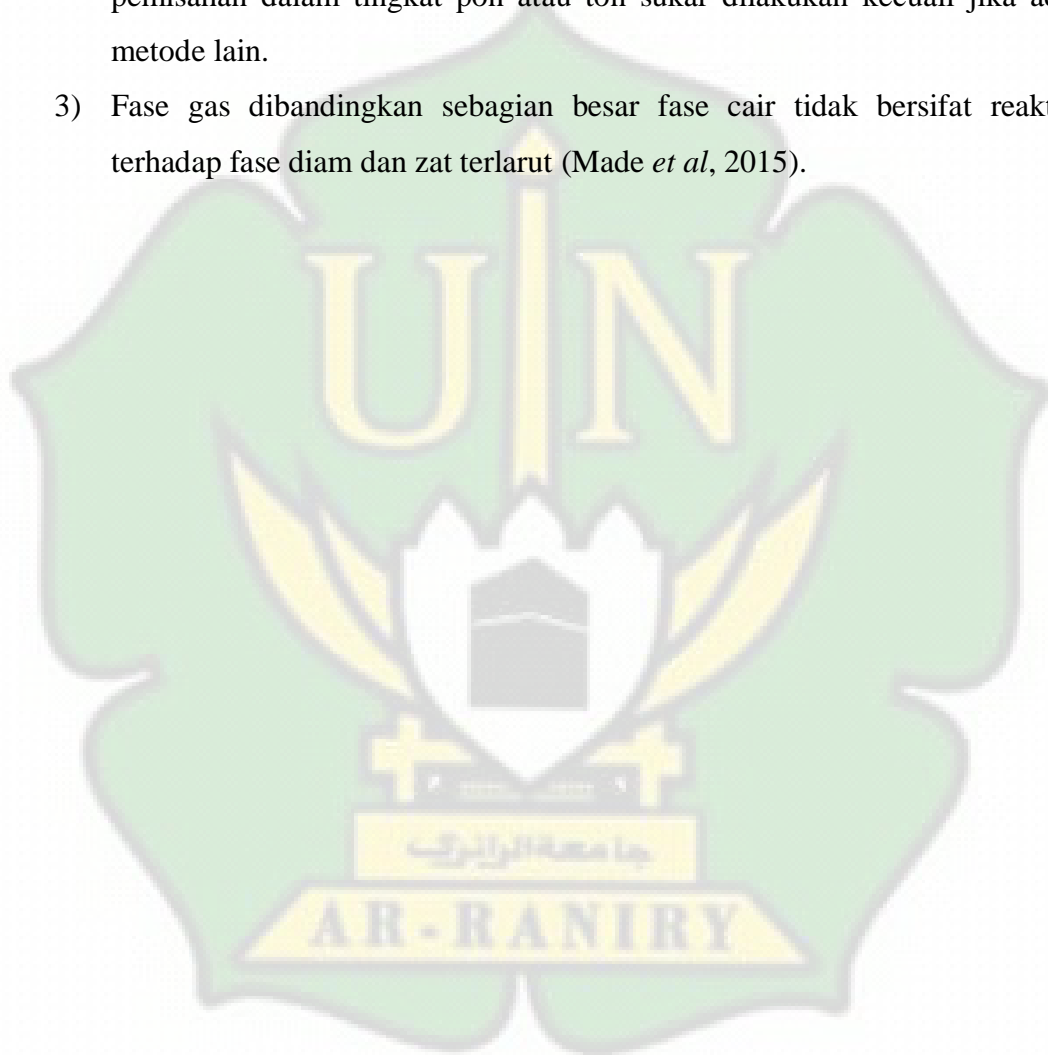
Metode GC-MS memiliki keunggulan di antaranya adalah :

- 1) Efisien, resolusinya tinggi sehingga membuat GC-MS dapat digunakan untuk menganalisa partikel yang berukuran sangat kecil seperti polutan dalam udara.
- 2) Memiliki aliran fasa gerak (gas) yang kecepatannya tetap dan sangat terkontrol.
- 3) Pemisahan fisik yang terjadi di dalam kolom yang sangat banyak jenisnya, panjang dan temperaturnya dapat diatur.
- 4) Memiliki beragam macam detektor yang dapat digunakan pada kromatografi gas (13 macam detektor) dan respon detektor adalah proporsional dengan jumlah tiap komponen yang keluar dari kolom.
- 5) Proses pencampuran uap sampel kedalam fasa gerak sangat mudah terjadi.
- 6) Penggabungan kromatograf dengan instrumen fisika-kimia lainnya sangat mudah dilakukan. seperti GC/FT-IR/MS.
- 7) Analisis cepat, biasanya hanya dalam hitungan menit.
- 8) Tidak merusak sampel dan memiliki sensitivitas tinggi sehingga dapat memisahkan berbagai senyawa meskipun dalam kadar/konsentrasi yang rendah.

2.5.4. Kelemahan GC-MS

Metode GC-MS juga memiliki kelemahan di antaranya adalah :

- 1) Teknik Kromatografi gas terbatas untuk zat yang mudah menguap.
- 2) Pemakaian Kromatografi gas yang tidak mudah untuk memisahkan campuran dalam jumlah besar. Pemisahan pada tingkat mg mudah dilakukan, pemisahan pada tingkat mungkin dilakukan, akan tetapi pemisahan dalam tingkat pon atau ton sukar dilakukan kecuali jika ada metode lain.
- 3) Fase gas dibandingkan sebagian besar fase cair tidak bersifat reaktif terhadap fase diam dan zat terlarut (Made *et al*, 2015).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2022. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, *Atsiri Research Centre* Universitas Syiah Kuala dan Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) Banda Aceh.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat destilasi uap-air (kondensor, selang, labu leher dua, generator uap, pompa air, corong pisah dan ember), seperangkat alat GC-MS (QP2010 Ultra SHIMADZU), termometer, botol piknometer (pyrex), refraktometer (atago), kaca arloji, botol vial, timbangan analitik, pisau, gelas ukur (pyrex), gelas kimia (iwaki) dan erlenmeyer (duran).

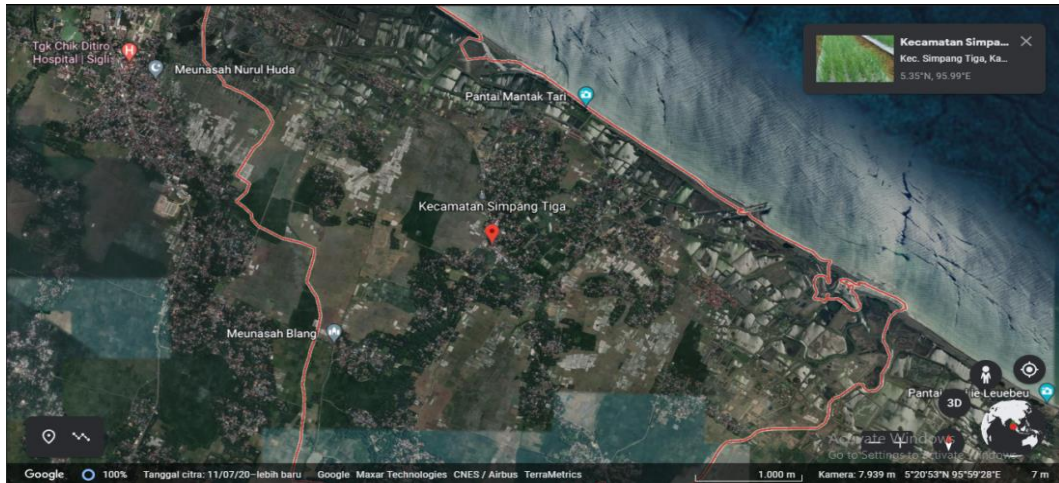
3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit buah jeruk nipis (*C. aurantifolia*), kulit buah jeruk purut (*C. hystrix*), air, es batu, aluminium foil dan Na₂SO₄ anhidrat.

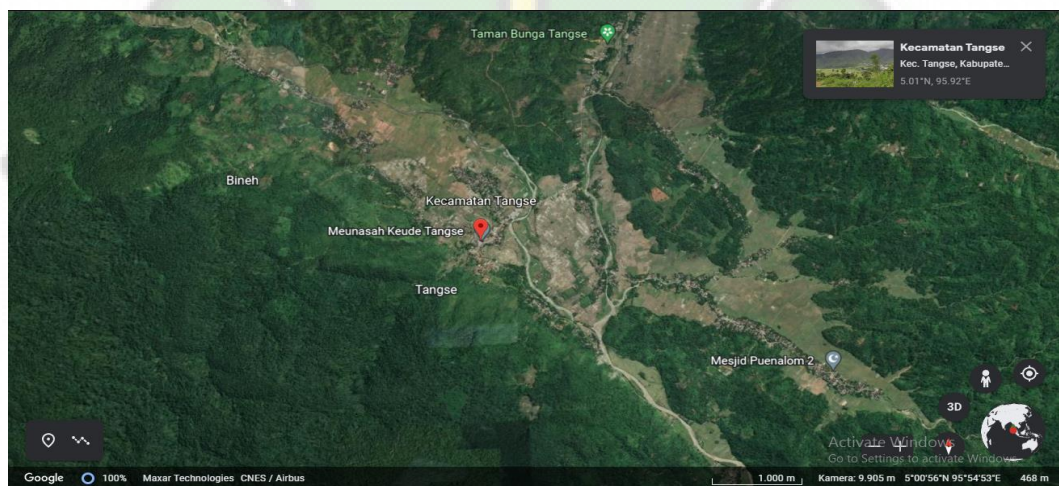
3.3. Prosedur Kerja

3.3.1. Lokasi Pengambilan Sampel

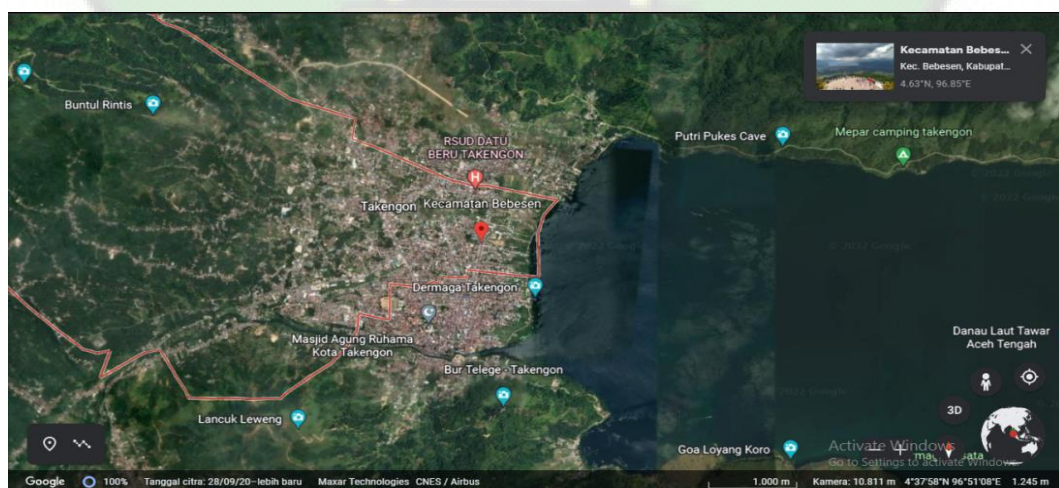
Buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* diambil dari variasi ketinggian yang berbeda. Variasi daerah ini terletak pada rentang ketinggian 0-100 mdpl di Kecamatan Simpang Tiga, Kabupaten Pidie, 400-500 mdpl di Kecamatan Tangse, Kabupaten Pidie dan 1.200-1.300 mdpl di Kecamatan Bebesen, Kabupaten Aceh Tengah. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Sedangkan metode pengambilan sampel dilakukan dengan cara *simple random sampling* yaitu sampel diambil pada beberapa pohon secara acak di ketiga lokasi tersebut. Ketiga lokasi ketinggian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1. Peta Lokasi Dataran Rendah (0-100 mdpl), Kecamatan Simpang Tiga, Kabupaten Pidie.



Gambar 3.2. Peta Lokasi Dataran Menengah (400-500 mdpl) Kecamatan Tangse Kabupaten Pidie.



Gambar 3.3. Peta Lokasi Dataran Tinggi (1.200-1300 mdpl) Kecamatan Bebesen, Kabupaten Aceh Tengah.

3.3.2. Preparasi Sampel

Kulit buah jeruk nipis (*C. aurantifolia*) dan jeruk purut (*C. hystrix*) segar disortasi basah. Kemudian masing-masing sebanyak 3 kg dicuci dengan air mengalir dan ditiriskan. Selanjutnya kulit buah dirajang kecil-kecil $\pm 0,5-1$ cm lalu dikering-anginkan pada suhu ruang selama 7 hari. Setelah itu dilakukan isolasi minyak atsiri dari kedua jenis kulit buah tanaman ini dengan alat destilasi uap-air.

