

**MIKROENKAPSULASI MINYAK ATSIRI DAUN JERUK NIPIS
(*Citrus aurantifolia*) MENGGUNAKAN PENYALUT
MALTODEKSTRIN DAN KITOSAN DENGAN PROSES *FREEZE*
DRYING SEBAGAI ANTIBAKTERI *Pseudomonas aeruginosa***

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains
(S.Si.) Program Studi Kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta**



diajukan oleh:

**INDAH WULANDARI
No Mhs: 17612049**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

**MIKROENKAPSULASI MINYAK ATSIRI DAUN JERUK NIPIS
(*Citrus aurantifolia*) MENGGUNAKAN PENYALUT
MALTODEKSTRIN DAN KITOSAN DENGAN PROSES *FREEZE
DRYING* SEBAGAI ANTIBAKTERI *Pseudomonas aeruginosa***

SKRIPSI

Yang diajukan oleh:

INDAH WULANDARI

No Mhs: 17612049


Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Prodi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 26 Januari 2022

Dewan Penguji

1. Dr. Dwiarso Rubiyanto, M.Si.
2. Muhammad Miqdam Musawwa, S.Si., M.Sc.
3. Amri Setyawati, S.Si., M.Sc.
4. Dr. Habibi Hidayat, S.Pd., M.Si.

Tanda Tangan



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan rasa syukur, dengan selesainya skripsi ini Penulis mempersembahkan kepada:

1. Keluarga besar Penulis yang telah senantiasa membantu secara finansial dan emosional dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.
2. Segenap civitas akademik, staf pengajar, karyawan, dan seluruh mahasiswa kampus Universitas Islam Indonesia semoga tetap semangat dalam beraktivitas.
3. Teman-teman Penulis Jurusan Kimia angkatan 2017, kakak tingkat, dan adik tingkat pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia maupun dari fakultas dan universitas lain yang telah memberikan motivasi, arahan, dan masukan hingga dapat terselesaikan Skripsi ini.

“Jangan Pernah Menyerah Dalam Ujian Hidup karena Hidup Penuh dengan
Cobaan. Jika Mendapatkan Kegagalan atau *Dark Life* walaupun Pernah
Merasa Putus Asa Ayo Bangkit Kembali karena Allah Ingin Melihatmu
Kuat Baik Jiwa maupun Ragamu”

–Indah Wulandari

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Indah Wulandari

NIM : 17612049

Program Studi : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul “**Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Menggunakan Penyalut Maltodekstrin dan Kitosan dengan Proses *Freeze Drying* sebagai Antibakteri *Pseudomonas aeruginosa***” bersifat asli dan tidak berisi material yang diterbitkan sebelumnya kecuali referensi yang disebutkan didalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dalam penulisan lain, maka penulis tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam skripsi ini.

Apabila dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan yang dibuat dengan sesungguhnya dan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta, 26 Januari 2022



Indah Wulandari

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi 'alamin. Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Menggunakan Penyalut Maltodekstrin dan Kitosan dengan Proses *Freeze Drying* sebagai Antibakteri *Pseudomonas aeruginosa*”** yang merupakan kewajiban bagi Mahasiswa program Sarjana Strata-1 (S-1) Studi Kimia. Dalam skripsi ini, Penulis telah banyak mendapatkan bantuan serta dukungan. Oleh karena itu, Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi kelancaran dan petunjuk bagi hambaNya.
2. Syekh Muhammad Abdul Gaos Saefulloh Al Qodari (Guru Besar Mursyid Pondok Pesantren Sirnarasa) yang selalu mendoakan setiap perjalanan hidup dalam penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Orang tua yang selalu mendoakan, memberi bimbingan, dukungan, motivasi, semangat, serta prasarana dalam menunjang penyusunan skripsi.
4. Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas.
5. Dr. Dwiwarso Rubiyanto, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia.
6. Dr. Dwiwarso Rubiyanto, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan terkait penelitian skripsi.
7. Muhammad Miqdam Musawwa, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan terkait penelitian skripsi.
8. Matkli Dimas Astrianto Saputro, S.Pd.Si. selaku Laboran ahli CEOS yang telah memberikan arahan terkait isolasi minyak atsiri.

9. Tohari, S.Si. selaku Laboran Riset Kimia yang telah membantu dan memberiarahan terkait penelitian. Nur Isnaini, S.Si. selaku Laboran Riset Kimia yang telah membantu dan memberi arahan terkait penelitian.
10. Hartanto selaku Laboran Teknologi Farmasi yang telah membantu dan memberi arahan terkait penggunaan instrumen *Ultra Turrax*.
11. Riyanto, A.Md. selaku Laboran Biologi Farmasi yang telah membantu dan memberi arahan terkait penggunaan instrument *Freeze Dryer*.
12. Yon Haryanto, STP. Selaku Laboran Biologi Farmasi yang telah membantudan memberi arahan terkait penggunaan instrument *Freeze Dryer*.
13. Sahabat tercinta yang telah membantu dari segi tenaga maupun fasilitas dalam penelitian.

Yogyakarta, 26 Januari 2022



Indah Wulandari

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis	4
2.2 Bahan Penyalut Untuk Mikroenkapsulasi.....	5
2.3 Teknik Pengeringan Menggunakan <i>Freeze Drying</i>	6
BAB III DASAR TEORI	7
3.1 .Minyak Atisiri Daun Jeruk Nipis	7
3.1.1 Karakteristik Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis	7
3.1.2 Manfaat Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis	9
3.2 Isolasi Minyak Atsiri.....	10
3.2.1. Distilasi Air (Rebus).....	10

3.2.2. Distilasi Uap Air (Kukus)	11
3.2.3. Distilasi Uap	11
3.3 Bahan Penyalut Kitosan	11
3.4 Bahan Penyalut Maltodekstrin	12
3.5 Enkapsulasi	12
3.5.1. Teknik Enkapsulasi	12
3.5.2. Metode <i>Freeze Drying</i>	13
3.5.3. Mikroenkapsulasi	14
3.6 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15
3.7 Antibakteri	16
3.7.1. Pengujian Aktivitas Antibakteri	16
3.8 GCMS (<i>Gas Chromatography-Mass Spectrometer</i>).....	17
3.9 PSA (<i>Particle Size Analyzer</i>).....	17
3.10 SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	18
BAB IV METODE PENELITIAN	20
4.1 Bahan	20
4.2 Alat.....	20
4.3 Cara Kerja	20
4.3.1 Isolasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis	20
4.3.2 Uji Kualitas Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis	21
4.3.3 Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis.....	21
4.3.4 Pengeringan Sampel dengan Instrumen <i>Freeze Dryer</i>	21
4.3.5 Analisis Senyawa Pada Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis Setelah <i>Freeze Drying</i>	22
4.3.6 Analisis Ukuran Partikel dengan PSA	22
4.3.7 Analisis Morfologi dengan SEM.....	22
4.3.8 Pengujian Aktivitas Antibakteri dengan Metode Difusi Sumuran	22

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	23
5.1 Determinasi Daun Jeruk Nipis	23
5.2 Isolasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis.....	23
5.3 Uji Kualitas Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis.....	26
5.4 Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis	30
5.5 Pengeringan Sampel dengan Instrumen <i>Freeze Dryer</i>	32
5.6 Analisis Senyawa Pada Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis Setelah <i>Freeze Drying</i>	35
5.7 Analisis Ukuran Partikel dengan PSA	38
5.8 Analisis Morfologi dengan SEM	40
5.9 Pengujian Aktivitas Antibakteri dengan Metode Difusi Sumuran.....	43
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
6.1 Kesimpulan	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daun Jeruk Nipis.....	7
Gambar 2. Struktur Kimia (a) Limonene (b) Geranial.....	9
Gambar 3. Kitin yang Terdeasetilasi Menjadi Kitosan.....	11
Gambar 4. Mikroenkapsulasi	14
Gambar 5. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15
Gambar 6. Seperangkat Instrumen GCMS	17
Gambar 7. Instrumen PSA (<i>Particle Size Analyzer</i>).....	17
Gambar 8. Interaksi Antara Bahan dan Elektron Di Dalam SEM	18
Gambar 9. a) Daun Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>) dan (b) Pohon Jeruk Nipis.....	23
Gambar 10. Proses Distilasi Kukus.....	25
Gambar 11. Kromatogram Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis.....	29
Gambar 12. Proses Homogenisasi Bahan Penyalut dengan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis dengan <i>Ultra Turrax</i> merk IKA T18 Basic	31
Gambar 13. Hasil Mikroenkapsulasi dengan <i>Ultra-Turrax</i>	31
Gambar 14. Instrumen <i>Freeze Dryer</i> merk TOPT-10B.....	32
Gambar 15. Hasil <i>Freeze Drying</i> Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis	34
Gambar 16. Kromatogram GCMS Mikroenkapsulan Variasi A.....	36
Gambar 17. Kromatogram GCMS Mikroenkapsulan Variasi B.....	37

Gambar 18. Kromatogram GCMS Mikroenkapsulan Variasi C.....	38
Gambar 19. Morfologi Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis Variasi A (2,5:5).....	40
Gambar 20. Morfologi Mikroenkapsulan Minyak Daun Jeruk Nipis	42
Gambar 21. Morfologi Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Dari Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin Benth</i>) sebagai Antijamur <i>Candida albicans</i>	42
Gambar 22. Zona Bening Pada Mikroenkapsulan Perbandingan Maltodekstrin: Kitosan A (2,5:5), B (3,75:3,75), C (5:2,5).....	44

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 1. Komposisi Senyawa Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis</i>	8
<i>Tabel 2. Perbandingan Hasil Uji Kualitas Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis ..</i>	27
<i>Tabel 3. Senyawa Pada Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis</i>	29
<i>Tabel 4. Perbandingan Massa Mikroenkapsulan</i>	35
<i>Tabel 5. Komposisi Senyawa Pada Mikroenkapsulan Variasi A.....</i>	36
<i>Tabel 6. Komposisi Senyawa Pada Mikroenkapsulan Variasi B.....</i>	37
<i>Tabel 7. Komposisi Senyawa Pada Mikroenkapsulan Variasi C.....</i>	38
<i>Tabel 8. Ukuran Partikel Mikroenkapsulan Variasi A (2,5:5)</i>	39

**MIKROENKAPSULASI MINYAK ATSIRI DAUN JERUK NIPIS
(*Citrus aurantifolia*) MENGGUNAKAN PENYALUT
MALTODEKSTRIN DAN KITOSAN DENGAN PROSES *FREEZE
DRYING* SEBAGAI ANTIBAKTERI *Pseudomonas aeruginosa***

INTISARI
Indah Wulandari
17612049

Telah dilakukan penelitian mikroenkapsulasi minyak atsiri daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) menggunakan penyalut maltodekstrin dan kitosan dengan proses *freeze drying* sebagai antibakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Proses mikroenkapsulasi menggunakan variasi penyalut maltodekstrin dan kitosan yang merupakan perpaduan yang efektif dalam mengikat bahan inti dalam minyak atsiri daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*). Metode *freeze drying* atau pengeringan beku adalah metode pengeringan yang berguna untuk mengeringkan bahan yang sensitif terhadap suhu panas sehingga metode *freeze drying* sangat cocok untuk mengeringkan mikroenkapsulan daun jeruk nipis dalam mempertahankan senyawa utama dalam minyak atsiri. Hasil dari uji aktivitas antibakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan metode difusi sumuran didapat hasil terbaik pada variasi 2,5 gram maltodekstrin: 5 gram kitosan sebesar 13,49 mm dan 12,28 mm.