3.3.3. Isolasi Minyak Atsiri (Alfianur, 2017)

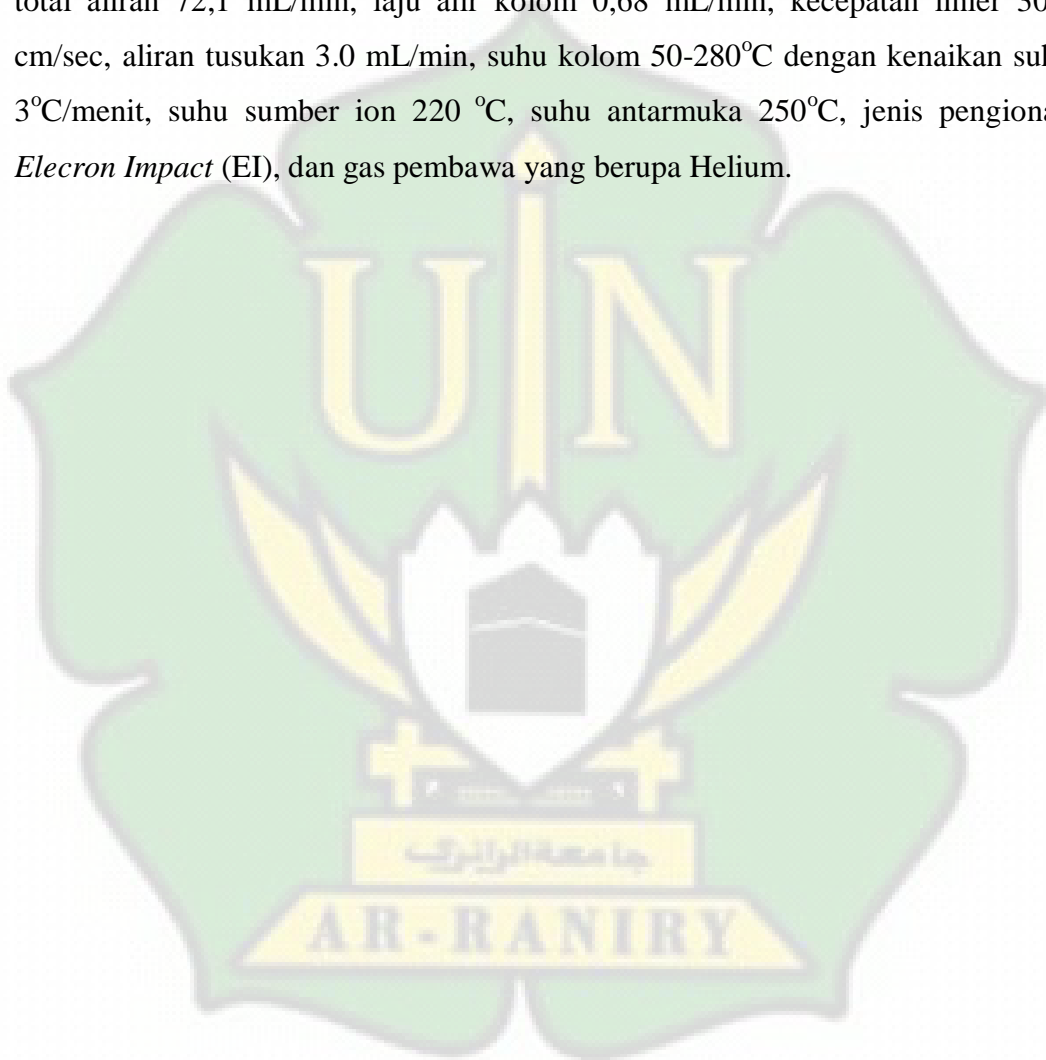
Isolasi minyak atsiri terhadap kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* merujuk pada penelitian Alfianur (2017) dengan menggunakan metode destilasi uap-air dan sedikit modifikasi. Kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* yang telah melalui proses preparasi dimasukkan ke dalam labu yang telah disekat dengan penyaring yang terletak di bagian atas dari rangkaian alat, sedangkan air terdapat di dalam labu lainnya pada bagian bawah rangkaian alat. Selanjutnya labu dihubungkan dengan alat gelas yang berupa kondensor dan penampung hasil destilasi. Setelah alat terangkai sempurna lalu dinyalakan air kondensor dan alat pemanas serta dilakukan destilasi selama 6 jam dengan suhu 100°C . Kemudian minyak hasil destilasi dipisahkan dengan menggunakan corong pisah lalu ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat untuk menghilangkan sisa kandungan air yang masih tercampur dengan minyak. Setelah itu dianalisa kemurnian maupun keseragaman mutu yang meliputi organoleptis, volume, rendemen, berat jenis serta indeks bias. Persen rendemen dan massa jenis minyak dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat minyak (g)}}{\text{Berat kulit jeruk (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Berat jenis} = \frac{(\text{Berat piknometer} + \text{minyak}) - (\text{berat piknometer kosong})}{(\text{Berat piknometer} + \text{air}) - (\text{berat piknometer kosong})}$$

3.3.4. Analisis Komponen Minyak Atsiri Dengan GC-MS

Sebanyak 0,10 μL minyak atsiri kulit *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* diinjeksikan dengan menggunakan syringe ke dalam tempat GC-MS dengan kondisi operasional sebagai berikut: suhu kolom 50°C , suhu injeksi 280°C , mode split 1.00, jenis kolom SH-Rxi-5Sil MS (Crossbond, 5% diphenyl/95% dimethyl polysiloxane, penyangga *fused silica*), panjang kolom 30 m, tekanan 26,7 kPa, total aliran 72,1 mL/min, laju alir kolom 0,68 mL/min, kecepatan linier 30.0 cm/sec, aliran tusukan 3.0 mL/min, suhu kolom $50\text{-}280^{\circ}\text{C}$ dengan kenaikan suhu $3^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, suhu sumber ion 220°C , suhu antarmuka 250°C , jenis pengionan *Electron Impact* (EI), dan gas pembawa yang berupa Helium.



BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Penelitian

Data hasil penelitian berupa pengamatan organoleptis serta pengukuran parameter minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* dapat dilihat pada **Tabel 4.2.** dan **Tabel 4.3.** di bawah ini.

Tabel 4.1. Data hasil pengamatan organoleptis minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix*

No.	Sampel	Ketinggian (mdpl)	Bau	Warna
1	<i>C. aurantifolia</i>	0-100	Menyengat (khas)	Kuning pucat
		400-500	Menyengat (khas)	Kuning
		1.200-1.300	Menyengat (khas)	Kuning pucat
2	<i>C. hystrix</i>	0-100	Menyengat (khas)	Kuning bening
		400-500	Menyengat (khas)	Kuning bening
		1.200-1.300	-	-

Tabel 4.2. Data hasil pengukuran parameter minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix*.

No.	Parameter	<i>C. aurantifolia</i>			<i>C. hystrix</i>		
		0-100	400-500	1.200-1.300	0-100	400-500	1.200-1.300
1	Volume	4 mL	4 mL	8 mL	15 mL	14 mL	-
2	Rendemen	0,42%	0,41%	1,31%	1,49%	1,30%	-
3	Berat jenis	-	-	0,856	0,871	0,869	-
4	Indeks bias	1,471	1,472	1,472	1,467	1,469	-

4.2. Pembahasan

4.2.1. Preparasi Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan pada ketinggian yang berbeda meliputi dataran rendah, menengah dan tinggi. Menurut Sutopo *et al* (2021) dataran rendah adalah dataran yang terletak pada ketinggian 0 sampai dengan 400 mdpl, dataran menengah adalah dataran yang terletak pada ketinggian di atas 400-800 mdpl, sedangkan dataran tinggi terletak pada ketinggian di atas

800-1.200 mdpl. Istiawan dan Katsono (2019) pada penelitiannya mengelompokkan ketinggian tempat menjadi tiga yaitu, dataran rendah (<400 mdpl), dataran menengah (400-700 mdpl), dan dataran tinggi (> 700 mdpl).

Perbedaan ketinggian tempat di atas permukaan laut (dpl) dapat menimbulkan perbedaan cuaca serta iklim secara keseluruhan pada lokasi tersebut, terutama suhu, kelembaban, dan curah hujan. Pada dataran rendah ditandai oleh suhu lingkungan, tekanan udara maupun oksigen yang tinggi. Sedangkan dataran tinggi banyak mempengaruhi penurunan tekanan udara, suhu udara serta peningkatan curah hujan (Andrian *et al*, 2014). Suhu optimum sangat dibutuhkan tanaman agar dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh tanaman. Suhu yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan tanaman bahkan dapat mengakibatkan kematian bagi tanaman, begitupula sebaliknya pada suhu yang terlalu rendah. Sedangkan cahaya adalah sumber tenaga bagi tanaman (Maulidiya, 2015).

Buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* diambil dari rentang ketinggian 0-100 mdpl di Kecamatan Simpang Tiga, Kabupaten Pidie dan 400-500 mdpl di Kecamatan Tangse, Kabupaten Pidie serta 1.200-1300 mdpl di Kecamatan Bebesen, Kabupaten Aceh Tengah. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Sedangkan metode pengambilan sampel dilakukan dengan cara *simple random sampling* yaitu sampel diambil pada beberapa pohon secara acak di ketiga lokasi tersebut.

Preparasi sampel terhadap kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* dilakukan dengan beberapa tahapan seperti sortasi basah, pencucian, penirisan, perajangan hingga pengeringan yang dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1. Proses preparasi sampel (a) sortasi basah, (b) sampel dicuci dengan air mengalir dan ditiriskan, (c) sampel dirajang dengan pisau, (d) sampel dikering-anginkan dengan suhu ruang.

Sortasi basah kulit buah segar dilakukan untuk memisahkan pengotor serta bagian kulit yang tidak dapat digunakan. Sebanyak 3 kg sampel masing-masing dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan kontaminan yang menempel pada bagian kulit buah (Triana, 2013). Sementara untuk menghilangkan kandungan air di permukaan bahan dilakukan proses penirisan (Muryanto *et al*, 2020). Selanjutnya kulit buah dirajang kecil-kecil dengan ukuran $\pm 0,5-1$ cm untuk mempercepat proses pengeringan serta bertujuan agar kelenjar minyak terbuka secara optimal sehingga proses penguapan minyak atsiri pada saat destilasi menjadi lebih cepat (Suardhika *et al*, 2018).

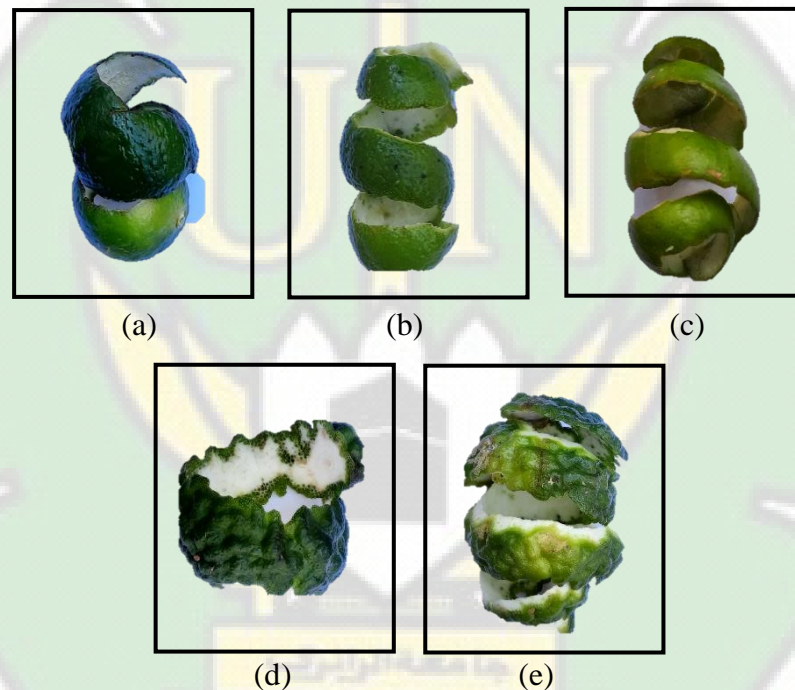
Setelah dilakukan perajangan, kulit buah dikering-anginkan pada suhu ruang selama 7 hari dengan tujuan untuk mengurangi kandungan air yang terdapat pada kulit buah sehingga membuat pori-pori kulit buah semakin besar. Semakin besar pori-pori kulit buah yang terbuka maka akan semakin mudah minyak yang tersimpan dibawah permukaan kulit buah untuk menguap (Alfianur, 2017). Hasil pengeringan kulit segar buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* dapat dilihat pada **Tabel 4.3.** dibawah ini. Selanjutnya dilakukan isolasi minyak atsiri dengan alat destilasi uap-air.

Tabel 4.3. Hasil pengeringan kulit segar

No.	Sampel	Ketinggian (mdpl)	Buah (kg)	Kulit segar yang diambil (kg)	Kulit Kering (kg)
1.	<i>C. aurantifolia</i>	0-100	13	3	0,850
		400-500	12,7	3	0,850
		1.200-1300	11,5	3	0,700
2.	<i>C. hystrix</i>	0-100	9,9	3	0,800
		400-500	8,3	3	0,850
		1.200-1.300	-	-	-

Berdasarkan **Tabel 4.3.**, sebanyak 3 kg kulit segar dari sampel diperoleh perbedaan hasil yang tidak signifikan. Kulit segar buah *C. aurantifolia* yang berasal dari ketinggian 0-100 dan 400-500 mdpl diperoleh hasil yang sama yaitu 0,850 kg, sedangkan pada ketinggian 1.200-1300 mdpl diperoleh hasil yang berbeda yaitu 0,700 kg. Begitupula dengan kulit segar buah *C. hystrix* dengan jumlah yang sama memperoleh hasil yang berbeda yaitu masing-masing 0,800 kg

dari ketinggian 0-100 mdpl dan 0,850 kg dari ketinggian 400-500 mdpl. Perbedaan yang dihasilkan diduga karena adanya perbedaan ketebalan dari masing-masing kulit buah tersebut. Hal ini terlihat dari kulit buah *C. aurantifolia* yang berasal dari ketinggian 1.200-1300 mdpl lebih tipis dan licin daripada kedua ketinggian lainnya yang memiliki ketebalan kulit buah yang hampir sama. Pada buah *C. hystrix*, kulit buah yang lebih tipis berasal dari ketinggian 0-100 mdpl, sedangkan kulit buah dari ketinggian 400-500 mdpl memiliki ketebalan kulit yang lebih tebal. Ketebalan dari masing-masing kulit buah ini dapat dilihat pada **Gambar 4.2.**



Gambar 4.2. Kulit buah *C. aurantifolia* pada ketinggian (a) 0-100 mdpl, (b) 400-500 mdpl, dan (c) 1.200-1.300 mdpl; *C. hystrix* pada ketinggian (d) 0-100 mdpl dan (e) 400-500 mdpl.

Pada penelitian ini, sampel kulit buah *C. hystrix* pada rentang ketinggian 1.200-1300 mdpl tidak dapat dibandingkan dengan kedua ketinggian lainnya. Hal ini dikarenakan tidak adanya sampel yang diperoleh pada ketinggian tersebut. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari masyarakat awam di Aceh Tengah, tanaman *C. hystrix* sulit berbuah di daerah tersebut. Zamzamiyah (2020) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman *C. hystrix* yang optimal terletak pada ketinggian 1-400 mdpl.

4.2.2. Ekstraksi Minyak Atsiri

Ekstraksi minyak atsiri terhadap kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* dilakukan dengan menggunakan metode destilasi. Destilasi adalah metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan. Pada proses penyulingan campuran zat dididihkan sehingga menguap, lalu uap tersebut didinginkan kembali dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih yang lebih rendah akan menguap terlebih dahulu. Prinsip dasar destilasi adalah uap dari air yang digunakan untuk menarik minyak atsiri dari dalam jaringan bahan didinginkan dengan air mengalir. Hasil yang diperoleh adalah campuran air dan minyak yang terpisah karena adanya perbedaan berat jenis yang dimana lapisan minyak terdapat pada bagian atas sedangkan bagian air terdapat pada bagian bawah (Iryani & Deka 2018). Adapun faktor yang mempengaruhi jumlah zat yang menguap bersamaan dengan air meliputi besarnya tekanan uap yang digunakan, berat molekul dari masing-masing komponen dalam minyak dan kecepatan minyak keluar dari bahan yang mengandung minyak (Hasanah, 2007).

Metode destilasi yang digunakan pada penelitian ini adalah destilasi uap-air. Destilasi uap-air merupakan suatu metode destilasi yang memiliki tujuan untuk memisahkan suatu zat dari campurannya yang saling tidak bercampur atau menurunkan titik didih komponen campuran yang memiliki titik didih tinggi dengan bantuan uap air. Menurut Hasanah (2007), metode destilasi uap air memiliki nilai ekonomis yang tinggi sehingga metode ini banyak digunakan di berbagai negara, khususnya di negara-negara berkembang. Kelebihan dari metode destilasi uap air adalah adanya peristiwa hidrodifusi dimana uap air akan masuk kedalam jaringan sel tanaman yang mengakibatkan pecahnya dinding sel tanaman sehingga minyak yang terkandung di dalamnya akan terdorong keluar (Alfianur, 2017). Selain itu metode destilasi uap air juga memiliki kelebihan seperti biaya yang lebih murah, rendemen minyak lebih besar, mutu lebih baik, prosesnya lebih cepat serta uap air menurunkan titik didih senyawa-senyawa dalam minyak atsiri sehingga mencegah terjadinya dekomposisi senyawa penyusun minyak atsiri (Astuti *et al*, 2014).

Penelitian ini menggunakan sampel kulit kering yang diperoleh dari masing-masing ketinggian seperti yang terdapat pada **Tabel 4.3**. Sampel yang telah dipreparasi dimasukkan ke dalam labu yang telah disekat dengan penyaring yang terletak di bagian atas dari rangkaian alat, sedangkan air terdapat di dalam labu lainnya pada bagian bawah rangkaian alat seperti yang terlihat pada **Lampiran 1**. Selanjutnya labu dihubungkan dengan alat gelas yang berupa kondensor dan penampung hasil destilasi. Setelah alat terangkai sempurna lalu air kondensor dinyalakan. Air kondensor ini berfungsi untuk mengkondensasi uap air dan minyak sehingga mengalir kembali ke penampung dalam bentuk cair. Kemudian pemanas dinyalakan dan destilasi dilakukan selama 6 jam dengan suhu 100°C. Pemanasan ini nantinya akan menghasilkan uap air yang akan membantu mendorong kelenjar minyak pada kulit buah sehingga terdorong keluar (Alfianur, 2017). Lama penyulingan mempengaruhi kontak air atau uap air dengan bahan. Jumlah minyak yang terbawa oleh uap akan semakin banyak jika penyulingan dilakukan lebih lama. Semakin lama waktu penyulingan maka semakin tinggi persentase rendemen minyak atsiri yang diperoleh. Selain itu, pengaruh suhu terhadap minyak atsiri sangat penting. Penyulingan dengan suhu tinggi akan menghasilkan minyak yang bermutu kurang baik (Hidayati, 2012).

Minyak hasil destilasi dipisahkan menggunakan corong pisah, lalu ditambahkan Na₂SO₄ anhidrat untuk menghilangkan sisa kandungan air. Volume minyak yang diperoleh dapat dilihat pada **Tabel 4.2**, di atas. Selanjutnya dihitung persentase rendemen dan dianalisis sifat fisik dari minyak atsiri yang diperoleh.

Berdasarkan data hasil minyak atsiri yang tercantum pada **Tabel 4.2**., diperoleh volume minyak atsiri yang tidak berbeda secara signifikan antar sesama kulit buah *C. aurantifolia* yaitu 4 mL maupun *C. hystrix* yaitu 15 dan 14 mL dari rentang ketinggian 0-100 dan 400-500 mdpl. Namun volume minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* yang berasal dari ketinggian 1.200-1.300 mdpl lebih tinggi dari dua ketinggian lainnya yaitu sebanyak 8 mL. Penelitian yang dilakukan oleh Handayani (2012) terhadap kulit buah *C. sinensis* L. pada ketinggian yang berbeda yaitu 1.000, 1.200, 1.400, dan 1.600 mdpl menunjukkan bahwa semakin tinggi lokasi tanam maka volume minyak atsiri yang dihasilkan akan semakin banyak pula. Istiawan dan Kastono (2019), mengelompokkan ketinggian menjadi

tiga kategori yaitu dataran rendah <400 mdpl, menengah 400-700 mdpl, dan tinggi >700 mdpl. Sehingga pada penelitian ini ketinggian 468 mdpl tergolong dalam dataran menengah dan hampir mendekati rentang dataran rendah. Hal ini diduga menyebabkan volume minyak yang terkandung di dalam kulit buah *C. aurantifolia* maupun *C. hystrix* pada ketinggian 0-100 dan 400-500 mdpl tidak memperoleh hasil yang berbeda secara signifikan. Selain itu, kedua tersebut masih berada di satu Kabupaten yang sama yaitu Kabupaten Pidie yang memiliki faktor lingkungan berupa suhu dan kelembaban yang tidak jauh berbeda. Sedangkan ketinggian 1.200-1300 berada di Kabupaten Aceh Tengah yang memiliki faktor lingkungan yang jauh berbeda dengan Kabupaten Pidie

Selain itu, volume minyak atsiri antara kulit buah *C. aurantifolia* dengan *C. hystrix* sangat jauh berbeda padahal jumlah sampel yang digunakan masing-masing sebanyak 0,850 kg, hanya *C. hystrix* dari ketinggian 0-100 mdpl saja yang menggunakan 0,800 kg sampel. Hal ini disebabkan karena kulit buah *C. hystrix* memiliki ketebalan kulit yang lebih tebal dibandingkan dengan *C. aurantifolia* sehingga minyak yang tersimpan dalam kulit buah *C. hystrix* lebih banyak. Tutuarima *et al* (2020), menyatakan bahwa minyak pada kulit buah jeruk tersimpan di dalam kelenjar-kelenjar minyak yang berada pada kulit bagian luar (flavedo). Iryani dan Deka (2018) menyebutkan bahwa secara umum kulit jeruk terbagi menjadi dua bagian utama yaitu flavedo (kulit bagian luar yang berbatasan dengan epidermis) dan albedo (kulit bagian dalam yang berupa jaringan busa). Kelenjar minyak (tempat terakumulasinya minyak atsiri) terdapat di dalam flavedo.

4.2.2.1. Organoleptis

Pengamatan organoleptis dilakukan untuk melihat keseragaman mutu dari minyak atsiri. Setiap jenis minyak atsiri akan mempunyai sifat organoleptis yang berbeda-beda. Pengamatan organoleptis pada penelitian ini meliputi bau dan warna. Data hasil pengamatan organoleptis dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel tersebut, semua sampel minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* maupun *C. hystrix* memiliki bau yang menyengat,

namun warna minyak yang berbeda. Hasil destilasi menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* yang berasal dari rentang ketinggian 400-500 mdpl berwarna kuning, sedangkan dari ketinggian 0-100 dan 1.200-1.300 mdpl memiliki warna yang sama yaitu kuning pucat. Minyak atsiri kulit buah *C. hystrix* yang berasal dari ketinggian 0-100 dan 400-500 mdpl memiliki warna yang sama yaitu kuning bening seperti yang terlihat pada **Gambar 4.3.** di bawah ini.



Gambar 4.3. Hasil pengamatan organoleptis.

Menurut Hidayati (2012), minyak atsiri pada umumnya tidak berwarna atau berwarna kekuning-kuningan dan beberapa minyak atsiri berwarna kemerah-merahan. Warna minyak atsiri dapat berubah menjadi lebih gelap dan berubah baunya serta menjadi lebih kental jika minyak dibiarkan lama di udara dan terkena cahaya matahari pada suhu kamar. Hal ini dikarenakan minyak atsiri tersebut dapat mengabsorpsi oksigen di udara.

4.2.2.2. Rendemen

Pengujian terhadap rendemen berfungsi untuk mengetahui efisiensi proses destilasi dari minyak kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix*. Uji rendemen minyak atsiri dari kedua jenis kulit buah tersebut dapat dilakukan dengan menghitung berat minyak atsiri kulit buah yang dihasilkan lalu dibandingkan dengan tiap berat sampel kulit buah yang digunakan.

Berdasarkan data hasil rendemen minyak atsiri pada **Tabel 4.2.** menunjukkan bahwa kulit buah *C. aurantifolia* dari rentang ketinggian 1.200-1300 mdpl menghasilkan persentase rendemen tertinggi yaitu 1,31%

dibandingkan dari dua ketinggian lainnya yang masing-masing sebesar 0,42% dan 0,41%. Sama halnya dengan volume minyak atsiri yang diperoleh, ketinggian 0-100 dan 400-500 mdpl memperoleh persentase rendemen yang tidak berbeda secara signifikan. Handayani (2012) menyatakan bahwa semakin tinggi lokasi tanam maka persentase rendemen minyak atsiri yang dihasilkan akan semakin besar. Hidayati (2012) menyatakan bahwa semakin tinggi persentase rendemen maka minyak atsiri yang dihasilkan semakin banyak. Pada kulit buah *C. hystrix* dari ketinggian 0-100 mdpl menghasilkan persentase rendemen yang lebih tinggi yaitu 1,49% dibandingkan dari ketinggian 400-500 mdpl yang diperoleh persentase rendemen sebesar 1,30%.

4.2.2.3. Berat jenis

Penentuan berat jenis minyak atsiri merupakan salah satu cara analisa yang menunjukkan kemurnian minyak. Berat jenis berhubungan dengan komponen kimia yang terkandung dalam minyak atsiri. Berat jenis yang tinggi menunjukkan bahwa kandungan komponen senyawa di dalamnya juga tinggi, begitupula dengan berat jenis yang rendah menunjukkan bahwa komponen senyawa di dalamnya juga semakin rendah (Maulida, 2019). Pengukuran nilai berat jenis minyak atsiri dilakukan dengan menggunakan piknometer (Susilo *et al*, 2016). Hasil pengukuran berat jenis kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Berat jenis kulit buah *C. aurantifolia* yang diperoleh dari ketinggian 1.200-1.300 mdpl yaitu 0,856 sedangkan kulit buah *C. hystrix* dari ketinggian 0-100 dan 400-500 mdpl masing-masing yaitu 0,871 dan 0,869. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran berat jenis terhadap sampel kulit buah *C. aurantifolia* dari dua ketinggian lainnya dikarenakan kurangnya jumlah sampel yang dibutuhkan.. Ketiga sampel tersebut memenuhi rentang nilai berat jenis minyak atsiri. Umumnya, berat jenis minyak atsiri berkisar antara 0,696–1,119 dan kebanyakan tidak melebihi nilai 1,000 (Hidayati 2012). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi *et al* (2017), berat jenis minyak atsiri yang diperoleh dari kulit buah *C. aurantifolia* yaitu 0,8549. Selain itu, Hairunisa *et al* (2019) juga memperoleh nilai berat jenis yang mendekati dengan nilai berat jenis

pada penelitian ini yaitu 0,8756. Sedangkan Maulida (2019) memperoleh berat jenis minyak atsiri kulit buah *C. hystrix* pada kisaran 0,8736–0,8791. Berat jenis dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan adanya pemalsuan minyak atsiri. Penambahan dengan bahan pencampur lain yang mempunyai bobot molekul besar dapat menaikkan berat jenis suatu minyak sehingga menunjukkan dugaan pemalsuan (Hidayati, 2012).