Kata Kunci: Mikroenkapsulasi, *Freeze Drying*, Maltodekstrin, Kitosan, Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*.

**MICROENCAPSULATION OF LIME LEAVE ESSENTIAL OIL
(*Citrus aurantiifolia*) USING MALTODEXTRIN AND CHITOSAN
COATING USING FREEZE DRYING PROCESS AS
ANTIBACTERIA *Pseudomonas aeruginosa***

ABSTRACT

Indah Wulandari

17612049

Research has been carried out on microencapsulation of lime leaf essential oil (*Citrus aurantiifolia*) using maltodextrin and chitosan coatings with freeze drying process as antibacterial *Pseudomonas aeruginosa*. The microencapsulation process uses a variety of maltodextrin and chitosan coatings which are an effective combination in binding the core ingredients in the essential oil of lime leaf (*Citrus aurantiifolia*). A freeze-drying method is a drying method that is useful for drying materials that are sensitive to heat, so the freeze-drying method is very suitable for drying lime leaf microencapsulation in retaining the main compounds in essential oils. The results of the antibacterial activity test of *Pseudomonas aeruginosa* with the well diffusion method obtained the best results in the variation of 2.5 grams of maltodextrin: 5 grams of chitosan of 13.49 mm and 12.28 mm.

Keywords: Microencapsulation, Freeze-Drying, Maltodextrin, Chitosan, *Pseudomonas aeruginosa* Bacteria.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati salah satunya jenis tumbuhan obat. Tumbuhan obat yang banyak digunakan oleh masyarakat merupakan tumbuhan yang memiliki senyawa metabolit sekunder yaitu vitamin C, flavonoid, betakaroten, dan albumin (Vaya dan Aviram, 2001). Tumbuhan obat banyak diolah secara tradisional maupun modern dalam industri obat, industri makanan, dan industri jamu. Beberapa tumbuhan obat yang memiliki kandungan minyak atsiri yaitu kunyit, jahe, kencur, daun sirih merah, daun sirih hijau, daun jeruk nipis, daun jeruk purut, jeruk nipis, dan jeruk purut (Mulyani, Sri, dkk., 2021).

Beberapa masyarakat memanfaatkan daun jeruk nipis sebagai obat, minuman tradisional, dan ada yang tidak dimanfaatkan atau dibuang sia-sia. Daun jeruk nipis memiliki kandungan minyak atsiri yang bermanfaat bagi tubuh manusia (Sarwono, B., 2001). Minyak atsiri memiliki sifat yang mudah menguap dan memiliki komposisi maupun titik didih yang beragam dari berbagai tanaman (Kalemba dan Kunicka, 2003). Minyak atsiri memiliki aroma yang khas dan diperoleh dari bagian-bagian tanaman seperti daun, bunga, buah, biji, kulit biji, batang, dan akar (Efendi dan Widjanarko, 2014).

Minyak atsiri pada umumnya digunakan sebagai penambah aroma makanan, minuman, dan kosmetik. Selain itu, minyak atsiri digunakan sebagai antibiotik, antijamur, dan antibakteri (Kalemba dan Kunicka, 2003). Salah satu minyak atsiri di bidang kesehatan, khususnya sebagai antibakteri yaitu minyak atsiri dari daun jeruk nipis. Minyak atsiri daun jeruk nipis memiliki sifat antibakteri dan antijamur (Razak, dkk., 2013; Chanthapon, dkk., 2008).

Salah satunya minyak atsiri jeruk nipis memiliki sifat antibakteri (Razak, dkk., 2013). Antibakteri merupakan senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang merugikan (Sulistyo, 1971). Pengujian sifat antibakteri

bertujuan untuk mengetahui sifat antibakteri yang dihasilkan dari inkubasi media uji yang diperoleh (Ningsih, dkk., 2013). Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi dan metode pengenceran (Hermawan, dkk., 2007).

Selain itu, minyak atsiri sangat mudah menguap dan cepat rusak. Agar minyak atsiri daun jeruk nipis tidak mudah menguap ataupun rusak, maka dilakukan mikroenkapsulasi dengan bahan penyalut maltodekstrin dan kitosan. Enkapsulasi merupakan teknik untuk menyalut suatu senyawa aktif padat, cair, gas, atau sel dengan suatu bahan pelindung yang dapat mengurangi kerusakan suatu senyawa aktif tersebut (Kailasapathy, 2002). Enkapsulasi memiliki dua ukuran yaitu nanoenkapsulasi (dengan rentang 10-1000 nm) dan mikroenkapsulasi (dengan rentang 3-800 μm) (Ezhilarasi, dkk., 2012). Bahan penyalut yang dipakai yaitu maltodekstrin, karena memiliki viskositas yang rendah pada padatan isi tinggi dan kelarutan yang baik (Gharsallaoui, dkk., 2007). Pada industri makanan dan minyak atsiri telah banyak menggunakan pati dan bahan berbasis pati (pati termodifikasi, maltodekstrin, dan β -siklodekstin) untuk mempertahankan dan melindungi senyawa *volatile* (Madene, dkk., 2006). Sedangkan, kitosan memiliki senyawa bioaktif yang berasal dari struktur kitosan dan memiliki sifat-sifat seperti antitumor, antijamur, antimikroba, dan antioksidan. Selain itu, memiliki sifat yang tidak beracun, biodegradabilitas, biokompatibilitas, dan nonantigenik (Moreno, dkk., 2005; Khan, dkk., 2002).

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan mikroenkapsulasi dari bahan penyalut maltodekstrin dan kitosan dengan minyak atsiri daun jeruk nipis dan dilakukan pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dibuat suatu perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan mikroenkapsulasi minyak atsiri daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*)?

2. Bagaimana karakteristik mikroenkapsulan minyak daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang diperoleh?
3. Apakah mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dapat diaplikasikan sebagai antibakteri *Pseudomonas aeruginosa*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari pertanyaan-pertanyaan dalam rumusan masalah, maka dapat dipaparkan tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui proses pembuatan mikroenkapsulasi minyak atsiri daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*).
2. Mengetahui karakteristik mikroenkapsulan minyak daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang diperoleh.
3. Mengetahui mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dapat diaplikasikan sebagai antibakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan sebagai berikut:

1. Memberikan informasi proses pembuatan mikroenkapsulasi minyak atsiri daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*).
2. Memberikan informasi karakteristik mikroenkapsulan minyak daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang diperoleh.
3. Memberikan informasi mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dapat diaplikasikan sebagai antibakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Menurut Widowati, dkk., 2012, bahwa kandungan kimia yang terdapat pada daun jeruk nipis memiliki banyak kandungan senyawa bioaktif, diantaranya alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, tanin, steroid, dan limonoida. Kandungan senyawa aktif yang terdapat pada daun jeruk nipis banyak digunakan sebagai obat tradisional. Bahwa minyak atsiri daun jeruk nipis yang dihasilkan dari proses distilasi uap keseluruhan mengandung 15 komponen yaitu golongan monoterpen hidrokarbon (α -pinen, β -pinen, β -mirsen, limonen, *Z*-osimen, dan β -osimen), monoterpen teroksigenasi (*linalool*, *sitronelal*, *neral*, *geranial*, *neril asetat*, dan *geranil asetat*), *seskuiiterpen hidrokarbon* (β -elemen, β -kariofilen) dan metil heptenon (Aziz, Nabila Abdul, 2015).

Terbukti minyak daun jeruk nipis memiliki berbagai manfaat seperti menghilangkan bau badan, mengobati ambeien, mengobati perut mulas saat haid, mengobati disentri, menghilangkan keriput wajah, mengobati influenza, mengobati sembelit, mengobati terlambatnya haid, mengobati sesak napas, dan mengobati amandel (AgroMedia, 2008). Selain itu, hasil ekstraksi daun jeruk nipis dan hasil distilasi minyak atsiri daun jeruk nipis menunjukkan adanya aktivitas signifikan terhadap sembilan bakteri patogenik pada manusia antara lain *Bacillus cereus*, *Enterobacter faecalis*, *Salmonella paratyphi*, *S. aureus*, *Eschericia coli*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Serratia marescens*. Minyak atsiri daun jeruk nipis menunjukkan adanya aktivitas antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak daun jeruk nipis. Adapun aktivitas antibakteri minyak atsiri daun jeruk nipis yang tergantung oleh konsentrasi yang digunakan. Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) minyak atsiri ditemukan pada penelitian tersebut adalah 0,25% (Reddy, dkk., 2012). Minyak atsiri daun jeruk nipis menunjukkan adanya

aktivitas antimikroba yang terhadap bakteri, khususnya bakteri gram positif dan *Candida sp* (Costa, dkk., 2014).

2.2 Bahan Penyalut Untuk Mikroenkapsulasi

Menurut Gharsallaoui, dkk., 2007, bahwa bahan penyalut merupakan bahan yang berfungsi untuk melapisi bahan aktif agar menutupi rasa dan bau yang kurang sedap; memberikan perlindungan dari pengaruh lingkungan seperti cahaya, oksigen, dan panas; meningkatkan stabilitas; dan mencegah terjadi penguapan. Bahan penyalut yang baik harus memiliki sifat yang larut dalam air, biodegradabel, membentuk larutan dengan viskositas rendah, dan menghasilkan serbuk dengan sifat tertentu (tidak bersifat higroskopis, tidak berpori, mudah larut, stabil dan lain-lain), murah, mudah dikeringkan dan tidak reaktif (Martin, dkk., 2010). Bahan penyalut dikelompokkan berdasarkan asal/sumber bahan yaitu karbohidrat, protein, lemak, gum, dan selulosa (Madene, dkk., 2006).

Bahan pembentuk dinding yang digunakan pada proses mikroenkapsulasi dapat berupa karbohidrat dengan berat molekul yang rendah, siklodekstrin, gelatin, gum arab, dan whey protein (Estevinho, dkk., 2013). Pemilihan bahan penyalut dapat didasari oleh sifat fisik dan kimia bahan inti (porositas kelarutan, viskositas, kemampuan membentuk film) dan biaya bahan tersebut (Costa, dkk., 2014). Bahan penyalut golongan karbohidrat seperti pati, maltodekstrin, tepung jagung, dan gum arab, yang memiliki keunggulan yaitu memiliki viskositas yang rendah pada padatan isi tinggi dan kelarutan yang baik (Gharsallaoui, dkk., 2007). Pada industri makanan dan minyak atsiri telah banyak menggunakan pati dan bahan berbasis pati (pati termodifikasi, maltodekstrin dan β -siklodekstin) untuk mempertahankan dan melindungi senyawa *volatile* (Madene, dkk., 2006).

Selain itu, kitosan dapat menjadi bahan penyalut karena kitosan berasal dari kitin yang terdeasetilasi dan termasuk polimer alami. Kitosan memiliki sifat polikationik dan dapat larut pada larutan asam lemah tetapi tidak larut pada pH netral (Sudarshan, dkk., 1992). Selain itu, kitosan memiliki senyawa bioaktif yang berasal dari struktur kitosan dan memiliki sifat-sifat seperti antitumor, antijamur,

antimikroba, dan antioksidan. Selain itu, memiliki sifat tidak beracun, biodegradabilitas, biokompatibilitas, dan nonantigenik (Moreno, dkk., 2005; Khan, dkk., 2002).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Zehn, 2016, bahwa menggunakan bahan penyalut kitosan untuk melindungi bahan inti minyak atsiri cengkeh didapatkan hasil berupa emulsi minyak cengkeh yang memiliki karakteristik berwarna putih susu homogen untuk semua sampel. Pada penelitian tersebut hanya sebatas emulsi, sehingga diameter bahan yang terukur yaitu tergolong diameter mikroemulsi. Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Saloko, dkk., 2013, menggunakan maltodekstrin dan kitosan untuk enkapsulasi asap cair dan berhasil membuat produk tepung asap.