4.2.2.4. Indeks bias

Indeks bias minyak atsiri adalah perbandingan antara kecepatan cahaya di dalam udara dengan kecepatan cahaya di dalam suatu zat pada suhu tertentu. Sama halnya dengan berat jenis, pengujian indeks bias juga dapat digunakan untuk menentukan kriteria kemurnian mutu dari minyak atsiri. Penentuan indeks bias ini didasarkan pada perbandingan sinus sudut datang dengan sinus sudut bias menggunakan alat refraktometer pada suhu 20°C (Maulida, 2019). Gambar hasil pengukuran indeks bias minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Data hasil pengamatan indeks bias kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Nilai indeks bias minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* yang diperoleh dari rentang ketinggian 0-100 mdpl yaitu 1,471, sedangkan ketinggian 400-500 dan 1.200-1.300 mdpl diperoleh nilai yang sama yaitu 1,472. Nilai indeks bias minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* dapat dikatakan baik apabila tergolong dalam rentang 1,475–1,477 pada suhu 20°C (Wahyudi *et al*, 2017). Namun berdasarkan standar *Essential Oil Association* (EOA) nilai indeks bias minyak atsiri pada umumnya berkisar 1,471–1,475, sehingga hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai indeks bias minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* tergolong baik karena telah memenuhi syarat EOA. Hasil indeks bias pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyudi *et al* (2017) yang memperoleh nilai indeks bias sebesar 1,4756.

Selain itu, nilai indeks bias minyak atsiri kulit buah *C. hystrix* yang diperoleh juga tergolong baik karena berkisar antara 1,4667–1,5167 pada suhu 20°C. Hasil yang diperoleh dari ketinggian 0-100 dan 400-500 mdpl masing-masing yaitu 1,467 dan 1,469. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang telah

dilakukan oleh Maulida (2019) yang memperoleh nilai indeks bias sebesar 1,4728. Indeks bias dipengaruhi oleh panjang rantai karbon dan jumlah ikatan rangkap dalam suatu senyawa, semakin banyak senyawa yang memiliki ikatan rangkap dan rantai karbon yang panjang maka kerapatan minyak akan bertambah besar. Hal ini akan mengakibatkan cahaya sulit dibiaskan, sehingga nilai indeks bias juga akan semakin besar. Indeks bias juga dipengaruhi oleh air yang terdapat dalam minyak, semakin banyak kandungan air dalam minyak maka nilai indeks bias semakin kecil (Chandra & Proborini, 2018). Hal ini dikarenakan air memiliki sifat yang mudah membiaskan cahaya yang datang. Minyak atsiri yang memiliki nilai indeks bias yang besar menunjukkan bahwa minyak tersebut memiliki kualitas yang bagus (Hasibuan, 2021). Jadi, berdasarkan nilai indeks bias, minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* memiliki kualitas yang bagus.

4.2.3. Analisis Komponen Minyak Atsiri

Penentuan komponen kimia yang terkandung di dalam minyak atsiri dengan menggunakan GC-MS telah dikenal luas. Senyawa yang akan dianalisis pada kromatografi gas akan diuapkan dan dielusi oleh fase penggerak yaitu *carrier* melalui kolom. Prinsip pemisahan dengan menggunakan kromatografi gas dilakukan berdasarkan perbedaan tekanan uap relatif dari sampel dan afinitas kolom. Sampel yang dianalisa akan terdeteksi kemudian menghasilkan kromatogram berupa grafik sinyal terhadap waktu dengan membentuk puncak pada kurvanya. Teknik pencarian perpustakaan otomatis dalam proses pengolahan data dipastikan bahwa data yang telah dihasilkan oleh instrumen dapat diidentifikasi dengan membandingkan spektra massa yang dihasilkan dengan data yang terdapat pada sistem perpustakaan MS yang dikenal dengan indeks retensi. *peak area* dan *peak height* yang dihasilkan oleh kromatogram dapat mengidentifikasi komposisi dari masing-masing komponen (Meidiniah, 2021).

Analisis komponen minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* berdasarkan ketinggian lokasi tumbuh dengan menggunakan GC-MS bertujuan untuk mengetahui komposisi senyawa-senyawa yang terkandung di dalamnya. Selain itu, analisis ini juga dapat digunakan untuk mengetahui kadar dari setiap komponen senyawanya. Perbedaan kadar setiap komponennya juga

mempengaruhi jumlah jenis komponen yang teridentifikasi. Anita (2012) menyatakan bahwa senyawa yang tidak teridentifikasi belum tentu tidak terkandung di dalam suatu minyak atsiri. Senyawa tersebut mungkin ada akan tetapi dalam jumlah yang sangat sedikit sehingga tidak dapat teridentifikasi dengan baik.

Tabel 4.4. Komponen minyak atsiri pada kulit buah *C. aurantifolia*

Nama Senyawa	Kadar (%)		
	0-100 Mdpl	400-500 mdpl	1.200-1.300 Mdpl
1-Phellandrene	0,39	0,22	0,42
α -Pinene	2,23	1,90	2,14
Camphene	0,14	0,12	0,11
Sabinene	3,21	2,23	2,41
2- β -Pinene*	23,44	22,39	23,84
6-Methyl-5-hepten-2-one	0,10	0,13	0,10
β -Mycrene	1,17	1,05	0,84
Octanal (CAS) n-Octanal	0,07	0,09	0,09
α -Terpinene	0,68	0,56	0,61
Benzene, methyl(1-methylethyl)-(CAS)	2,23	1,33	1,61
dl-Limonene*	46,08	47,88	43,88
Cis-Ocimene	0,14	0,11	-
1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl, (E)-(CAS)	0,47	0,31	0,13
γ -Terpinene*	9,12	5,77	13,03
α -Terpinolene	0,70	0,54	0,73
Linalool	0,49	0,67	0,44
Citronella	0,11	0,07	-
3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylene)	1,61	1,54	1,53
β -Fenchyl alcohol	1,05	1,38	1,46
Decanal (CAS) n-Decanal	0,30	0,33	0,34
Nerol	0,26	0,58	0,31
β -Citronellol	0,11	0,12	0,10
Z-Citral	1,83	1,60	1,73
Nerol	0,35	0,50	-
E-Citral	2,26	2,01	2,15
Neryl acetate	0,14	0,28	0,12
Linalyl acetate	0,27	0,33	0,21
trans-Caryophyllene	0,28	0,84	0,15
α -Bergamotene	0,22	0,73	0,21
E,E- α -Farnesene	0,14	1,05	0,34

β -Bisabolene	0,41	1,44	0,40
Herboxide second isomer	-	0,17	-
Δ -Elemene	-	0,15	-
β -Elemene	-	0,35	0,08
γ -Elemene	-	0,14	-
α -Humulene	-	0,11	-
Germacrene-D	-	0,07	-
α -Selinene	-	0,13	-
trans- α -Bisabolene	-	0,11	-
Germacrene B(CAS) 1,5-Cyclodecadiene	-	0,36	0,11
4,4-Dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-ylide	-	0,15	-
Cis-Farnesol	-	0,15	-

Keterangan:

*: senyawa paling banyak

Hasil identifikasi minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* yang tercantum pada **Tabel 4.4.** memiliki berbagai macam jenis komponen senyawa dengan kadar yang berbeda-beda. Minyak atsiri pada rentang ketinggian 400-500 mdpl menghasilkan lebih banyak jenis komponen yaitu sebanyak 42 dibandingkan pada rentang ketinggian 0-100 dan 1.200-1300 mdpl masing-masing sebanyak 31 dan 30 jenis komponen. Adapun komponen utamanya berupa 2- β -Pinene, dl-Limonene, dan γ -Terpinene. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Wibaldus *et al* (2016) terhadap minyak atsiri dari kulit buah jeruk nipis (*C. aurantifolia*) yang memperoleh komponen utama berupa Limonen, β -citral, β -pinen, Citral, dan β -Phellandrene. Wahyudi *et al* (2017) juga memperoleh komponen utama dari *C. aurantifolia* berupa β -pinen, dl-Limonen, Terpinen-4-ol, dan α -Terpineol. Begitupula dengan penelitian Hairunisa *et al* (2019) yang memperoleh komponen utama yang sama berupa dl-Limonen serta β -pinen.

Tabel 4.5. Komponen minyak atsiri pada kulit buah *C. hystrix*

Nama Senyawa	Kadar (%)	
	0-100 mdpl	400-500 mdpl
1-Phellandrene	0,35	0,35
α -Pinene	2,30	2,09
Camphene	0,15	0,14
Sabinene*	16,59	14,01
2- β -Pinene*	26,68	25,86
β -Mycrene	1,05	1,08

Octanal (CAS) n-Octanal	0,05	0,11
α -Terpinene	1,70	2,80
Benzene, methyl(1-methylethyl)-(CAS)	0,22	0,15
dl-Limonene*	11,34	18,72
γ -Terpinene	2,66	4,14
α -Terpinolene	1,02	1,52
Linalool	2,09	2,82
Citronella*	11,13	5,92
3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylene)	6,63	9,04
β -Citronellol*	7,88	2,47
trans-Caryophyllene	0,25	0,13
Germacrene-D	0,09	-
Rose Oxide B	0,09	-
trans-Sabinene hydrate	0,39	0,47
Isopulegol 2	0,18	0,14
Isopulegol 1	0,11	0,08
Burneol L	0,12	0,15
α -Terpineol	3,30	4,47
trans-Piperitol	0,10	-
trans-Geraniol	0,13	-
3-7-Dimethyl-Oct-6-Enoic Acide E	0,21	-
Citronellyl acetate	0,29	0,19
α -Copaene	0,34	0,30
Δ -Cadinene	0,52	0,35
Elemol	0,22	0,08
Linalool Oxide Cis	1,55	1,77
Nonanal (CAS) n-Nonanal	-	0,08
p-menth-2-n-1-ol	-	0,15

Keterangan:

*: senyawa paling banyak

Berdasarkan data dari hasil analisis GC-MS yang ditunjukkan pada **Tabel 4.5.**, minyak atsiri kulit buah *C. hystrix* juga memiliki berbagai macam jenis komponen senyawa dengan kadar yang berbeda-beda. Komponen minyak atsiri yang terbanyak dihasilkan pada rentang ketinggian 0-100 mdpl dengan 32 macam jenis komponen. Adapun komponen utamanya meliputi 2- β -Pinene, Sabinene, dl-Limonene, Citronella, dan β -Citronellol. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasanah (2007) terhadap minyak atsiri dari kulit buah *C. hystrix* yang memperoleh komponen utama berupa Sabinene, β -Pinene, dl-Limonene, citronellal, dan linalool. Warsito (2017) juga memperoleh komponen utama dari kulit *C. hystrix* berupa Sabinen, β -Pinene, dl-Limonen, sitronelal, dan Terpinen-4-

ol. Begitupula dengan penelitian Iryani dan Deka (2018) yang memperoleh komponen utama berupa limonene, sabinene, β -citronellol, dan citronellal.

Senyawa dl-Limonen, 2- β -pinene, γ -Terpinen, sabinen, citronella dan β -citronellol merupakan senyawa golongan terpenoid yang diduga dapat memberikan rasa pada buah. Bagi manusia, senyawa tersebut dimanfaatkan oleh industri sebagai bahan pembuatan obat, kosmetik, bahan tambahan pada makanan dan minuman, serta sebagai antijamur, antibakteri, antivirus, antikanker dan insektisida (Cahyati *et al*, 2016) dan (Dari *et al*, 2020). Marsadi *et al* (2018) menyatakan bahwa senyawa golongan terpenoid adalah bagian utama dari minyak atsiri yang menjadi penyebab bau, harumdan wangi pada tumbuhan serta berguna untuk pembuatan kosmetik, obat-obatan maupun pengusir serangga alami.

Komponen minyak atsiri yang dihasilkan oleh suatu tanaman dapat dipengaruhi oleh perbedaan letak geografis. Ketinggian suatu tempat mempengaruhi perubahan suhu, curah hujan, kelembaban udara, serta intensitas cahaya matahari. Suhu termasuk faktor vital. Suhu udara akan semakin menurun dengan penambahan ketinggian pada suatu tempat. Perbedaan suhu ini dapat menyebabkan proses metabolisme pada suatu tanaman menjadi berbeda sehingga mempengaruhi kandungan senyawa aktif yang disintesis. Sifat suhu terhadap tanaman terbagi menjadi tiga diantaranya suhu optimum (tanaman dapat tumbuh dengan baik), suhu minimum (suhu lebih rendah tanaman tidak dapat tumbuh), suhu maksimum (suhu lebih tinggi tanaman tidak dapat tumbuh) (Anita, 2012).

Berdasarkan hasil analisis GC-MS terhadap minyak atsiri kulit buah *C.aurantifolia* menunjukkan bahwa komponen terbanyak dihasilkan pada rentang ketinggian 400-500 mdpl. Hal ini dikarenakan pada ketinggian tersebut memiliki suhu 27-28°C dan kelembaban sebesar 74%. Sarwono (2001) menyatakan bahwa suhu optimal pada tanaman *C.aurantifolia* berkisar antara 25-30°C dan kelembaban yang ideal 70-80% agar dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena itu, suhu pada lokasi pengambilan sampel dengan rentang ketinggian 400-500 mdpl tersebut termasuk dalam suhu optimal, sehingga menghasilkan komponen senyawa yang lebih banyak. Sedangkan analisis GC-MS pada minyak atsiri kulit buah *C. hystrix* diperoleh komponen terbanyak pada ketinggian 0-100 mdpl. Ketinggian tersebut memiliki rata-rata suhu 30-33°C dan kelembaban sebesar

76%. Bimo (2018) menyatakan bahwa tanaman *C. hystrix* dapat tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki kemiringan sekitar 30° dengan ketinggian 1–400 mdpl dan kelembaban sekitar 70-80%. Zamzamiyah (2020) juga menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman *C. hystrix* yang optimal terletak pada ketinggian 1-400 mdpl. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa lokasi pengambilan sampel dengan rentang ketinggian 0-100 mdpl merupakan lokasi pertumbuhan tanaman *C. hystrix* yang baik sehingga menghasilkan komponen senyawa yang banyak.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini:

1. Komponen minyak atsiri yang diperoleh dari kulit buah *C. aurantifolia* dipengaruhi oleh ketinggian lokasi tumbuh. Hal ini dikarenakan komponen yang diperoleh dari ketinggian 400-500 mdpl menghasilkan komponen yang lebih banyak dibandingkan dengan dua rentang ketinggian lainnya yaitu 0-100 dan 1.200-1.300 mdpl.
2. Komponen minyak atsiri yang diperoleh dari kulit buah *C. hystrix* juga dipengaruhi oleh ketinggian lokasi tumbuh. Hal ini ditandai pada rentang ketinggian 0-100 mdpl menghasilkan komponen paling banyak daripada rentang ketinggian 400-500 mdpl.

5.2. Saran

Adapun saran dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh ketinggian lokasi tumbuh terhadap minyak atsiri dari kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix* yang diuji berdasarkan pH dan nutrisi pada tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadian, A., Tavassoli, A., & Amiri, E. (2011). The Interaction Effect Of Water Stress and Manure On Yield Components, Essential Oil and Chemical Compositions Of Cumin (*Cuminum Cyminum*). *African Journal of Agricultural Research*. 6(1) : 2309-2315.
- Alfianur (2017). Identifikasi Komponen Penyusun Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis L.*) Asal Silorejo dan Uji Aktivitas Antibakteri Menggunakan Metode Kertas Cakram. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Andrian., Supriadi., & Marpaung, P. (2014). Pengaruh Ketinggian Tempat dan Kemiringan Lereng Terhadap Produksi Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Di Kebun Hapesong PTPN III Tapanuli Selatan. *Jurnal Online Agroetnologi*. 2(3) : 981-989.
- Anita, P.D. (2012). Kandungan Vitamin C Buah dan Komponen Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Keprok (*Citrus nobilis*) Pada Ketinggian yang Berbeda di Lereng Gunung Lawu. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
- Astuti, E., Sunarminingsih, R., Jenie, U.A., Mubarika, S., & Sismindari. (2014). Pengaruh Lokasi Tumbuh, Umur Tanaman dan Variasi Jenis Destilasi Terhadap Komposisi Senyawa Minyak Atsiri Rimpang *Curcuma mangga* Produksi Beberapa Sentra Di Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 21(3) : 323-330.
- Bimo, P.K. (2018). Respons Pertumbuhan Stek Tanaman Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Pada Berbagai Bahan Tanam dan Konsentrasi IBA (*Indole Butyric Acid*). *Skripsi*. Sumatera Utara: Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Cahyati, S., Kurniasih, Y., & Khery, Y. (2016). Efisiensi Isolasi Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk dengan Metode Destilasi Air-Uap Ditinjau dari Perbandingan Bahan Baku dan Pelarut yang Digunakan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia*. 4(2) : 103-110.
- Chandra, A.K.F., & Proborini, W.D. (2018). Analisa Komposisi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis Hasil Ekstraksi Metode Microwave Hydrodiffusion and Gravity Dengan GC-MS. *Jurnal Reka Buana*. 3(1) : 53-58.
- Cunha, B.G., Duque, C., Caiaffa, K.S., Massunari, L., Catanoze, I.A., Santos, D.M.D., Oliveira, S.H.P., & Guiotti, A.M. (2020). Cytotoxicity and Antimicrobial Effect Of Citronella Oil (*Cymbopogon nardus*) and Commercial Mouthwashes On *S. aureus* and *C. albicans* Biofilm In Prosthetic Materials. *Archive of Oral Biology*. 109 : 1-10.

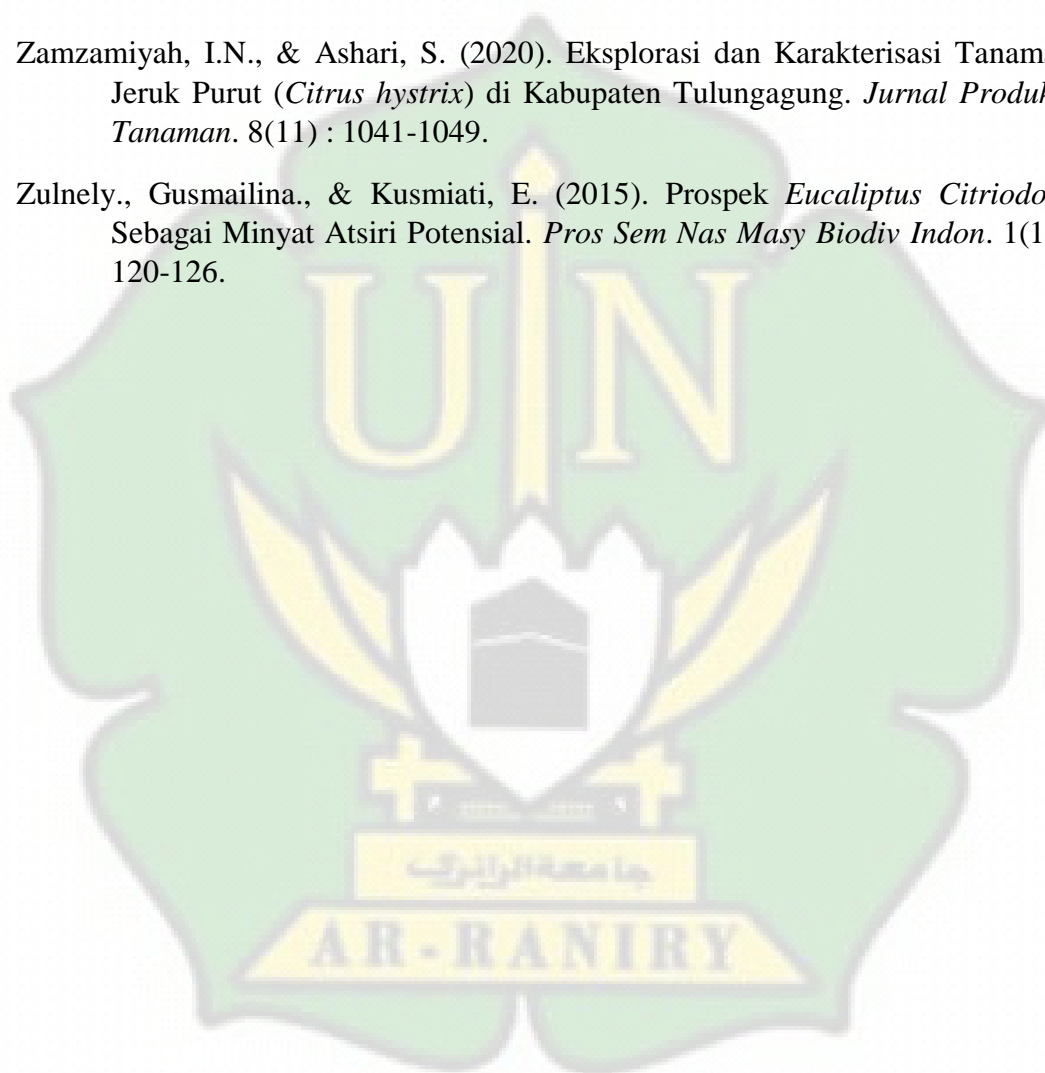
- Dacosta, M., Sudirga, S.K., & Muksin, I.K. (2017). Perbandingan Kandungan Minyak Atsiri Tanaman Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus L. Rendle*) Yang Ditanam Di Lokasi Berbeda. *Jurnal Simbiosis*. 5(1) : 25-31.
- Dari, A.W., Narsa, A.C., & Zamruddin, N.M. (2020). *Literature Review: Aktivitas Kulit Jeruk dalam Bidang Farmasi. Mulawarman Pharmaceutical Conference*. 125-151.
- Darmapatni, K.A.G., Basori, A., & Suaniti, N.M. (2016). Pengembangan Metode GC-MS Untuk Penetapan Kadar Acetaminophen Pada Spesimen Rambut Manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 18(3) : 255-269.
- Faida, I.N. (2019). Identifikasi Kandungan Senyawa Volatil Pada Kaldu Daging dan Tulang Kasar (*Raw Bones*) Dari Babi dan Kelinci Menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Hairunisa, I., Normaidah., Ressaydy, S.S., & Azhari, F. (2019). Identifikasi dan Molecular Docking Komponen Utama Minyak Kulit Buah Jeruk Nipis Sebagai Agen Antikanker. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*. 2(2) : 314-322.
- Hakim, R.J., Mulyani, Y., Hendrawati, T.Y., & Ismiyati. (2019). Pemilihan Bagian Tanaman Jeruk Purut (*Citrus Hystrix D.C*) Potensial Sebagai Minyak Essensial Aromaterapi Hasil Proses Maserasi Dengan Metode *Analytical Hierarkhi Process (AHP)*. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 1-7.
- Handayani, E.S. (2012) Aktivitas Antibakteri dan Antijamur Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis L.*) Tawangmangu pada Ketinggian Tempat Tumbuh yang Berbeda. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
- Handayani, S.S., Gunawan, E.R., Suhendra, D., Murniati., & Bali, R.D.K. (2021). Daya Repelan Lotion Minyak Ketapang Pada Berbagai Variasi Konsentrasi Atsiri Kulit Jeruk Purut. *Jurnal Pijar MIPA*. 16(2) : 262-266.
- Hasanah, U. (2007). Studi Perbandingan kandungan Senyawa Kimia Minyak Atsiri Pada Daun dan Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix D.C*). *Skripsi*. Jogyakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Hasibuan, F.F. (2021). Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*) Dengan Metode *Microwave Accelerated Steam Distillation* (MASD). *Skripsi*. Sumatera Utara: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Hasugian, M.D. (2019). Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Tanaman Serai Wangi Dengan Metode *Microwave Hydrodistillation*. *Skripsi*. Sumatera Utara: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

- Hidayati. (2012). Distilasi Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk Pontianak dan Pemanfaatannya Dalam Pembuatan Sabun Aromaterapi. *Biopropal Industri*. 3(2) : 39-49.
- Iryani, A.S., & Deka, A. (2018). Pembuatan Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Dengan Metode Ekstraksi. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian*. 159-151.
- Istiawan, N.D., & Katsono, D. (2019). Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Hasil dan Kualitas Minyak Cengkih (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry.) di Kecamatan Samigaluh, Kulon Progo. *Vegetika*. 8(1) : 27-41.
- Kamar, I. (2019). Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Daun Nilam (*Pogostemon cablin Benth*) Menggunakan Metode *Air-Hydrodistillation* dan *Steam Distillation* Dengan Skala Besar. *Tesis*. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Khalid, Kh.A. (2006) Influence Of Water Stress On Growth, Essential Oil, and Chemical Composition Of Herbs (*Ocimum sp.*). *Int. Agrophysics*. 20 : 289-296.
- Kurniawan, A., Kurniawan, C., Indraswati, N., & Mudjijati. (2008). Ekstraksi Minyak Kulit Jeruk Dengan Metode Distilasi, Pengepresan dan *Leaching*. *Widya Teknik*. 7(1) : 15-24.
- Made, D.A.N., Parwata, I.M.O.A., & Parthasutema, I.A.M. (2015). Analisis Kadar Metamfetamina Pada Sampel Darah Dengan Metode GC-MS. *Jurnal Chemistry Laboratory*. 2(1) : 18-29.
- Masadi, Y.I., Lestari, T., & Dewi, I.K. (2018). Identifikasi Kualitatif Senyawa Terpenoid Ekstrak n-Heksana Sediaan Losion Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC). *Jurnal Kebidanan dan Kesehatan Tradisional*. 3(1) : 32-40.
- Maulida, Z. (2019). Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Fermentasi Terhadap Kualitas dan Kuantitas Minyak Atsiri Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC). *Skripsi*. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Maulidiya, L. (2015). Studi Karakteristik Pertumbuhan Empat Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) Pada Tiga Ketinggian Tempat Berbeda. *Skripsi*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Mayasari, D., Jayuska, A., & Wibowo, M.A. (2013). Pengaruh Variasi Waktu dan Ukuran Sampel Terhadap Komponen Minyak Atsiri Dari Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC.). *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 2(2) : 74-77.

- Meidinah, S. (2021). Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*) Dengan Metode *Microwave Air-Hydrodistillation*. *Skripsi*. Sumatera Utara: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Mejri, J., Aydi, A., Abderrabba, M., & Mejri, M. (2018). Emerging Extraction Processes Of Essential Oils: A Review. *Asian Journal of Green Chemistry*. 2(3) : 246-267.
- Movaliya, S.K.K. (2017). Extraction Of Essential Oil By Microwave-Assisted Extraction: A Review. *Internasional Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*. 2 : 5312-5321.
- Murti, R.A. (2018). Identifikasi Entrotoksin *Staphylococcus aureus* Dengan Teknik Kromatografi Gas Spektrometer Massa Dari Sampel Makanan. *Skripsi*. Padang: Program Studi IV Analisis Kesehatan/TLM Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Perintis Padang.
- Muryanto., Wirasti., & Slamet. (2020). Uji Efektifitas Ekstrak Etanol Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*(Christm)Swingle) Terhadap Penyembuhan Luka Sayat Kelinci New Zealand White (*Oryctolagus cuniculus*). *Karya Ilmiah Mahasiswa*. 1-7.
- Nabilla, I.I., & Indrayudha, P. (2019). Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanol, Fraksi Etanol, Etil-Asetat, dan Heksana Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix DC.*) terhadap Sel Kanker Payudara T47D. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 16(1) : 11-17.
- Narang, N., & Jiraungkoorskul, W. (2016). Anticancer Activity Of Key Lime, *Citrus aurantifolia*. *Pharmacognosy Reviews*. 10(20) : 118-122.
- Noverita., Jayuska, A., & Alimuddin, A.H. (2014). Uji Aktivitas Antirayap Minyak Atsiri Kulit Jeruk Purut (*Cytrus hystrix D.C*) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes sp.*). *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 3(2) : 19-22.
- Nurhaen., Winarsi, D., & Ridhay, A. (2016). Isolasi dan Identifikasi Komponen Kimia Minyak Atsiri dari Daun, Batang dan Bunga Tumbuhan Selembagu (*Melissa sp.*). *Online Journal of Natural Science*. 5(2) : 149-157.
- Prastiwi, S.S., & Ferdiansyah, F. (2017). Review Artikel: Kandungan dan Aktivitas Farmakologi Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia s.*). *Farmaka*. 15(2) : 1-8.
- Ramdhan, F., Qodri, L.N., Hanindyta, L.P., Fitri, N., & Purwaningsih, T. (2020). Penyuluhan dan Pelatihan Pembuatan Sabun Cuci Tangan Berbasis Minyak Atsiri Kulit Jeruk Nipis Di Desa Loano, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo. 325-336.