2.3 Teknik Pengeringan Menggunakan *Freeze Drying*

Enkapsulasi memiliki delapan teknik yaitu *spray drying*, penguapan pelarut, *freeze drying*, koekstruksi, polimerisasi, *fluidized bed* cairan superkritikal, dan teknik koaservas (Silitonga dan Berlian, 2014). Teknik enkapsulasi yang paling baik untuk minyak atsiri adalah *freeze drying* atau pengeringan beku (Martin, dkk., 2010).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Minemoto, dkk., 1997, bahwa pada perbandingan pengeringan beku dan pengeringan panas didapatkan hasil yaitu pengeringan beku lebih baik dari pada pengeringan panas dan mentil linoleat yang telah dienkapsulasi dengan menggunakan metode *freeze drying* atau pengeringan beku lebih lambat teroksidasi dan tidak berubah selama masa penyimpanan dibandingkan oksidasi dari mentil linoleat. Pada bahan inti yaitu mentil linoleat yg disalut dengan salah satu jenis polimer yaitu gum arab.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

3.1.1 Karakteristik Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Jeruk nipis (*Citrus aurantiifolia*) merupakan jenis tumbuhan perdu yang memiliki banyak dahan dan ranting. Memiliki batang pohon berkayu ulet, berduri, dan keras. Bentuk daunnya ellips dengan pangkal membulat, ujung tumpul, dan tepi beringgit. Panjang daunnya 2,5-9 cm dan lebarnya 2-5 cm sedangkan tulang daunnya menyirip dengan tangkai bersayap, hijau, dan lebar 5-25 mm (Gendrowati, 2014; Latief, 2014). Tanaman jeruk nipis dapat tumbuh di tempat yang memperoleh sinar matahari langsung (Sarwono, 2001).



Gambar 1. Daun Jeruk Nipis

Klasifikasi tanaman jeruk nipis (Ferguson, 2002)

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rutales
Famili : Rutaceae
Genus : Citrus

Species : Citrus aurantiifolia Swingle

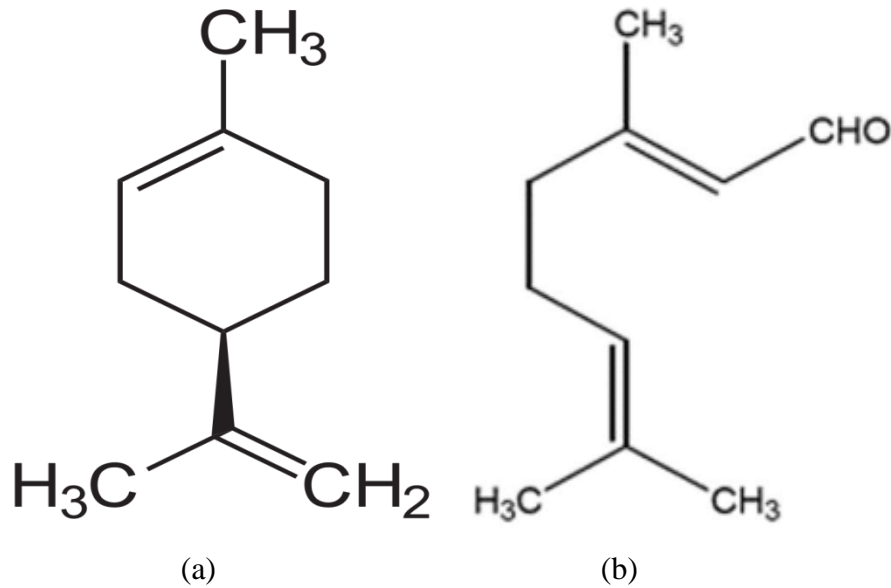
Kandungan kimia yang terdapat pada daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) adalah alkaloid, polisakarida flavonoid, tannin, dan minyak atsiri (Hutapea, 2000). Minyak daun jeruk nipis merupakan minyak atsiri yang diekstrak dari daun jeruk nipis. Minyak ini memiliki aroma yang khas seperti buah jeruk nipis segar yang baru dikupas.

Tabel 1. *Komposisi Senyawa Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis*

<u>Nama Senyawa</u>
A-Pinene
Camphene
Sabinene
B-Pinene
Myrcene
δ -3-carenene
Limonene
Z- β -oeimene
Gama-Terpinene
Terpinolene
Isocamphenel
β -elemene
β -caryophyllene
α -humulene
Germacrene D
β -bisabolene
δ -cadinene
E-pinocarveol
Borneol
Terpinen-4-ol
Myrterial
α -terpineol
Citronellol
Nerol
Neral
Geraniol
Geranial
Neryl Acetate
Caryophyllene oxide
δ -eudesmol

(Dongmo, dkk., 2009)

Berdasarkan Tabel 1. Menunjukkan komposisi senyawa minyak atsiri daun jeruk nipis sebanyak 30 senyawa (Dongmo, dkk., 2009). Struktur kimia senyawa dominan pada minyak atsiri daun jeruk nipis ditunjukkan dapat di lihat pada Gambar 2. (Dongmo, dkk., 2009).



Gambar 2. Struktur Kimia (a) Limonene (b) Geranial

3.1.2 Manfaat Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Minyak daun jeruk nipis memiliki berbagai manfaat seperti menghilangkan bau badan, mengobati ambeien, mengobati perut mulas saat haid, mengobati disentri, menghilangkan keriput wajah, mengobati influenza, mengobati sembelit, mengobati terlambatnya haid, mengobati sesak napas, dan mengobati amandel (AgroMedia, 2008).

Ekstrak daun jeruk nipis dan distilasi minyak atsiri daun jeruk nipis menunjukkan aktivitas signifikan terhadap Sembilan bakteri patogenik pada manusia antara lain *Bacillus cereus*, *Enterobacter faecalis*, *Salmonella paratyphi*, *S. aureus*, *Eschericia coli*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Serratia marescens*. Minyak atsiri daun jeruk nipis menunjukkan adanya aktivitas antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak daun jeruk nipis. Adapun aktivitas

antibakteri minyak atsiri daun jeruk nipis tergantung oleh konsentrasi yang digunakan. Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) minyak atsiri ditemukan pada penelitian tersebut adalah 0,25% (Reddy, dkk., 2012). Minyak atsiri daun jeruk nipis menunjukkan adanya aktivitas antimikroba yang terhadap bakteri, khususnya bakteri gram positif dan *Candida sp* (Costa, dkk., 2014).

3.2 Isolasi Minyak Atsiri

Isolasi minyak atsiri dari suatu bahan alam dapat dilakukan dengan cara ekstraksi dengan pelarut organik dan distilasi. Metode secara distilasi dapat dilakukan dengan menggunakan distilasi dengan air, distilasi dengan uap, dan distilasi dengan uap dan air atau kukus (Astuti, 2006).

Distilasi merupakan proses pemisahan komponen dapat berupa cairan atau padatan yang membedakan berdasarkan titik didih dari masing-masing zat tersebut. Dalam industri minyak atsiri dikenal tiga macam metode penyulingan, yaitu (Julianto, Tatang S., 2016):

1. Distilasi Air (*water distillation*).
2. Distilasi Kukus (*steam and water distillation*).
3. Distilasi Uap (*steam distillation*).

3.2.1 Distilasi Air (Rebus)

Pada metode distilasi rebus, bahan yang akan disuling kontak langsung dengan air atau terendam secara sempurna. Cirri khas pada metode ini adalah kontak langsung antara bahan yang akan disuling dengan air mendidih (Guenther, 1970; Apriyani, 2009).

Pada metode ini yang menjadi focus adalah jumlah air yang ada pada ketel. Prakiraan waktu penyulingan dengan jumlah air perlu diperhitungkan karena bila tidak diperhatikan maka akan terjadi gosong dan berdampak pada kualitas minyak (de Silva, 1995). Pada penyulingan ini biasanya untuk bahan yang mudah menggumpal dan biasanya disuling dalam bentuk serbuk, dan lebih cocok untuk beberapa material dari kayu seperti massoi atau gaharu (Noor Azian, 2000).

3.2.2 Distilasi Uap air (Kukus)

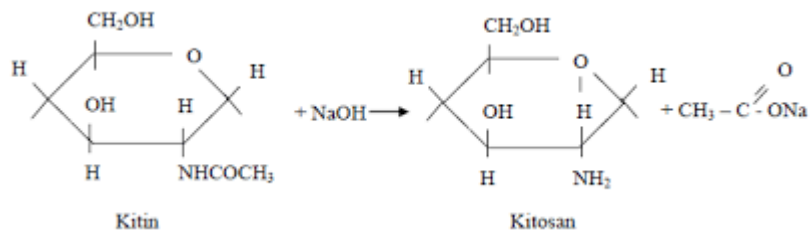
Pada metode distilasi kukus, bahan diletakkan di atas rak-rak atau saringan berlubang. Ketel suling diisi air sampai dengan batas dibawah saringan (Guenther, 1952). Prinsip dasarnya seperti mengukus makanan atau nasi. Material kontak dengan uap yang tidak terlalu panas namun jenuh yang dihasilkan dari air yang mendidih di bawah saringan (Julianto, Tatang S., 2016).

3.2.3 Distilasi Uap

Pada metode distilasi uap terdapat 3-unit bagian, yaitu ketel bahan baku, boiler, dan kondensor. Jenis penyulingan ini lebih modern daripada 2 jenis penyulingan air atau kukus. Dapur uap dibentuk di dalam boiler dengan cara memanaskan air hingga tekanan tertentu yang ditunjukkan oleh manometer yang telah dipasang dalam boiler. Setelah tekanan uap yang diinginkan tercapai maka uap jenuh siap dialirkan ke dalam ketel bahan baku. Lebih cocok untuk menyuling bahan-bahan seperti dedaunan dan serpihan kayu (Julianto, Tatang S., 2016).

3.3 Bahan Penyalut Kitosan

Kitosan merupakan kitin yang terdeasetilasi dan termasuk polimer alami (Sudarshan, dkk., 1992).



Gambar 3. Kitin yang Terdeasetilasi Menjadi Kitosan

Kitosan memiliki sifat polikationik dan dapat larut pada larutan asam lemah tetapi tidak larut pada pH netral (Sudarshan, dkk., 1992). Senyawa β -1,4-2-amino-2 dioksi- β -D-glukosa (D-glukosamin terdeasetilasi) dan unit N-asetil-D-glukosamin merupakan senyawa bioaktif yang berasal dari struktur kitosan dan memiliki sifat-sifat seperti antitumor, antijamur, antimikroba, dan antioksidan. Selain itu, memiliki

sifat tidak beracun, biodegradabilitas, biokompatibilitas, dan nonantigenik (Moreno, dkk., 2005; Khan, dkk., 2002). Selain itu, kitosan memiliki sifat antimikroba, karena dapat menghambat bakteri patogen dan mikroorganisme pembusuk (jamur, bakteri gram positif dan bakteri gram negative) (Nurainy, dkk., 2008). Kitosan banyak digunakan di Industri makanan, kosmetik, kesehatan, farmasi, pertanian, dan pengolahan limbah (Aranaz, dkk., 2009).