- Rassem, H., Nour, A.H., & Yunus, R.M. (2016). Techniques For Extraction Of Essential Oils From Plants: A Review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 10(16) : 117-127.
- Sarwono, B. (2001). *Khasiat dan manfaat jeruk nipis*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Suardhika, I.M., Pratama, I.P.A.A., Budiarta, P.B.P.P., Partayanti, L.P.I., & Paramita, N.L.P.V. (2018). Perbandingan Pegaaruh Lama Pengeringan Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) dengan Destilasi Uap dan Identifikasi Linalool dengan KLT-Spektrofotodensitometri. *Jurnal Farmasi Udayana*. 7(2) : 38-43.
- Susilo, B., Sumarlan, S.H., Wibisono, Y., & Puspitasari, N. (2016). Pengaruh Pretreatment dan Lama Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Ekstrak Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix D.C*) Menggunakan Ultrasonic Assisted Ekstraktion (UAE). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 4(2) : 230-241.
- Sutopo., Sugiyatno A., Hadiyanto., Fanshuri, B.A., & Aji, T.G. (2021) *Teknologi Inovatif Jeruk Sehat Nusantara*. Bogor: IPB press.
- Thoha, A.A. (2019). Perbandingan Efektivitas Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) 5% dan Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) 5% Sebagai Obat Kumur Terhadap Penurunan Akumulasi Plak Pada Mahasiswa FKG USU Angkatan 2015. *Skripsi*. Sumatera Utara: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara.
- Triana, F.N. (2013). Uji Daya Antioksidan Menggunakan Radikal 1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil dan Penetapan Kandungan Fenolik Total Fraksi Etil Asetat Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle). *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma.
- Tripathi, S., & Anjum, S. (2017). A Review On Extraction Of Essential Oil With The Help Of Micro-Wave. *International Journal of Research in Engineering & Technology (IMPACT: IJRET)*. 5(6) : 81-92.
- Tutuarima, T., Handayani, D., Hidayat, L., & Atria, P. (2020). Pengaruh Fermentasi Alami Limbah Industri Kalamasi Terhadap Peningkatan Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri. *AGRITEPA*. 7(2) : 80-87.
- Wahyudi, T., Mulyawan, A.S., Kasipah, C., Prayudie, U., & Julaeaha, E. (2017). Pembuatan Mikrokapsul Minyak Jeruk (*Citrus aurantifolia*) Untuk Aplikasi Pada Penyempurnaan Tekstil. *Arena Tekstil*. 32(1) : 1-8.
- Warsito., Hidayat, N., & Putri, A.Y. (2017). Uji Aktifitas Minyak Jeruk Purut Dari Daun, Ranting, dan Kulit Buah Terhadap Bakteri *Esherichia coli* dan *Bacillus cereus*. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 2(3) : 126-132.

- Wibaldus., Jayuska, A., & Ardiningsih, P. (2016). Bioaktivitas Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Rayap Tanah (*Coptetermes sp.*). *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 5(1) : 44-51.
- Wibisono, P. (2013). Uji Aktivitas Penangkapan Radikal 1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil (DPPH) dan Penetapan Kandungan Fenolik Total Fraksi Etil Asetat Ekstrak Etanolik Kulit Buah Jeruk Purut (*Citrus Hystrix DC.*). *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma.
- Zamzamiyah, I.N., & Ashari, S. (2020). Eksplorasi dan Karakterisasi Tanaman Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) di Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Produksi Tanaman*. 8(11) : 1041-1049.
- Zulnely., Gusmailina., & Kusmiati, E. (2015). Prospek *Eucaliptus Citriodora* Sebagai Minyak Atsiri Potensial. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 1(1) : 120-126.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Ekstraksi Minyak Atsiri



(a)



(b)



(c)

Gambar: (a) proses destilasi menggunakan alat destilasi uap-air, (b) hasil destilasi yang berupa campuran air dengan minyak, (c) proses pemisahan air dan minyak.

Lampiran 2. Perhitungan Rendemen

No.	Sampel	Ketinggian (mdpl)	Sampel Kering (gr)	Vial Kosong (gr)	Vial + Minyak (gr)	Berat Minyak (gr)	Rendemen (%)
1.	<i>C. aurantifolia</i>	0-100	850	13,85	17,42	3,57	0,42
		400-500	850	11,78	15,23	3,45	0,41
		1.200-1.300	700	11,71	20,87	9,16	1,31
2.	<i>C. hystrix</i>	0-100	800	11,76	23,66	11,90	1,49
		400-500	850	11,71	22,76	11,05	1,30
		1.200-1.300	-	-	-	-	-

$$\text{Berat minyak} = (\text{Berat vial} + \text{Minyak}) - (\text{Berat vial kosong})$$

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat minyak}}{\text{Berat sampel kering}} \times 100\%$$

1. *C. aurantifolia*

a. Kecamatan Simpang Tiga (0-100 mdpl)

$$\begin{aligned} \text{Berat minyak} &= (17,42 \text{ gr}) - (13,85 \text{ gr}) \\ &= 3,57 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{3,57 \text{ gr}}{850 \text{ gr}} \times 100\% = 0,42\%$$

b. Kecamatan Tangse (400-500 mdpl)

$$\begin{aligned} \text{Berat minyak} &= (15,23 \text{ gr}) - (11,78 \text{ gr}) \\ &= 3,45 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{3,45 \text{ gr}}{850 \text{ gr}} \times 100\% = 0,41\%$$

c. Kecamatan Bebesen (1.200-1.300 mdpl)

$$\begin{aligned} \text{Berat minyak} &= (20,87 \text{ gr}) - (11,71 \text{ gr}) \\ &= 9,16 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{9,16 \text{ gr}}{700 \text{ gr}} \times 100\% = 1,31\%$$

2. *C. hystrix*

a. Kecamatan Simpang Tiga (0-100 mdpl)

$$\begin{aligned} \text{Berat minyak} &= (23,66 \text{ gr}) - (11,76 \text{ gr}) \\ &= 11,90 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{11,90 \text{ gr}}{800 \text{ gr}} \times 100\% = 1,49\%$$

b. Kecamatan Tangse (400-500 mdpl)

$$\begin{aligned}\text{Berat minyak} &= (22,76 \text{ gr}) - (11,71 \text{ gr}) \\ &= 11,05 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{11,05 \text{ gr}}{850 \text{ gr}} \times 100\% = 1,30\%$$



Lampiran 3. Perhitungan Berat Jenis

N o.	Sampel	Ketinggian (mdpl)	Pikno Kosong (gr)	Pikno + Air (gr)	Pikno + Minyak (gr)	Berat Jenis
1.	<i>C. aurantifolia</i>	0-100	-	-	-	-
		400-500	-	-	-	-
		1.200-1.300	11,54	17,10	16,30	0,856
2.	<i>C. hystrix</i>	0-100	11,54	17,10	16,38	0,871
		400-500	11,54	17,10	16,37	0,869
		1.200-1.300	-	-	-	-

$$\text{Berat jenis} = \frac{(\text{Berat piknometer} + \text{minyak}) - (\text{berat piknometer kosong})}{(\text{Berat piknometer} + \text{air}) - (\text{berat piknometer kosong})}$$

1. *C. aurantifolia*

a. Kecamatan Bebesen (1.200-1.300 mdpl)

$$\text{Berat jenis} = \frac{16,30 \text{ gr} - 11,54 \text{ gr}}{17,10 \text{ gr} - 11,54 \text{ gr}} = \frac{4,76 \text{ gr}}{5,56 \text{ gr}} = 0,856$$

2. *C. hystrix*

a. Kecamatan Simpang Tiga (0-100 mdpl)

$$\text{Berat jenis} = \frac{16,38 \text{ gr} - 11,54 \text{ gr}}{17,10 \text{ gr} - 11,54 \text{ gr}} = \frac{4,84 \text{ gr}}{5,56 \text{ gr}} = 0,871$$

b. Kecamatan Tangse (400-500 mdpl)

$$\text{Berat jenis} = \frac{16,37 \text{ gr} - 11,54 \text{ gr}}{17,10 \text{ gr} - 11,54 \text{ gr}} = \frac{4,83 \text{ gr}}{5,56 \text{ gr}} = 0,869$$

Lampiran 4. Indeks Bias Minyak Atsiri

a. Alat refraktometer



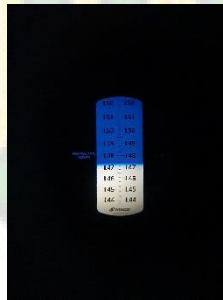
(a)

Gambar: (a) Alat refraktometer (Atago)

b. *C. aurantifolia*



(a)



(b)



(c)

Gambar: (a) 0-100 mdpl, (b) 400-500 mdpl, dan (c) 1.200-1.300 mdpl

c. *C. hystrix*



(a)

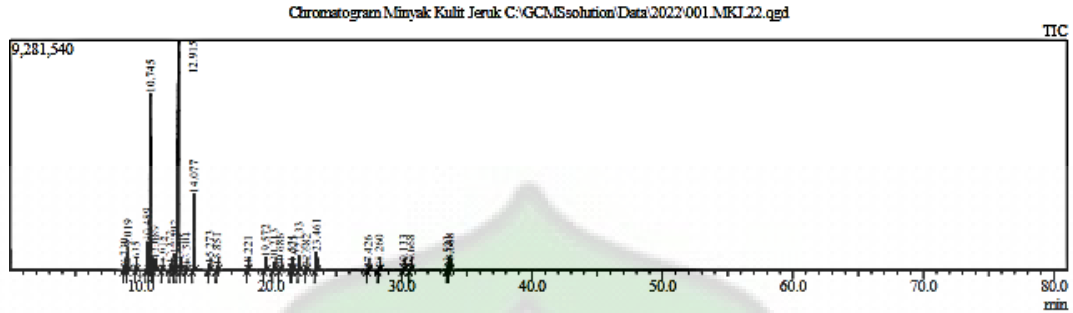


(b)

Gambar: (a) 0-100 mdpl, dan (b) 400-500 mdpl

Lampiran 5. Hasil kromatogram minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* dan *C. hystrix*

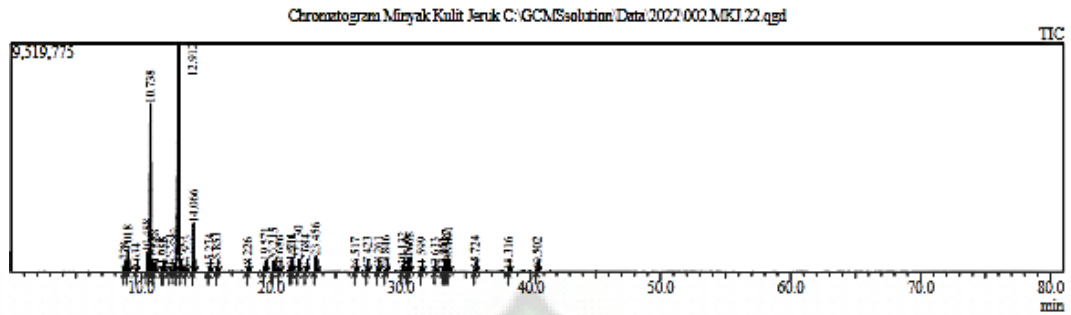
a. Kromatogram minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* 0-100 mdpl