3.4 Bahan Penyalut Maltodekstrin

Bahan penyalut golongan karbohidrat seperti pati, maltodekstrin, tepung jagung, dan gum arab, memiliki keunggulan yaitu memiliki viskositas yang rendah pada padatan isi tinggi dan kelarutan yang baik (Gharsallaoui, dkk., 2007).

Maltodekstrin merupakan produk hidrolisis pati yang mengandung unit α -D glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE kurang dari 20. Maltodekstrin merupakan campuran dari glukosa, maltosa, oligosakarida, dan dekstrin. Maltodekstrin biasanya dideskripsikan oleh DE (*Dextrose Equivalent*). Maltodekstrin dengan DE yang rendah bersifat non-higroskopis, sedangkan maltodekstrin dengan DE tinggi cenderung menyerap air (Saloko, dkk., 2013).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Madene, dkk., 2006, bahwa maltodekstrin dapat melindungi kandungan fenol dan antosianin selama proses pembuatan serbuk ekstrak ubi ungu.

3.5 Enkapsulasi

Enkapsulasi merupakan teknik untuk menyalut suatu senyawa aktif padat, cair, gas, atau sel dengan suatu bahan pelindung yang dapat mengurangi kerusakan suatu senyawa aktif tersebut (Kailasapathy, 2002). Enkapsulasi memiliki delapan teknik yaitu *spray drying*, penguapan pelarut, *freeze drying*, koekstruksi, polimerisasi, *fluidized bed* cairan superkritis, dan teknik koaservas (Silitonga dan Berlian, 2014).

3.5.1 Teknik Enkapsulasi

Enkapsulasi memiliki delapan teknik yaitu *spray drying*, penguapan pelarut, *freeze drying*, koekstruksi, polimerisasi, *fluidized bed* cairan superkritis, dan teknik

koaservas (Silitonga dan Berlian, 2014). Teknik enkapsulasi yang paling baik untuk minyak atsiri adalah *freeze drying* atau pengeringan beku (Martin, dkk., 2010).

3.5.2 Metode *Freeze Drying*

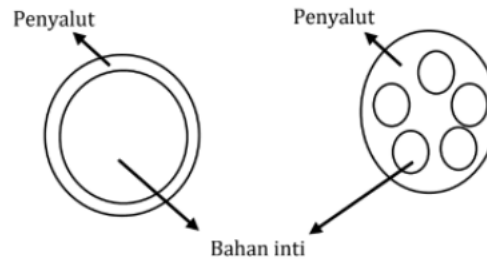
Pengeringan beku atau *freeze drying* merupakan proses pengeringan dengan cara pelarut dibekukan kemudian disublimasi dari keadaan padat langsung menjadi gas kemudian diserap/divakum hingga pelarut habis (Haryadi, 2013).

Keuntungan menggunakan metode *Freeze Drying* adalah (Franks dan Tony, 2008)

- Selama pemrosesan menggunakan temperatur rendah sehingga melindungi bahan aktif.
- *Freeze Drying* dapat dilakukan dalam kondisisteril.
- Mempraktikkannya atau prosesnya sederhana.
- Telah berhasil digunakan oleh perusahaan lain.
- Hasil produknya selalu kering-beku.

Prinsip kerja *Freeze Dryer* meliputi pembekuan larutan, menggranulasikan larutan yang beku, mengkondisikannya pada vakum *ultra-high* dengan pemanasan kondisi sedang, sehingga mengakibatkan air dalam bahan pangan tersebut akan menyublim dan akan menghasilkan produk padat (McCabe, dkk., 1985).

3.5.3 Mikroenkapsulasi



Gambar 4. Mikroenkapsulasi

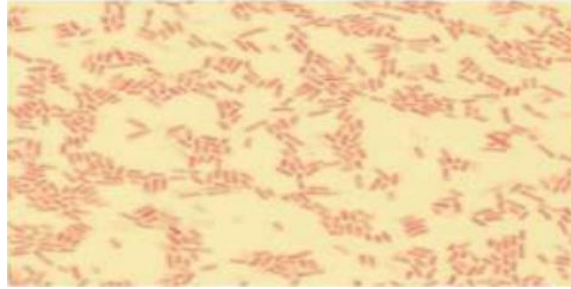
Mikroenkapsulasi merupakan suatu proses enkapsulasi mikroskopik partikel-partikel obat dengan suatu bahan penyalut yang khusus membuat partikel-partikel obat dalam karakteristik fisika dan kimia yang lebih dikehendaki, partikel-partikel yang di mikroenkapsulasi mempunyai suatu laju pelarutan yang lebih lambat dengan mikroenkapsulasi maka suatu bahan padat, cairan, dan gas dapat dijadikan kapsul dengan ukuran partikel mikroskopik dengan membentuk salutan tipis (dinding) sekitar bahan (Fatmawaty, Aisyah, dkk., 2015).

Tujuan dari mikroenkapsulasi yaitu (Fatmawaty, Aisyah, dkk., 2015):

- Mengubah cairan menjadi padatan.
- Melindungi inti dari pengaruh lingkungan.
- Melindungi bahan-bahan terkapsulasi dari oksidasi atau deaktivasi yang disebabkan oleh lingkungan.
- Memperbaiki stabilitas bahan inti.

Produk mikroenkapsulasi telah dapat digunakan secara luas tidak hanya di bidang pangan dan farmasi, namun juga di bidang biomedik (Ethica, 2018).

3.6 *Pseudomonas aeruginosa*



Gambar 5. *Pseudomonas aeruginosa*

Klasifikasi dari *Pseudomonas aeruginosa* adalah (Siegrist, 2010):

Kingdom : Bacteria
Phylum : Proteobacteria
Class : Gamma Proteobacteria
Order : Pseudomonadales
Family : Pseudomonadaceae
Genus : *Pseudomonas*
Species : *Aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa memiliki ukuran sekitar 0,6 x 2 mm. Bakteri ini tergolong kelompok bakteri gram negatif dan dapat muncul dalam bentuk tunggal, berpasangan atau kadang-kadang dalam bentuk rantai pendek. Selain itu, memiliki sifat motil dan berbentuk batang (Brooks, dkk., 2013). *Pseudomonas aeruginosa* dapat tumbuh sangat baik pada suhu 37 °C–42 °C (Arini, 1995).

Pseudomonas aeruginosa merupakan bakteri penyebab bau badan selain *Staphylococcus epidermidis*, *Corynebacterium acne*, dan *Streptococcus pyogenes* (Endarti, dkk., 2004). *Pseudomonas aeruginosa* termasuk kelompok *Corynebacterium* yang akan memproduksi enzim lipase dan memecahnya menjadi lemak dalam keringat untuk menciptakan asam butirat sehingga bau badan yang berada di permukaan kulit manusia akan menghasilkan bau (Buchman, dkk., 2003).

3.7 Antibakteri

Antibakteri merupakan senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang merugikan (Sulistyo, 1971). Mekanisme kerja antibakteri melalui beberapa cara yaitu terjadi kerusakan pada dinding sel, perubahan permeabilitas sel, dan menghambat sintesis protein dan asam nukleat. Faktor yang mempengaruhi kerja antibakteri yaitu konsentrasi antibakteri, jumlah bakteri, spesies bakteri, adanya bahan organik, suhu, dan pH lingkungan (Harahap dan Elsie, 2017).

3.7.1 Pengujian Aktivitas Antibakteri

Pengujian sifat antibakteri bertujuan untuk mengetahui sifat antibakteri yang dihasilkan dari inkubasi media uji yang diperoleh (Ningsih, dkk., 2013). Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode difusi dan metode pengenceran (Hermawan, dkk., 2007). Selain itu, pengujian aktivasi antibakteri dapat dilakukan secara *in vitro* dengan metode mikrodilusi untuk mengetahui konsentrasi hambat minimum (*Minimum Inhibitory Concentration* = MIC) yang dilanjutkan dengan menentukan konsentrasi bunuh minimum (*Minimum Bactericidal Concentration* = MBC) (Khumaisah, dkk., 2019).

Dari beberapa metode tersebut, metode yang sering digunakan dalam penelitian adalah metode difusi. Metode difusi dibagi menjadi tiga yaitu metode disk, sumuran, dan parit. Tujuan dari ketiga metode ini adalah untuk mengamati diameter zona hambat terhadap bakteri uji (Prayoga, 2013). Metode lubang/sumuran merupakan metode yang menggunakan media agar padat yang telah diinokulasi bakteri dengan cara dilubangi kemudian lubang diinjeksikan dengan ekstrak yang akan diuji (Kusmayati, 2007).

3.8 GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*)



Gambar 6. Seperangkat Instrumen GCMS

Teknik GCMS (*Gas Chromatography-Mass Spectroscopy*) pertama kali diperkenalkan oleh James dan Martin pada tahun 1952 (Sparkman, dkk., 2011). GCMS merupakan salah satu teknik kromatografi yang hanya dapat digunakan untuk mendeteksi senyawa-senyawa yang mudah menguap. Kriteria menguap adalah dapat menguap pada kondisi vakum tinggi dan tekanan rendah serta dapat dipanaskan (Drozd, 1985). Keunggulan dari analisis menggunakan GCMS adalah waktu yang diperlukan untuk identifikasi sedikit atau cepat, memiliki sensitivitas yang tinggi, alatnya dapat digunakan pada jangka waktu lama dan pemisahan sangat baik (Sastrohamidjojo dan Pranowo, 1985).

3.9 PSA (*Particle Size Analyzer*)



Gambar 7. Instrumen PSA (*Particle Size Analyzer*)

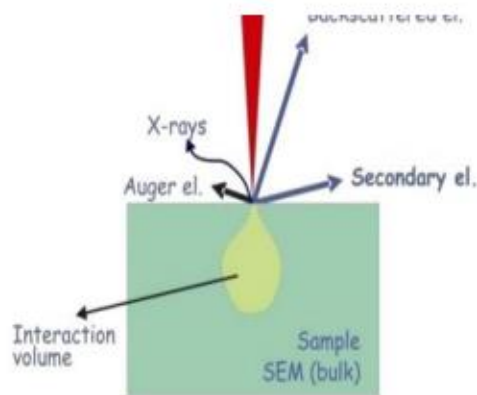
PSA (*Particle Size Analyzer*) adalah instrumen kimia yang digunakan untuk mengkarakterisasi distribusi ukuran partikel dalam suatu sampel dimana pengukuran dengan PSA dapat diaplikasikan pada material padat, suspensi, emulsi dan aerosol. Prinsip kerja PSA terjadi ketika cahaya (laser) dihamburkan oleh kumpulan partikel.

Sudut cahaya hamburan berbanding terbalik dengan ukuran partikel. Semakin besar sudut hamburan maka semakin kecil ukuran partikel (Nanotech, 2012).

Keunggulan dari analisis menggunakan PSA adalah lebih akurat jika dibandingkan pengukuran partikel dengan alat lain seperti XRD ataupun SEM. Hal ini dikarenakan partikel didispersikan ke dalam medium sehingga ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari single particle dan hasil pengukuran dalam bentuk distribusi. Sehingga dapat menggambarkan keseluruhan kondisi sampel, serta memiliki rentang pengukuran 0,6 nm–7 μm (Nanotech, 2012).

3.10 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

SEM atau Scanning Electron Microscopy merupakan alat yang digunakan untuk mengamati morfologi permukaan dalam skala mikro dan nano. Teknik analisis SEM menggunakan elektron dan medan elektromagnetik (Voutou dan Stefanaki, 2008).



Gambar 8. Interaksi Antara Bahan dan Elektron Di Dalam SEM

Pada Gambar 8 bahwa interaksi tersebut mengakibatkan sebagian besar berkas elektron berhasil keluar kembali, elektron-elektron tersebut disebut sebagai Backscattered Electrons (BSE), sebagian kecil elektron masuk ke dalam bahan kemudian memindahkan sebagian besar energi pada elektron atom sehingga terpental ke luar permukaan bahan, yaitu Secondary Electrons (SE). Pembentukan electronelektron sekunder selalu diikuti proses munculnya X-ray yang karakteristik

untuk setiap elemen, sehingga dapat digunakan untuk mengukur kandungan elemen yang ada di dalam bahan yang diteliti (Sujatno, dkk., 2015).

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*), Air Sumur, Natrium Sulfat anhidrat (Na_2SO_4 anhidrat), Akuades, Maltodekstrin $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n\text{H}_2\text{O}$, Kitosan $(\text{C}_6\text{H}_9\text{NO}_3)_n$, *Tween 80*, N-Heksan pa (C_6H_{14}), Plastik Warp, dan Aluminium Foil.

4.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Seperangkat Alat Distilasi Kukus, Cawan Petri, Gelas Ukur 10 mL merk Iwaki, Corong Kecil merk Iwaki, Sendok Kaca, Gelas Beker 200 mL merk Iwaki, Gelas Beker 50 mL merk Iwaki, Gunting, Spatula, Tabung Reaksi, Kompor Listrik, *Ultra Turrax* merk IKA T18 Basic, Neraca Analitik merk Ohaus, Lumpang Alu, Pipet Ukur 5 mL merk Iwaki, Refraktometer merk ABBE, Polarimeter merk ATAGO POLAX-2L, Botol Gelap 50 mL, Piknometer, *Freeze Dryer* merk TOPT-10B, GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*), PSA (*Particle Size Analyzer*), dan SEM (*Scanning Electron Microscope*).

4.3 Cara Kerja

4.3.1 Isolasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

2,5 kg daun jeruk nipis dibersihkan kemudian ditiriskan atau diangin-anginkan. Selanjutnya, daun jeruk nipis dipotong kecil-kecil. Sebelum distilasi, disiapkan 9 L air sumur dimasukkan ke dalam ketel distilasi kukus sampai batas saringan kemudian daun jeruk nipis yang telah dipotong kecil-kecil dimasukkan ke dalam ketel, ketel ditutup sangat rapat. Setelah ditutup, dinyalakan kompornya. Proses distilasi kukus dilakukan selama 4 jam. Setelah 4 jam didistilasi, diperoleh minyak atsiri berwarna kuning bening lalu ditampung ke dalam gelas beker 50 mL kemudian ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat lalu diaduk. Selanjutnya, didapatkan minyak

atsiri murni lalu diukur volume minyak atsiri daun jeruk nipis menggunakan gelas ukur 10 mL kemudian disimpan ke dalam botol kaca gelap.

4.3.2 Uji Kualitas Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Sebelum dilakukan analisis menggunakan instrumen GCMS minyak atsiri dilakukan uji fisiko-kimia (bau, warna), uji indeks bias menggunakan refraktometer, putar optik menggunakan polarimeter, dan massa jenis dengan piknometer terlebih dahulu. Kemudian minyak atsiri daun jeruk nipis dianalisis menggunakan instrumen GCMS. Hasil distilasi minyak atsiri daun jeruk nipis diinjeksikan ke instrumen GCMS untuk mengetahui senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri daun jeruk nipis. Setelah diinjeksi, didapatkan kromatogram minyak atsiri daun jeruk nipis hasil analisis GCMS.

4.3.3 Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

7,5 gram bahan penyalut dari maltodekstrin : kitosan dengan variasi perbandingan (1:1 ; 1:2 ; 2:1) kemudian ditambahkan 100 mL akuades dan dicampur sampai homogen menggunakan *Ultra Turrax* pada kecepatan 15.000 rpm selama 15 menit. Selanjutnya, ditambahkan 5 mL minyak atsiri daun jeruk nipis ke tiap variasi bahan mikroenkapsulasi dan dihomogenkan menggunakan *Ultra Turrax* pada kecepatan 15.000 rpm selama 15 menit, selama proses homogenisasi ditambahkan *tween 80* tetes demi tetes sebanyak 1mL. Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis yang dihasilkan kemudian disimpan dalam cawan petri yang ditutupi dengan *plastic wrap* dan dimasukkan ke dalam *freezer* hingga membeku untuk proses *Freeze Drying*.

4.3.4 Pengeringan Sampel dengan Instrumen *Freeze Dryer*

Proses pengeringan menggunakan metode *freeze drying*. Selanjutnya, dirangkai alat *freeze dryer* kemudian dimasukkan mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis dalam cawan petri yang sudah membeku.

4.3.5 Analisis Senyawa Pada Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis Setelah *Freeze Drying*

Masing-masing variasi mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis disiapkan dan dimasukkan kedalam tabung reaksi sebanyak 1 gram dan ditambahkan n-heksan pa 5 mL. Selanjutnya, diekstraksi di dalam penangas air mendidih selama 5 menit lalu digojog perlahan. Hasil larutan ekstraksi kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca gelap. Selanjutnya, dianalisis menggunakan instrumen GCMS dan didapatkan kromatogram senyawa yang terkandung didalam mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis.

4.3.6 Analisis Ukuran Partikel dengan PSA (*Particle Size Analyzer*)

Pada penelitian ini, analisis ukuran partikel dilakukan di Laboratorium Pusat Riset Kimia BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional). Mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis yang dianalisis merupakan hasil dari mikroenkapsulasi variasi terbaik yaitu variasi A ((maltodekstrin : kitosan) = (2,5:5)) sebelum dilakukan *Freeze drying*. Kemudian dianalisis menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) dan didapatkan ukuran partikel mikroenkapsulan.

4.3.7 Analisis Morfolgi dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Pada penelitian ini, analisis morfologi dilakukan di Laboratorium Terpadu FMIPA UII. Mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis dikarakterisasi untuk mengetahui morfologi pada sampel. Hasil dari mikroenkapsulasi variasi terbaik yaitu variasi A ((maltodekstrin : kitosan) = (2,5:5)) setelah dilakukan *Freeze drying*. Kemudian dianalisis menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan didapatkan morfologi mikroenkapsulan.

4.3.8 Pengujian Aktivitas Antibakteri dengan Metode Difusi Sumuran

Pada penelitian ini, uji aktivitas antibakteri dilakukan di PSPG UGM (Pusat Studi Pangan Dan Gizi Universitas Gadjah Mada). Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi sumuran dengan sampel mikroenkapsulan setelah dilakukan *Freeze drying*. Kemudian didapatkan hasil zona hambat pada masing-masing variasi mikroenkapsulan.

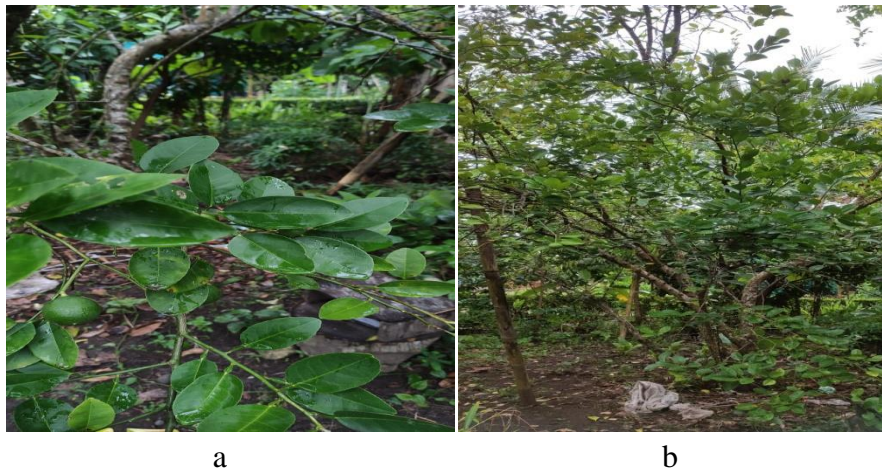
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Determinasi Daun Jeruk Nipis

Daun jeruk nipis diperoleh dari Desa Bayeman, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi D.I. Yogyakarta. Daun jeruk nipis yang sudah didapat langsung dideterminasi atau diidentifikasi yang bertujuan untuk mengetahui identitas dan memastikan bahwa bahan baku dari daun jeruk nipis tersebut merupakan asli dari daun jeruk nipis. Determinasi ini meliputi jenis, spesies, dan nama spesifik dari daun jeruk nipis. Determinasi daun jeruk nipis ini dilakukan di Laboratorium Sistemika Tumbuhan, Departemen Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Hasil determinasi menunjukkan bahwa bahan baku daun jeruk nipis yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun jeruk nipis dengan spesies *Citrus aurantifolia* dan famili dari *Rutaceae*. Data determinasi daun jeruk nipis dapat dilihat pada Lampiran 2.

5.2 Isolasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis



Gambar 9. (a) Daun Jeruk Nipis dan (b) Pohon Jeruk Nipis

Sebelum dilakukannya proses isolasi minyak atsiri daun jeruk nipis, tahap pertama yaitu persiapan sampel. Dengan cara mengambil daun jeruk nipis langsung dari pohonnya. Selanjutnya daun jeruk nipis dibersihkan dengan air mengalir, hal ini

bertujuan untuk membersihkan daun dari kotoran yang menempel. Kemudian daun jeruk nipis dikeringkan tidak dengan sinar matahari langsung, yang bertujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan dan mengurangi kadar air pada daun jeruk nipis. Selanjutnya, daun jeruk nipis yang sudah kering digunting menjadi ukuran yang lebih kecil, yang bertujuan untuk memperluas permukaan dan mempermudah penembusan uap air kedalam sel sehingga mempercepat proses distilasi.

Langkah berikutnya adalah proses distilasi kukus. Pada penelitian ini, menggunakan distilasi kukus karena pada proses distilasi membutuhkan sedikit air, sampel tidak mudah gosong, dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan minyak atsiri. Hal pertama yang dilakukan yaitu menyiapkan alat distilasi kukus. Kemudian dimasukkan air ke dalam ketel hingga tanda batas saringan sebanyak 9 L. Selanjutnya dimasukkan saringan ke dalam ketel sebagai wadah untuk menaruh bahan. Selain untuk menaruh bahan, saringan berfungsi sebagai pemisah antara air dan bahan juga sebagai tempat mengalirnya uap menuju bahan baku, hal tersebut dikarenakan adanya lubang-lubang kecil di permukaan saringan. Setelah itu, bahan dimasukkan ke dalam ketel dan dilanjutkan dengan merangkai alat distilasi kukus. Distilasi kukus memiliki dua buah konektor yang harus dihubungkan, yaitu konektor lurus yang menghubungkan ke ketel dan konektor bengkok yang menghubungkan konektor lurus menuju kondensor. Selanjutnya kondensor dihubungkan ke konektor bengkok dengan separator yang ditempatkan di bawah kondensor sebagai tempat untuk menampung minyak atsiri. Kemudian, air dialirkan menuju kondensor, air tersebut berfungsi untuk mendinginkan uap yang panas dari ketel yang kemudian diembunkan dalam fase cair. Dalam proses distilasi kukus ini dilakukan selama 4 jam.