Peak Report TIC

Peak#	R.Time	L.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Mark	Name
1	8.730	8.665	8.810	567453	0.39	176770	0.66	3.21		1-Phellandrene
2	9.019	8.920	9.120	3247907	2.23	952914	3.53	3.41		.ALPHA-PINENE, (-)
3	9.635	9.560	9.715	198985	0.14	57334	0.21	3.47		Camphene
4	10.489	10.380	10.595	4673289	3.21	1160027	4.30	4.03		Sabinene
5	10.745	10.595	10.820	34112261	23.44	7137144	26.45	4.78	V	2-BETA-PINENE
6	10.850	10.820	10.960	147868	0.10	37572	0.14	3.94	V	6-Methyl-5-hepten-2-one
7	11.089	10.960	11.235	1707299	1.17	433031	1.61	3.94	V	.beta-Myrcene
8	11.618	11.560	11.690	96321	0.07	26454	0.10	3.64		Octanal (CAS) n-Octanal
9	12.272	12.180	12.375	992927	0.68	250170	0.93	3.97		.ALPHA- TERPINENE
10	12.592	12.480	12.700	3246200	2.23	665721	2.47	4.88		Benzene, methyl(1-methylethyl)- (CAS) (
11	12.915	12.700	13.015	67066805	46.08	9271904	34.37	7.23	V	dl-Limonene
12	13.050	13.015	13.125	207190	0.14	60951	0.23	3.40	V	cis-Occimene
13	13.504	13.420	13.600	678834	0.47	182402	0.68	3.72		1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- (CA/
14	14.077	13.945	14.190	13277158	9.12	3089331	11.45	4.30		.gamma-Terpinene
15	15.273	15.175	15.375	1018455	0.70	241762	0.90	4.21		.ALPHA-TERPINOLENE
16	15.851	15.760	15.985	708993	0.49	173832	0.64	4.08		Linalool
17	18.221	18.145	18.305	161719	0.11	40967	0.15	3.95		CITRONELLA
18	19.572	19.420	19.690	2344808	1.61	496620	1.84	4.72		3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl
19	20.213	20.105	20.375	1524001	1.05	332063	1.23	4.59		BETA-FENCHYL ALCOHOL
20	20.686	20.600	20.775	437070	0.30	107794	0.40	4.05		Decanal (CAS) n-Decanal
21	21.531	21.445	21.585	383453	0.26	83882	0.31	4.57		Nerol
22	21.625	21.585	21.705	166333	0.11	41971	0.16	3.96	V	.beta-Citronellol
23	22.133	22.015	22.245	2662528	1.83	601680	2.23	4.43		Z-Citral
24	22.682	22.595	22.775	505836	0.35	119576	0.44	4.23		Nerol
25	23.461	23.340	23.575	3285252	2.26	731321	2.71	4.49		E-Citral
26	27.426	27.350	27.520	208235	0.14	50416	0.19	4.13		Neryl acetate
27	28.260	28.180	28.355	394670	0.27	97841	0.36	4.03		Linalyl acetate
28	30.133	30.045	30.230	403871	0.28	88108	0.33	4.58		trans-Caryophyllene
29	30.668	30.585	30.755	322811	0.22	78088	0.29	4.13		.alpha-Bergamotene
30	33.523	33.445	33.605	209986	0.14	52644	0.20	3.99		E,E-ALPHA-FARNESENE
31	33.688	33.605	33.795	593096	0.41	138434	0.51	4.28	V	.beta-Bisabolene
				145551614	100.00	26978724	100.00			

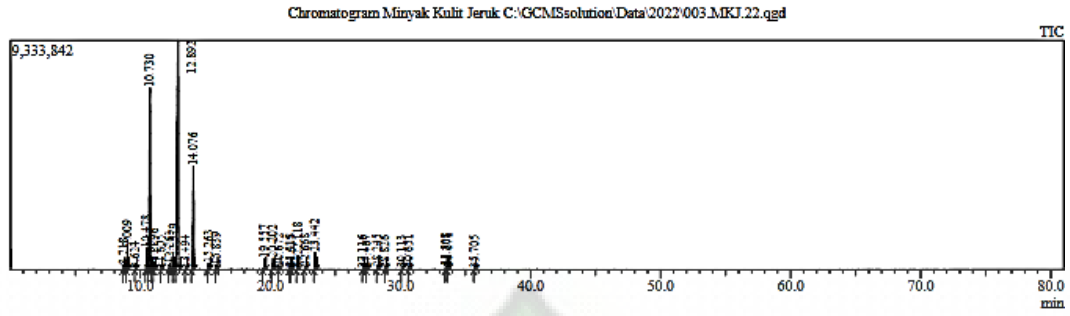
b. Kromatogram minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* 400-500 mdpl



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Height%	AH	Mark	Name
1	8.728	8.660	8.810	319348	0.22	98342	0.37	3.25		1-Phellandrene
2	9.018	8.925	9.110	2707255	1.90	809638	3.03	3.34		.ALPHA-PINENE, (-)
3	9.634	9.565	9.710	165973	0.12	48646	0.18	3.41		Camphene
4	10.488	10.380	10.590	3168570	2.23	800207	3.00	3.96		Sabinene
5	10.738	10.590	10.810	31849830	22.39	6994902	26.20	4.55	V	2-BETA-PINENE
6	10.845	10.810	10.945	182497	0.13	48020	0.18	3.80	V	6-Methyl-5-hepten-2-one
7	11.088	10.945	11.220	1499602	1.05	372172	1.39	4.03	V	.beta-Myrone
8	11.618	11.550	11.685	132391	0.09	36651	0.14	3.61		Octanal (CAS) n-Octanal
9	11.755	11.685	11.895	246196	0.17	34425	0.13	7.15	V	HERBOXIDE SECOND ISOMER
10	12.271	12.185	12.360	795385	0.56	199898	0.75	3.98		.ALPHA-TERPINENE
11	12.589	12.490	12.700	1896989	1.33	394851	1.48	4.80		Benzene, methyl(1-methylethyl)- (CAS) C
12	12.912	12.700	13.020	68111356	47.88	9508991	35.62	7.16	V	dl-Limonene
13	13.045	13.020	13.135	162246	0.11	51015	0.19	3.18	V	cis-Cimene
14	13.503	13.420	13.590	442993	0.31	119424	0.45	3.71		1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- (CA
15	14.066	13.940	14.175	8207335	5.77	2028779	7.59	4.05		.gamma-Terpinene
16	15.274	15.180	15.380	775094	0.54	190818	0.71	4.06		.ALPHA-TERPINOLENE
17	15.853	15.755	15.965	956627	0.67	242964	0.91	3.94		Linalool
18	18.226	18.165	18.315	96190	0.07	27083	0.10	3.55		CITRONELLA
19	19.571	19.415	19.685	2184359	1.54	465940	1.75	4.69		3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl
20	20.215	20.105	20.350	1966135	1.38	442325	1.66	4.44		.BETA-FENCHYLALCOHOL
21	20.686	20.600	20.775	468292	0.33	115269	0.43	4.06		Decanal (CAS) n-Decanal
22	21.534	21.435	21.600	831785	0.58	175442	0.66	4.74		Nerol
23	21.620	21.600	21.705	169218	0.12	57226	0.21	2.96	V	.beta-Citronellol
24	22.130	22.020	22.245	2270260	1.60	522157	1.96	4.35		Z-Citral
25	22.684	22.590	22.780	712280	0.50	171825	0.64	4.15		Nerol
26	23.456	23.340	23.585	2864582	2.01	639957	2.40	4.48		E-Citral
27	26.517	26.440	26.600	209722	0.15	51030	0.19	4.11		.delta-Elemene
28	27.423	27.335	27.515	404122	0.28	93379	0.35	4.33		Neryl acetate
29	28.261	28.170	28.355	462822	0.33	109237	0.41	4.24		Linalyl acetate
30	28.846	28.755	28.955	495233	0.35	113694	0.43	4.36		.BETA-ELEMENE
31	30.132	30.025	30.245	1187865	0.84	254935	0.96	4.66		trans-Caryophyllene
32	30.509	30.425	30.580	197043	0.14	46821	0.18	4.21		.GAMMA-ELEMENE
33	30.668	30.580	30.750	1036275	0.73	248295	0.93	4.17	V	.alpha-Bergamotene
34	31.589	31.525	31.675	153652	0.11	36066	0.14	4.26		.alpha-Furaneolene
35	32.633	32.575	32.700	101812	0.07	26073	0.10	3.90		GERMACRENE-D
36	33.251	33.165	33.320	185188	0.13	40536	0.15	4.57		.alpha-selinene
37	33.392	33.320	33.445	152585	0.11	33103	0.12	4.61	V	TRANS-ALPHA-BISABOLENE
38	33.527	33.445	33.605	1493258	1.05	364651	1.37	4.10	V	E,E-ALPHA-FARNESENE
39	33.691	33.605	33.805	2043252	1.44	468104	1.75	4.37	V	.beta-Bisabolene
40	35.724	35.630	35.830	516297	0.36	114164	0.43	4.32		Germacrene B (CAS) 1,5-Cyclododecadiene
41	38.316	38.240	38.405	215812	0.15	48917	0.18	4.41		4,4-Dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-ylidene
42	40.502	40.425	40.605	212864	0.15	50267	0.19	4.23		cis-Farnesol

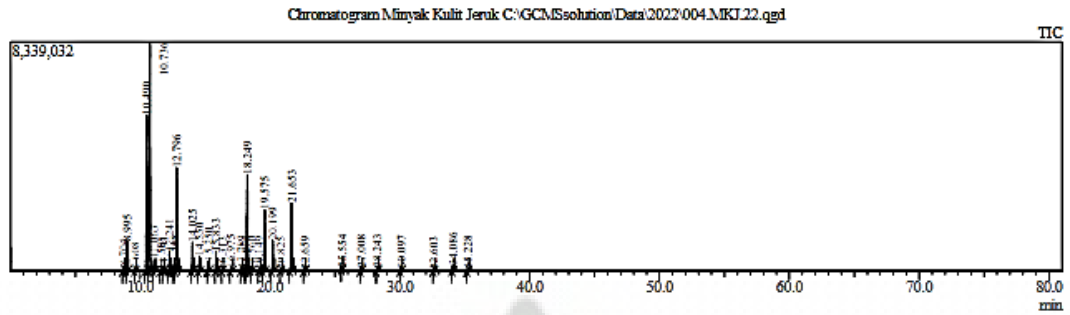
AR-RANIRY

c. Kromatogram minyak atsiri kulit buah *C. aurantifolia* 1.200-1.300 mdpl



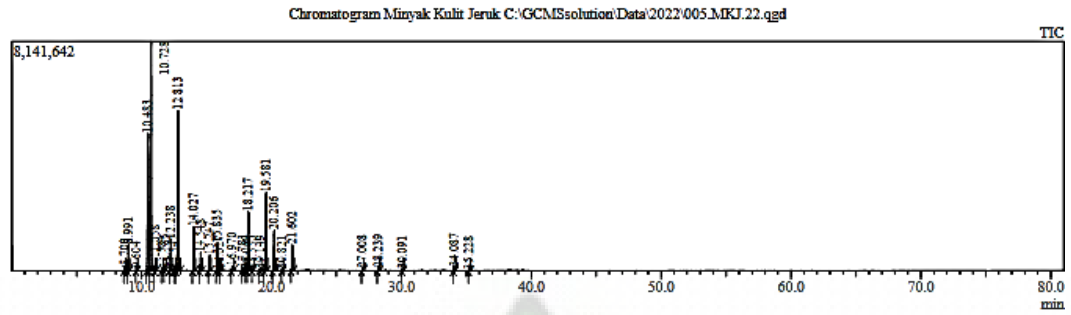
Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Mark	Name
1	8.718	8.645	8.805	591585	0.42	182126	0.66	3.25		1-Phellandrene
2	9.009	8.915	9.110	3031795	2.14	902450	3.27	3.36		ALPHA-PINENE, (-)
3	9.624	9.555	9.705	150888	0.11	41747	0.15	3.61		Camphene
4	10.478	10.380	10.585	3419755	2.41	856970	3.10	3.99		Sabinene
5	10.730	10.585	10.805	33807325	23.84	7408009	26.82	4.56	V	2-BETA-PINENE
6	10.836	10.805	10.930	134944	0.10	37794	0.14	3.57	V	6-Methyl-5-hepten-2-one
7	11.076	10.990	11.200	1188156	0.84	325440	1.18	3.65		beta-Myrcene
8	11.605	11.540	11.685	132724	0.09	35485	0.13	3.74		Octanal (CAS) n-Octanal
9	12.261	12.170	12.350	863662	0.61	220235	0.80	3.92		alpha-Terpinene
10	12.579	12.475	12.690	2283278	1.61	498823	1.81	4.58		Benzene, methyl(1-methylethyl)- (CAS) (
11	12.892	12.690	13.100	62223962	43.88	9322954	33.76	6.67	V	dl-Limonene
12	13.494	13.420	13.570	187852	0.13	50180	0.18	3.74		1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- (CA
13	14.076	13.930	14.175	18475739	13.03	4219485	15.28	4.38		gamma-Terpinene
14	15.263	15.165	15.365	1032275	0.73	252475	0.91	4.09		ALPHA-TERPINOLENE
15	15.839	15.755	15.940	629641	0.44	163932	0.59	3.84		Linalool
16	19.557	19.400	19.665	2175278	1.53	453773	1.64	4.79		3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl
17	20.202	20.090	20.345	2076352	1.46	456928	1.65	4.54		BETA-FENCHYL ALCOHOL
18	20.672	20.585	20.770	476413	0.34	116406	0.42	4.09		Decanal (CAS) n-Decanal
19	21.518	21.430	21.575	393887	0.28	85814	0.31	4.59		NERYL ACETATE
20	21.615	21.575	21.695	145484	0.10	35627	0.13	4.08	V	beta-Citronellol
21	22.118	22.005	22.230	2451620	1.73	564248	2.04	4.34		Z-Citral
22	22.668	22.575	22.765	440511	0.31	103274	0.37	4.27		Nerol
23	23.442	23.325	23.565	3052351	2.15	693136	2.51	4.40		E-Citral
24	27.116	27.060	27.210	122859	0.09	30857	0.11	3.98		Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)- (CAS
25	27.407	27.340	27.500	174321	0.12	42821	0.16	4.07		Neryl acetate
26	28.245	28.165	28.335	301490	0.21	77031	0.28	3.91		Linalyl acetate
27	28.826	28.770	28.910	109737	0.08	28312	0.10	3.88		BETA-ELEMENE
28	30.113	30.035	30.200	218701	0.15	49438	0.18	4.42		trans-Caryophyllene
29	30.651	30.570	30.735	304161	0.21	74467	0.27	4.08		alpha-Bergamotene
30	33.508	33.420	33.590	478953	0.34	119883	0.43	4.00		E,E-ALPHA-FARNESENE
31	33.671	33.590	33.775	573893	0.40	133877	0.48	4.29	V	beta-Bisabolene
32	35.705	35.635	35.795	158878	0.11	35328	0.13	4.50		Germaacrene B (CAS) 1,5-Cyclodecadien
				141808470	100.00	27619325	100.00			