Gambar 10. Proses Distilasi Kukus

Hasil yang diperoleh selama 4 jam berlangsung terbentuk dua lapisan pada separator yaitu lapisan atas yang terdapat minyak atsiri, dan lapisan bawah yang terdapat hidrosol. Minyak atsiri berada di lapisan atas karena massa jenis minyak lebih rendah daripada hidrosol. Setelah itu, minyak atsiri ditampung ke dalam gelas beker 50 mL. Kemudian ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat yang bertujuan untuk mengikat air atau hidrosol yang tersisa pada minyak. Selanjutnya didapatkan minyak atsiri daun jeruk nipis murni lalu diukur volume menggunakan gelas ukur 10 mL dan didapatkan minyak atsiri sebanyak 5 mL. Kemudian disimpan di dalam botol kaca gelap yang bertujuan untuk menghindari proses oksidasi. Proses oksidasi dapat terjadi jika minyak atsiri terkena paparan cahaya matahari ataupun cahaya dari lampu.

5.3 Uji Kualitas Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Uji kualitas minyak atsiri daun jeruk nipis bertujuan untuk mengetahui organoleptik (terdiri dari aroma, warna, dan tekstur), indeks bias, rendemen, dan massa jenis dari minyak atsiri daun jeruk nipis. Pada uji organoleptik dilakukan dengan pengamatan secara langsung dan didapatkan hasil dengan warna kuning bening, memiliki bau khas jeruk nipis yang kuat, dan memiliki tekstur yang kental. Kemudian dilakukan uji indeks bias yang memiliki tujuan untuk mengetahui kualitas suatu larutan. Dalam mencari nilai indeks bias menggunakan alat refraktometer dengan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali, dan didapatkan nilai indeks bias sebesar 1,4795. Selanjutnya pada uji densitas memiliki tujuan untuk mengetahui massa setiap satuan volume benda. Dalam mencari nilai densitas menggunakan alat piknometer dengan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali, dan didapatkan hasil rata-rata massa jenis sebesar $0,8854 \text{ g/cm}^3$.

Rendemen merupakan jumlah kuantitas minyak yang dihasilkan dari penyulingan suatu tanaman aromatik (Fitria, 2020). Hasil rendemen pada suatu minyak dapat dipengaruhi oleh beberapa kondisi seperti usia tanaman, kualitas dan jenis tanah, cuaca, dan proses pengeringan (Baslas, 1970). Pada penelitian ini rendemen minyak atsiri daun jeruk nipis yang didapatkan sebesar 0,17708 % dan dengan massa sebesar 4,427 gram. Selanjutnya dilakukan uji putar optik memiliki tujuan untuk mengetahui hasil dari suatu zat yang bersifat optis aktif dalam suatu larutan. Dalam mencari nilai putar optik menggunakan polarimeter dan didapatkan hasil sebesar $+20,00^\circ$.

Berikut merupakan hasil keseluruhan uji kualitas minyak atsiri daun jeruk nipis yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Uji Kualitas Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Parameter	Literatur	Literatur	Hasil Peneliti Penelitian
Warna	^a Bening	^b Kuning Bening	Kuning Bening
Aroma	^a Khas Jeruk Nipis	^b Khas Jeruk Nipis	Khas Jeruk Nipis
Tekstur	^a Kental	^b Kental	Kental
Massa Jenis	^a 1,2701 mL/gram	^b 0,3922 g/cm ³	0,8854 g/cm ³
Indeks Bias	^a —	^b 1,4853	1,4795
Putaran Optik	^a —	^b —	+20,00 °
Rendemen	^a 0,2116%	^b —	0,17708%
	^a Perdana (2020); ^b Andi (2004)		

Pada data Tabel 2 terdapat perbandingan hasil penelitian oleh Andi (2004) dan penelitian oleh Peneliti. Dari tabel tersebut terdapat adanya perbedaan pada nilai massa jenis dan indeks bias. Massa jenis digunakan untuk mengetahui perbandingan berat minyak atsiri daun jeruk nipis dengan berat air pada masing – masing kuantitas volume yang sama. Semakin besar nilai massa jenis dari minyak atsiri daun jeruk nipis maka semakin besar fraksi yang terkandung dalam minyak tersebut. Nilai massa jenis yang dihasilkan dari penelitian ini terdapat perbedaan dengan hasil penelitian oleh Andi (2004). Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti perbedaan tempat tumbuh tanaman jeruk nipis yang digunakan, dan perlakuan daun jeruk nipis sebelum penyulingan.

Pada pengujian indeks bias bertujuan untuk mengetahui nilai indeks bias pada minyak atsiri daun jeruk nipis. Refraktometer merupakan alat untuk mencari nilai indeks bias. Prinsip kerja dari alat refraktometer yaitu sampel diletakkan diantara prisma kaca dan tempat absorpsi sinar, adapun sinar yang masuk ke dalam sampel mempunyai sudut pembelokkan yang lebih pendek dibandingkan dengan sudut kritis,

kemudian diabsorpsi. Hal tersebut menimbulkan perbedaan warna yaitu gelap dan terang yang dapat dibaca menggunakan skala pada refraktometer (Varcoe, 2001).

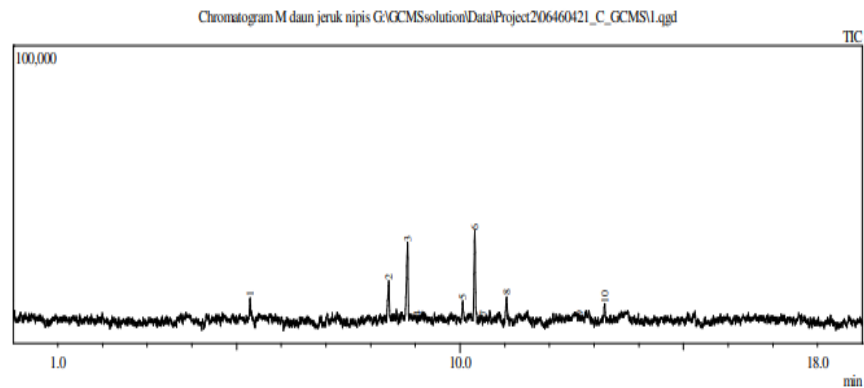
Berdasarkan data pada Tabel 2 bahwa hasil nilai indeks bias dari penelitian ini hampir mendekati hasil dari penelitian Andi (2004). Pengujian nilai indeks bias pada minyak atsiri daun jeruk nipis juga dapat berfungsi untuk mengetahui tingkat kemurnian dari minyak tersebut. Semakin tinggi nilai indeks bias yang didapatkan pada pengujian, maka kualitas minyak atsiri semakin murni. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti tempat tumbuhnya tumbuhan yang berbeda, perlakuan bahan, metode penyulingan yang digunakan, dan suhu dalam pengujian.

Pada uji putar optik digunakan untuk menentukan aktivitas optik yang disebabkan oleh adanya interaksi cahaya dengan zat atau senyawa yang dianalisis. Alat yang digunakan untuk uji putar optik adalah alat polarimeter. Di dalam polarimeter terdapat minyak yang ditempatkan di cahaya yang dipolarisasikan, maka memiliki sifat memutar bidang polarisasi ke arah kanan (*dextrorotary*) atau ke arah kiri (*laevorotary*) (Sastrohamidjojo, 2004). Hasil uji putar optik yang didapatkan dari penelitian ini sebesar $+20,00^\circ$.

Selanjutnya pada pengujian kandungan senyawa minyak atsiri daun jeruk nipis menggunakan instrumen GCMS. Dalam instrumen GCMS terdiri dari dua komponen penyusun yaitu GC yang merupakan kromatografi gas berfungsi untuk memisahkan komponen-komponen dalam suatu campuran, dan MS yang merupakan spektrometri massa berfungsi untuk mendeteksi komponen molekul penyusun melalui pengukuran massa. Prinsip kerja dari GCMS ini yaitu pemisahan senyawa berdasarkan perbedaan distribusi fase diam dan fase gerak. Pada fase gerak yaitu gas pembawa dan fase diam yaitu analit yang terdapat pada kolom. Kolom yang digunakan dalam analisis ini adalah RTX-5MS yang memiliki sifat sedikit polar. Pada analisisnya menggunakan sampel yaitu minyak atsiri daun jeruk nipis yang diinjeksi dengan injektor kemudian diuapkan. Sampel yang telah menguap dibawa oleh gas inert (helium) menuju kolom

untuk proses pemisahan yang di dalamnya terdapat fasa diam. Dalam fase diam terjadi prinsip “*like dissolve like*” pada sampel, sehingga terjadi proses pemisahan antara komponen senyawa polar dan nonpolar pada kolom. Senyawa polar pada sampel akan tertahan pada kolom, sedangkan senyawa nonpolar pada sampel akan terbawa keluar oleh fase gerak. Selanjutnya senyawa yang tertahan oleh kolom dibawa menuju detektor dan terdeteksi sebagai sinyal pertama dalam bentuk kromatogram.

Dibawah ini adalah hasil berupa dari kromatogram minyak atsiri daun jeruk nipis:



Gambar 11. Kromatogram Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Tabel 3. Senyawa Pada Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Puncak	Luas Puncak	Waktu Retensi (s)	Persen Area (%)	Nama Senyawa
1	17895	5.299	6,57	<i>l-Limonene</i>
2	35096	8.404	12,88	<i>Z-Citral</i> atau <i>Neral</i>
3	62419	8.828	22,91	<i>E-Citral</i> atau <i>Geranial</i>
4	13942	9.050	5.12	<i>Delta.9(12)-Capnellene-5.</i>
5	12696	10.060	4,66	<i>Neryl acetate</i>
6	64406	10.331	23,64	<i>Geranyl acetate</i>
7	12476	10.525	4.58	9- <i>Borabicyclo[3.3.1]Nonane</i>

8	27459	11.040	10.08	<i>Trans-Caryophyllene</i>
9	13619	12.675	5.00	<i>1,3,5-Triazine</i>
10	12487	13.239	4.58	<i>Isoaromadenden Epoxid</i>

Pada data Tabel 3 didapatkan hasil yaitu terdapat 10 puncak dan 10 senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri daun jeruk nipis. Puncak senyawa terbesar terdapat pada puncak ke 6 dan puncak ke 3. Puncak ke 6 yaitu *Geranyl acetate* dengan persen area sebesar 23,64%, dan puncak ke 3 yaitu *E-Sitral* atau *Geranial* dengan persen area sebesar 22,91%. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Perdana (2020) dan Andy (2004). Pada penelitian oleh Perdana (2020) menjelaskan bahwa komponen senyawa yang dominan terdapat pada senyawa *E-Sitral* sebesar 36,46% dan *Geranyl acetate* sebesar 14,75%, sedangkan pada penelitian oleh Andi (2004) menjelaskan bahwa komponen senyawa yang dominan terdapat pada senyawa *E-Sitral* atau *Geranial* sebesar 28,21%.

5.4 Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

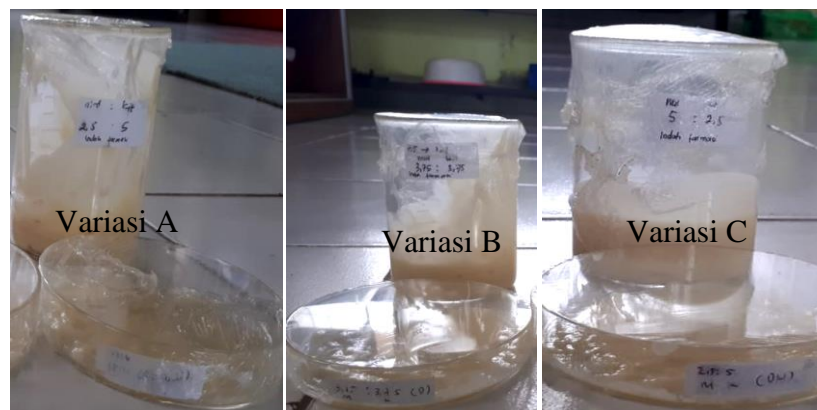
Setelah didupatkannya minyak atsiri daun jeruk nipis. Kemudian dilakukan pembuatan mikroenkapsulan dari minyak atsiri tersebut. Menurut Dubey, dkk., (2009) menyatakan bahwa mikroenkapsulasi merupakan proses melindungi senyawa aktif dengan bahan pelindung dan memiliki ukuran partikel yang kecil. Mikroenkapsulasi bertujuan untuk menyalut minyak atsiri menjadi ukuran partikel yang kecil dan mempertahankan senyawa minyak atsiri dari kerusakan atau penguapan. Pada penelitian ini, menggunakan tiga variasi komposisi bahan penyalut maltodekstrin : kitosan, dengan perbandingan yaitu 5:2,5 ; 3,75:3,75; dan 2,5:5. Masing-masing variasi komposisi bahan penyalut dilarutkan dalam 100 mL\

akuades dan dihomogenkan dengan *ultra turax* dengan kecepatan 15.000 rpm selama 15 menit. Selanjutnya, ditambahkan minyak atsiri daun jeruk nipis sebanyak 5 mL pada tiap variasi komposisi bahan penyalut kemudian dihomogenkan dengan *ultra turrax* selama 15 menit dengan kecepatan 15.000 rpm, selama proses dispersi ditambahkan *tween 80* tetes demi tetes sebanyak 1 mL, seperti pada Gambar 12. Hal

ini bertujuan untuk menghomogenkan antara minyak atsiri dengan penyalut supaya tersalut dengan baik dan hasilnya tidak mudah menguap. Kemudian fungsi penambahan *tween 80* sebagai agen pengemulsi atau sebagai surfaktan untuk mengemulsi minyak dan air dengan cara menurunkan tegangan permukaan antara minyak dan air.



Gambar 12. Proses Homogenisasi Bahan Penyalut Dengan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis dengan *Ultra Turrax* merk IKA T18 Basic



Gambar 13. Hasil Mikroenkapsulasi dengan *Ultra-Turrax*

Pada Gambar 13, di atas terdapat tiga variasi mikroenkapsulan yang telah terdispersi menggunakan *Ultra Turrax* selama 15 menit dengan kecepatan 15.000 rpm. Variasi A dengan perbandingan maltodekstrin : kitosan (2,5:5) gram, menunjukkan adanya warna putih kekuningan dan memiliki tekstur paling kental diantara variasi yang lain dikarenakan menggunakan kitosan paling banyak, kitosan ditambah dengan minyak atsiri akan meningkatkan sifat fisik mekanik dari film kitosan. Variasi B dengan perbandingan maltodekstrin : kitosan (3,75:3,75) gram menunjukkan adanya warna putih sedikit kuning dan memiliki tekstur sedikit lebih kental dari Variasi C . Variasi C dengan perbandingan maltodekstrin : kitosan (5:2,5) gram menunjukkan adanya warna putih susu dan memiliki tekstur tidak terlalu kental. Hal ini dapat diketahui dengan bau dari mikroenkapsulan dapat tercium dan berbau pekat sehingga minyak atsiri sudah tersalut dengan bahan enkapsulan.

Masing-masing hasil variasi mikroenkapsulan ditimbang sebanyak 10 gram dalam cawan petri dan ditutup dengan *plastic wrap* agar minyak yang telah terenkapsulasi tidak menguap dan menghindari dari kontaminan pengaruh lingkungan. Masing-masing variasi mikroenkapsulan yang telah dimasukkan dalam cawan petri dibekukan dalam kulkas untuk proses *freeze drying*.

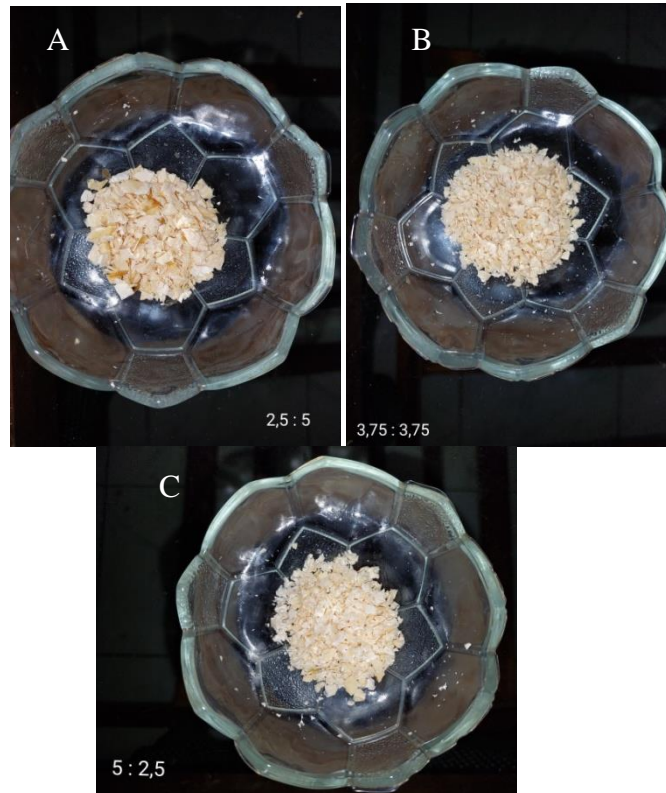
5.5 Pengeringan Sampel dengan Instrumen *Freeze Dryer* merk TOPT-10B



Gambar 14. Instrumen *Freeze Dryer* merk TOPT-10B

Pengeringan sampel menggunakan instrument *freeze dryer* bertujuan untuk memadatkan sampel dengan hasil awal yang berupa cairan berubah menjadi padatan kering. Teknik pengeringan yang dipilih menggunakan metode *freeze drying* karena mampu menghambat hilangnya suatu senyawa kimia dalam suatu bahan. Ketiga variasi mikroenkapsulan yang telah dibekukan kemudian dimasukkan kedalam *tray* instrumen *freeze dryer* untuk proses *warm up* yaitu proses pembekuan sampel dengan suhu $-76\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan 0,12 mbar selama 20 menit, pada kondisi ini udara disekitar sampel dihisap menggunakan pompa udara supaya mencapai kondisi vakum dan sampel akan membeku dengan cepat kemudian dihasilkan produk beku yang tidak merusak senyawa inti pada sampel. Selanjutnya dilakukan proses *main drying* dengan menaikkan suhu sampai $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tetap menjaga tekanannya dilakukan selama 4 jam 30 menit. Pada saat *main drying* kristal es dalam sampel langsung mengalami sublimasi yaitu perubahan fase padat (es) dalam sampel menjadi uap secara kontinyu. Proses ini terjadi saat tekanan dan suhu tetap dijaga berada dibawah titik triple. Titik triple yaitu titik dimana terjadi kesetimbangan antara fase padat, cair dan uap. Titik ini terjadi pada kondisi tekanan 4,58 torr (610,5 Pa) dan suhu $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya, uap air yang dihasilkan dari proses sublimasi langsung dihisap dengan pompa udara supaya tidak terjadi kondensasi yang akan membasahi sampel. Masing-masing variasi sampel yang telah dikeringkan kemudian digerus dengan lumpang alu hingga halus dan dihasilkan produk dalam bentuk serbuk seperti pada Gambar 15.

Hasil produk mikroenkapsulasi setelah melalui proses *freeze drying* dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 15. Hasil *Freeze Drying* Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Pada Gambar 15, dapat dilihat bahwa sampel sebelumnya berbentuk cairan berubah menjadi padatan dan memiliki perbedaan warna sesuai dengan variasi komposisi penyalut. Pada variasi A perbandingan maltodekstrin: kitosan (2,5:5) didaptkannya hasil berwujud serbuk berwarna putih lebih kuning dari variasi B maupun C akibat dari komposisi kitosan paling banyak. Pada variasi B perbandingan maltodekstrin: kitosan (3,75:3,75) didapatkan hasil berwujud serbuk berwarna putih sedikit kekuningan. Pada variasi C maltodekstrin: kitosan (5:2,5) didapatkan hasil berwujud serbuk berwarna putih.

Tabel 4. Perbandingan Massa Mikroenkapsulan

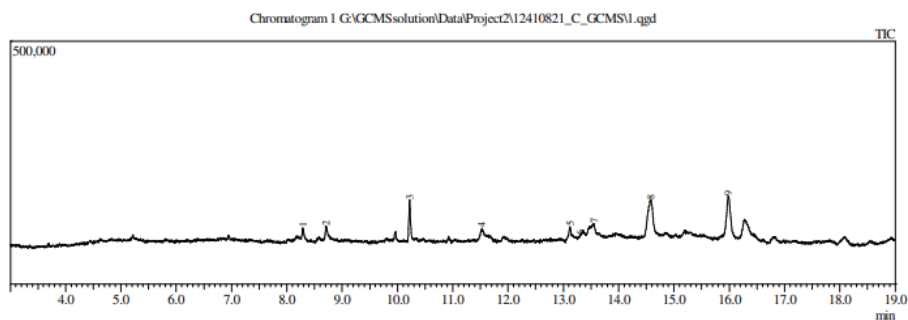
Variasi Penyalut (Maltodekstrin : Kitosan)	Massa Sebelum Dikeringkan	Massa Setelah Dikeringkan	Rendemen
A (2,5:5) gram	10 gram	2 gram	20%
B (3,75:3,75) gram	10 gram	1,67 gram	16,7%
C (5:2,5) gram	10 gram	1,5 gram	15%

Pada data Tabel 4 merupakan hasil rendemen dari perbandingan massa mikroenkapsulan sebelum dan sesudah melalui proses *freeze drying* dengan bahan penyalut maltodekstrin dan kitosan. Dari hasil tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi maltodekstrin maka rendemen yang dihasilkan semakin sedikit, hal ini disebabkan adanya bahan penyalut kitosan. Bahan penyalut kitosan memiliki berat molekul yang besar dan dapat mempengaruhi kelarutan terhadap air. Berbeda dengan bahan penyalut maltodekstrin yang memiliki berat molekul yang rendah sehingga mudah larut terhadap air. Adapun hasil rendemen tanpa menggunakan bahan penyalut kitosan, maka hasil rendemen yang didapatkan semakin meningkat, seperti pada penelitian Yusrista (2010) yang menjelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan maltodekstrin yang ditambahkan maka rendemen yang dihasilkan semakin meningkat. Selain itu, dijelaskan juga pada penelitian Rahmalia (2008) bahwa semakin besar jumlah penyalut (maltodekstrin) semakin besar pula rendemen produk mikro kapsul. Oleh karena itu, adanya penambahan bahan penyalut yang digunakan dapat mempengaruhi hasil dari rendemen mikroenkapsulan.