d. Kromatogram minyak atsiri kulit buah *C. hystrix* 0-100 mdpl



Peak Report TIC										
Peak#	R. Time	I. Time	F. Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Mark	Name
1	8.704	8.625	8.785	544006	0.35	168135	0.50	3.24		1-Phellandrene
2	8.995	8.895	9.095	3539303	2.30	1061754	3.18	3.33		.ALPHA-PINENE, (-)-
3	9.608	9.535	9.690	229105	0.15	64357	0.19	3.56		Camphene
4	10.490	10.350	10.590	25548830	16.59	5675076	17.00	4.50		Sabinene
5	10.736	10.590	10.830	41091478	26.68	8325424	24.95	4.94	V	2-BETA-PINENE
6	11.063	10.970	11.195	1618836	1.05	435883	1.31	3.71		.beta-Myrcene
7	11.538	11.535	11.655	84035	0.05	25337	0.08	3.32		Octanal (CAS) n-Octanal
8	11.791	11.730	11.865	129008	0.08	40872	0.12	3.16		1-Phellandrene
9	12.241	12.140	12.345	2617127	1.70	690878	2.07	3.79		.ALPHA TERPINENE
10	12.548	12.470	12.635	335813	0.22	86921	0.26	3.86		Benzene, methyl(1-methylethyl)- (CAS) C
11	12.796	12.650	12.990	17467634	11.34	3757099	11.26	4.65		dl-Limonene
12	14.025	13.910	14.125	4094558	2.66	1035959	3.10	3.95		.gamma-Terpinene
13	14.550	14.440	14.680	2384818	1.55	541748	1.62	4.40		LINALOOL OXIDE CIS
14	15.250	15.145	15.355	1565413	1.02	360132	1.08	4.35		.ALPHA-TERPINOLENE
15	15.833	15.735	15.990	3212170	2.09	691511	2.07	4.65		Linalool
16	16.313	16.245	16.390	142634	0.09	37462	0.11	3.81		ROSE OXIDE B
17	16.975	16.890	17.150	595634	0.39	120089	0.36	4.96		trans-Sabinene hydrate
18	17.789	17.705	17.890	318648	0.21	73277	0.22	4.35		trans-Sabinene hydrate
19	18.076	17.995	18.110	272128	0.18	69172	0.21	3.93		ISOPULEGOL 2
20	18.249	18.110	18.370	17139158	11.13	3489990	10.46	4.91	V	CITRONELLA
21	18.560	18.490	18.645	165027	0.11	38266	0.11	4.31		ISOPULEGOL 1
22	19.149	19.075	19.235	181323	0.12	42751	0.13	4.24		BORNEOL
23	19.575	19.415	19.690	10207459	6.63	2215801	6.64	4.61		3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl
24	20.199	20.075	20.375	5085348	3.30	1098502	3.29	4.63		.ALPHA TERPINENEOL
25	20.825	20.760	20.910	155078	0.10	37040	0.11	4.19		trans-Piperitol
26	21.653	21.480	21.825	12135286	7.88	2450805	7.34	4.95		.beta-Citronellol
27	22.659	22.585	22.730	193145	0.13	47089	0.14	4.10		trans-Geraniol
28	25.554	25.455	25.605	328520	0.21	77736	0.23	4.23		3,7-DIMETHYL-OCT-6-ENOIC ACID E
29	27.008	26.925	27.110	440867	0.29	107741	0.32	4.09		Citronellyl acetate
30	28.243	28.155	28.345	523746	0.34	118553	0.36	4.42		.alpha-Copaene
31	30.097	30.000	30.195	388593	0.25	86501	0.26	4.49		trans-Caryophyllene
32	32.603	32.530	32.685	142588	0.09	36677	0.11	3.89		GERMACRENE-D
33	34.086	33.995	34.195	800193	0.52	189131	0.57	4.23		.delta-Cadinene
34	35.228	35.140	35.340	338961	0.22	75656	0.23	4.48		Elemol
				154016470	100.00	33373325	100.00			

e. Kromatogram minyak atsiri kulit buah *C. hystrix* 400-500 mdpl



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Mark	Name
1	8.700	8.625	8.790	533738	0.35	166404	0.50	3.21		1-Phellandrene
2	8.891	8.895	9.090	3158561	2.09	924033	2.78	3.42		.ALPHA-PINENE, (-)
3	9.604	9.535	9.685	206373	0.14	60949	0.18	3.39		Camphene
4	10.483	10.350	10.580	21218468	14.01	4869737	14.64	4.36		Sabinene
5	10.728	10.580	10.820	39170541	25.86	8131634	24.45	4.82	V	(-)-.beta-Pinene
6	11.058	10.975	11.185	1630728	1.08	429547	1.29	3.80		.beta-Myrcene
7	11.584	11.515	11.655	165148	0.11	47400	0.14	3.48		Octanal (CAS) n-Octanal
8	11.785	11.715	11.875	310163	0.20	99173	0.28	3.33		1-Phellandrene
9	12.238	12.135	12.345	4238286	2.80	1113292	3.35	3.81		.ALPHA-TERPINENE
10	12.547	12.480	12.630	220304	0.15	56671	0.17	3.89		Benzene, methyl(1-methylethyl)- (CAS) (
11	12.813	12.650	12.995	28358375	18.72	5685854	17.10	4.99		dl-Limonene
12	14.027	13.905	14.140	6266244	4.14	1553255	4.67	4.03		.gamma-Terpinene
13	14.548	14.430	14.680	2686802	1.77	632655	1.90	4.25		LINALOOL OXIDE CIS
14	15.247	15.135	15.360	2295187	1.52	538910	1.62	4.26		.ALPHA-TERPINOLENE
15	15.835	15.720	15.980	4263943	2.82	972807	2.93	4.38		Linalool
16	16.027	15.980	16.110	118364	0.08	30028	0.09	3.94	V	Nonanal (CAS) n-Nonanal
17	16.970	16.885	17.130	704549	0.47	154313	0.46	4.57		trans-Sabinene hydrate
18	17.781	17.705	17.885	372472	0.25	87772	0.26	4.24		trans-Sabinene hydrate
19	18.060	17.995	18.110	216055	0.14	46332	0.14	4.66		ISOPULEGOL 2
20	18.217	18.110	18.325	8966561	5.92	2077879	6.25	4.32	V	CITRONELELLA
21	18.550	18.475	18.630	124717	0.08	30420	0.09	4.10		ISOPULEGOL 1
22	19.149	19.065	19.230	225695	0.15	51674	0.16	4.37		BORNEOL
23	19.581	19.415	19.705	13692469	9.04	2757002	8.29	4.97		3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl
24	20.206	20.070	20.380	6771650	4.47	1430947	4.30	4.73		.ALPHA-TERPINEOL
25	20.821	20.745	20.915	219881	0.15	50844	0.15	4.32		p-menth-2-en-1-ol
26	21.602	21.490	21.730	3734171	2.47	897345	2.70	4.16		.beta-Citronellol
27	27.008	26.925	27.095	286298	0.19	69746	0.21	4.10		Citronellyl acetate
28	28.239	28.150	28.350	460272	0.30	104129	0.31	4.42		.alpha-Copaene
29	30.091	30.015	30.185	192958	0.13	43457	0.13	4.44		trans-Caryophyllene
30	34.087	33.990	34.180	529511	0.35	120099	0.36	4.41		.delta-Cadinene
31	35.228	35.155	35.315	126149	0.08	27251	0.08	4.63		Elemol
				151464633	100.00	33255559	100.00			

Lampiran 6. Kadar komponen kimia minyak atsiri

Nama senyawa	Kadar (%)				
	<i>C. aurantifolia</i>			<i>C. hystrix</i>	
	0-100 mdpl	400-500 mdpl	1.200-1.300 mdpl	0-100 mdpl	400-500 mdpl
1-Phellandrene	0,39	0,22	0,42	0,35	0,35
α -Pinene	2,23	1,90	2,14	2,30	2,09
Camphene	0,14	0,12	0,11	0,15	0,14
Sabinene	3,21	2,23	2,41	16,59	14,01
2- β -Pinene	23,44	22,39	23,84	26,68	25,86
6-Methyl-5-hepten-2-one	0,10	0,13	0,10	-	-
β -Mycrene	1,17	1,05	0,84	1,05	1,08
Octanal (CAS) n-Octanal	0,07	0,09	0,09	0,05	0,11
α -Terpinene	0,68	0,56	0,61	1,70	2,80
Benzene, methyl(1-methylethyl)-(CAS)	2,23	1,33	1,61	0,22	0,15
dl-Limonene	46,08	47,88	43,88	11,34	18,72
cis-Ocimene	0,14	0,11	-	-	-
1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl, (E)- (CAS)	0,47	0,31	0,13	-	-
γ -Terpinene	9,12	5,77	13,03	2,66	4,14
α -Terpinolene	0,70	0,54	0,73	1,02	1,52
Linalool	0,49	0,67	0,44	2,09	2,82
Citronella	0,11	0,07	-	11,13	5,92
3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylene)	1,61	1,54	1,53	6,63	9,04
β -Fenchyl alcohol	1,05	1,38	1,46	-	-
Decanal (CAS) n-Decanal	0,30	0,33	0,34	-	-
Nerol	0,26	0,58	0,31	-	-
β -Citronellol	0,11	0,12	0,10	7,88	2,47
Z-Citral	1,83	1,60	1,73	-	-
Nerol	0,35	0,50	-	-	-
E-Citral	2,26	2,01	2,15	-	-
Neryl acetate	0,14	0,28	0,12	-	-
Linalyl acetate	0,27	0,33	0,21	-	-
trans-Caryophyllene	0,28	0,84	0,15	0,25	0,13
α -Bergamotene	0,22	0,73	0,21	-	-
E,E- α -Farnesene	0,14	1,05	0,34	-	-
β -Bisabolene	0,41	1,44	0,40	-	-
Herboxide second isomer	-	0,17	-	-	-
Δ -Elemene	-	0,15	-	-	-

β -Elemene	-	0,35	0,08	-	-
γ -Elemene	-	0,14	-	-	-
α -Humulene	-	0,11	-	-	-
Germacrene-D	-	0,07	-	0,09	-
α -Selinene	-	0,13	-	-	-
trans- α -Bisabolene	-	0,11	-	-	-
Germacrene B(CAS) 1,5-Cyclodecadiene	-	0,36	0,11	-	-
4,4-Dimethyl-3-(3- methyl-3-buten-1-ylide	-	0,15	-	-	-
cis-Farnesol	-	0,15	-	-	-
Phenol, 2-metoksi-3-(2- propenyl)-(CAS)	-	-	0,09	-	-
Rose Oxide B	-	-	-	0,09	-
trans-Sabinene hydrate	-	-	-	0,39	0,47
Isopulegol 2	-	-	-	0,18	0,14
Isopulegol 1	-	-	-	0,11	0,08
Burneol L	-	-	-	0,12	0,15
α -Terpineol	-	-	-	3,30	4,47
trans-Piperitol	-	-	-	0,10	-
trans-Geraniol	-	-	-	0,13	-
3-7-Dimethyl-Oct-6- Enoic Acide E	-	-	-	0,21	-
Citronellyl acetate	-	-	-	0,29	0,19
α -Copaene	-	-	-	0,34	0,30
Δ -Cadinene	-	-	-	0,52	0,35
Elemol	-	-	-	0,22	0,08
Linalool Oxide Cis	-	-	-	1,55	1,77
Nonanal (CAS) n- Nonanal	-	-	-	-	0,08
p-menth-2-n-1-ol	-	-	-	-	0,15



LAPORAN HASIL UJI*
(ANALYSIS REPORT)

Nomor : 062/BPSMB-A/LHU/V/2022

Nama Pelanggan : Yodi Ari Stiawan
Customer Name

Alamat : Fakultas Sains & Teknologi UIN Ar-Raniry Darussalam – Banda Aceh
Address

Jenis Contoh : Minyak Kulit Buah Jeruk Nipis dan Minyak Kulit Jeruk Purut
Sample Identification

Tanggal Terima : 9 Mei 2022
Received On

Tanggal Pengujian : 10 s/d 11 Mei 2022
Tested On

Tanggal Selesai Pengujian : 11 Mei 2022
Finished On

Hasil Pengujian :
Test Result

NO.	PARAMETER UJI ANALYSIS PARAMETER	SATUAN UNIT	HASIL PENGUJIAN ANALYSIS RESULT	METODE PENGUJIAN TEST METHOD
	dl-Limonene (C ₁₀ H ₁₆)			G C M S
1.	001/MKJ/22 – Minyak Jeruk Nipis SP3	%	46,08	
2.	002/MKJ/22 – Minyak Jeruk Nipis Tangse	%	47,88	
3.	003/MKJ/22 – Minyak Jeruk Nipis Bebesan	%	43,88	
4.	004/MKJ/22 – Minyak Jeruk Purut SP3	%	11,34	
5.	005/MKJ/22 – Minyak Jeruk Purut Tangse	%	18,72	

- Laporan Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
- Analysis report only valid for the tested samples
- Laporan ini berlaku selama 90 hari sejak tanggal 11 Mei s/d 9 Agustus 2022
- This analysis report valid for 90 days from the date 11th May to 9th August 2022
- Dilarang menggandakan laporan ini tanpa izin tertulis dari Laboratorium Penguji BPSMB Aceh
- This analysis report shall not be reproduced, without the written approval from Laboratory BPSMB Aceh

Kepala UPTD BPSMB
Dinas Perindustrian Dan Perdagangan Aceh

Manajer Puncak
Top Manager

ZULFIKAR, ST, MSP
NIP. 19760212 200212 1 008

Banda Aceh, 11 Mei 2022

Manajer Teknis
Technical Manager

MUNAWAR CHOLIL, ST
NIP. 19760213 200904 1 001