5.6 Analisis Senyawa Pada Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis Setelah *Freeze Drying*

Analisis yang dilakukan yaitu menganalisis hasil bubuk yang diperoleh dari mikroenkapsulan minyak atsiri yang sudah di *freeze drying* dengan cara diekstraksi dan menggunakan instrumen GCMS. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kandungan minyak atsiri dari bubuk mikroenkapsulan. Mikroenkapsulan variasi A

dengan perbandingan maltodekstrin : kitosan (2,5:5) gram, dilakukan proses ekstraksi dengan memasukan sampel sebanyak 1 gram kedalam tabung reaksi dan ditambahkan n-heksan pa sebanyak 5 mL untuk melarutkan minyak yang berada di dalam serbuk, selama proses ekstraksi pada penangas air mendidih dan digojog selama 5 menit bertujuan untuk menguapkan sisa pelarut dalam sampel sehingga menurunkan konsentrasi pelarut yang terdeteksi oleh GCMS. Selanjutnya larutan ekstraksi disimpan di dalam botol kaca gelap kemudian dianalisis dengan instrumen GCMS yang bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa minyak atsiri mikroenkapsulan variasi A. Selanjutnya didapatkan hasil kromatogram mikroenkapsulan variasi A pada Gambar 16.



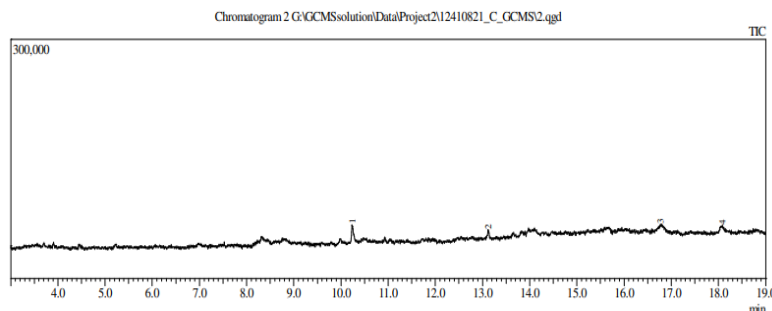
Gambar 16. Kromatogram GCMS Mikroenkapsulan Variasi A

Tabel 5. Komposisi Senyawa Pada Mikroenkapsulan Variasi A

Peak	Luas Puncak	Waktu Retensi (s)	Persen Area (%)	Senyawa
1	51854	8.286	3.99	<i>Z-Citral</i> atau <i>Neral</i>
2	45192	8.707	3.48	<i>E-Citral</i> atau <i>Geranial</i>
3	178582	10.220	13.76	<i>Neryl acetate</i>

Pada data Tabel 5 menunjukkan adanya tiga senyawa minyak atsiri yang terkandung di dalam mikroenkapsulan variasi A yaitu *Z-Citral* atau *Neral*, *E-Citral* atau *Geranial*, dan *Neryl acetate*. Nama lain dari *Z-Citral* yaitu *Neral* sedangkan *E-Citral* yaitu *Geranial*, dari kedua senyawa tersebut memiliki rumus kimia yang sama yaitu $C_{10}H_{16}O$ untuk membedakan dari dua senyawa tersebut yaitu pada isomer optik.

Mikroenkapsulan variasi B dengan perbandingan maltodekstrin : kitosan (3,75:3,75) gram. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi, cara ekstraksi sama seperti yang dilakukan pada variasi A. Larutan ekstraksi variasi B yang disimpan di dalam botol kaca gelap kemudian dianalisis dengan instrument GCMS yang bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa minyak atsiri mikroenkapsulan variasi B. Selanjutnya didapatkan hasil kromatogram mikroenkapsulan variasi B pada Gambar 17.



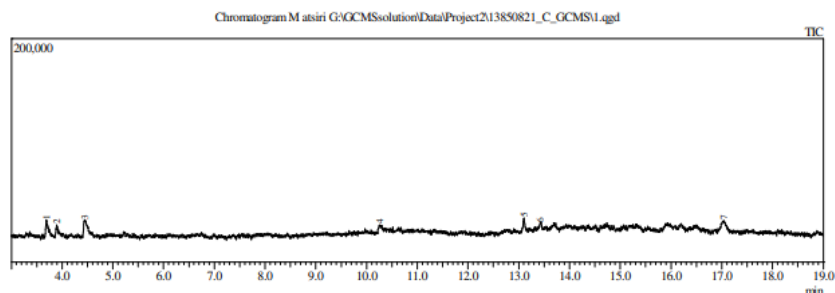
Gambar 17. Kromatogram GCMS Mikroenkapsulan Variasi B

Tabel 6. Komposisi Senyawa Pada Mikroenkapsulan Variasi B

Peak	Luas Puncak	Waktu Retensi (s)	Persen Area (%)	Senyawa
1	49296	10.236	32.47	<i>Geranyl acetate</i>

Pada data Tabel 6 menunjukkan adanya satu senyawa minyak atsiri yang terkandung di dalam mikroenkapsulan variasi B yaitu *Geranyl acetate*.

Mikroenkapsulan variasi C dengan perbandingan maltodekstrin : kitosan (5:2,5) gram, Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi, cara ekstraksi sama seperti yang dilakukan pada variasi A. Larutan ekstraksi variasi C yang disimpan di dalam botol kaca gelap kemudian dianalisis dengan instrument GCMS yang bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa minyak atsiri mikroenkapsulan variasi C. Selanjutnya didapatkan hasil kromatogram mikroenkapsulan variasi C pada Gambar 18.



Gambar 18. Kromatogram GCMS Mikroenkapsulan Variasi C

Tabel 7. Komposisi Senyawa Pada Mikroenkapsulan Variasi C

Peak	Luas Puncak	Waktu Retensi (s)	Persen Area (%)	Senyawa
4	30460	10.264	11.75	<i>Geranyl acetate</i>
7	59962	17.043	23.14	<i>Linalyl acetate</i>

Pada data Tabel 7 menunjukkan adanya satu senyawa minyak atsiri yang terkandung di dalam mikroenkapsulan variasi C yaitu *Geranyl acetate* dan *Linalyl acetate*.

Hasil yang didapatkan dari mikroenkapsulan variasi A, variasi B, dan variasi C memiliki kandungan senyawa minyak atsiri yang berbeda-beda, seperti pada penelitian Dongmo, dkk (2009) yang menyatakan bahwa daun jeruk nipis memiliki kandungan *Limonene*, *Geranyl acetate*, *Z-Citral* atau *Neral*, *E-Citral* atau *Geranial*, *Linalyl acetate*, *Neryl acetate*, dan lain-lain. Perbedaan senyawa minyak atsiri pada masing-masing variasi mikroenkapsulan disebabkan karena adanya panas pada proses pembuatan mikroenkapsulan dengan *ultra-turrax* dengan putaran yang sangat tinggi (15.000 rpm), dan adanya sublimasi senyawa mikroenkapsulan bersamaan dengan air (es) pada proses *freeze drying*. Selain itu, disebabkan oleh proses ekstraksi yaitu pada pemanasan mikroenkapsulan sebelum dimasukkan ke dalam GCMS.

5.7 Analisis Ukuran Partikel dengan PSA

Analisis ukuran partikel yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel yang didapat pada mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis. Mikroenkapsulan yang dianalisis merupakan hasil dari mikroenkapsulasi variasi terbaik yaitu variasi A ((maltodekstrin : kitosan) = (2,5:5)) sebelum dilakukan *Freeze drying*. Penggunaan mikroenkapsulan variasi A dikarenakan memiliki kandungan

senyawa minyak atsiri terbanyak dibandingkan dengan mikroenkapsulan variasi B dan variasi C. Selanjutnya, dianalisis menggunakan instrumen PSA (*Particle Size Analyzer*) merk *Horiba Partica LA-960* dengan metode *wet cell* yang dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Analisis tersebut dilakukan di Laboratorium Pusat Riset Kimia BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional).

Prinsip kerja PSA terjadi ketika cahaya (laser) dihamburkan oleh kumpulan partikel. Sudut cahaya hamburan berbanding terbalik dengan ukuran partikel. Semakin besar sudut hamburan maka semakin kecil ukuran partikel (Nanotech 2012). Pengukuran menggunakan instrumen PSA memiliki keunggulan yaitu lebih akurat jika dibandingkan pengukuran partikel dengan alat lain seperti XRD ataupun SEM. Hal ini dikarenakan partikel didispersikan ke dalam medium sehingga ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari single particle dan hasil pengukuran dalam bentuk distribusi. Sehingga dapat menggambarkan keseluruhan kondisi sampel (Nanotech, 2012).

Hasil distribusi ukuran partikel mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 8. Ukuran Partikel Mikroenkapsulan Variasi A (2,5:5)

Pengulangan	Ukuran Partikel Mikroenkapsulan
1	46,69410 μm
2	46,59490 μm
3	46,16328 μm
Rata-rata	46,48409 \pm 0,32625 μm

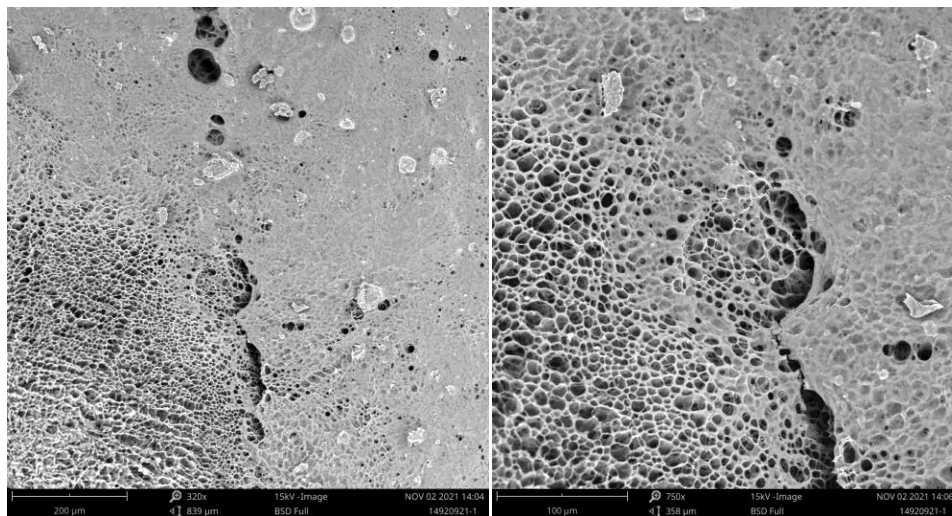
Berdasarkan data Tabel 8 didapatkan ukuran partikel pada mikroenkapsulan variasi A (2,5:5) sebesar 46,48409 \pm 0,32625 μm . Hal tersebut sesuai dengan penelitian oleh Natsir, dkk., (2019) yang menyatakan bahwa ukuran enkapsulasi dibagi menjadi tiga yaitu makrokapsul dengan ukuran partikel sebesar >5000 μm , mikroenkapsulasi dengan ukuran partikel sebesar 0,20–5000 μm , dan nanoenkapsulasi dengan ukuran partikel sebesar <0,20 μm . Selain itu, juga dijelaskan pada penelitian Jyothi, dkk (2010) yang menyatakan bahwa mikro enkapsulasi

memiliki rentang ukuran partikel antara 2–5000 μm . Sehingga dapat dinyatakan bahwa hasil ukuran partikel pada penelitian ini termasuk dalam kategori mikro enkapsulasi.

5.8 Analisis Morfologi dengan SEM

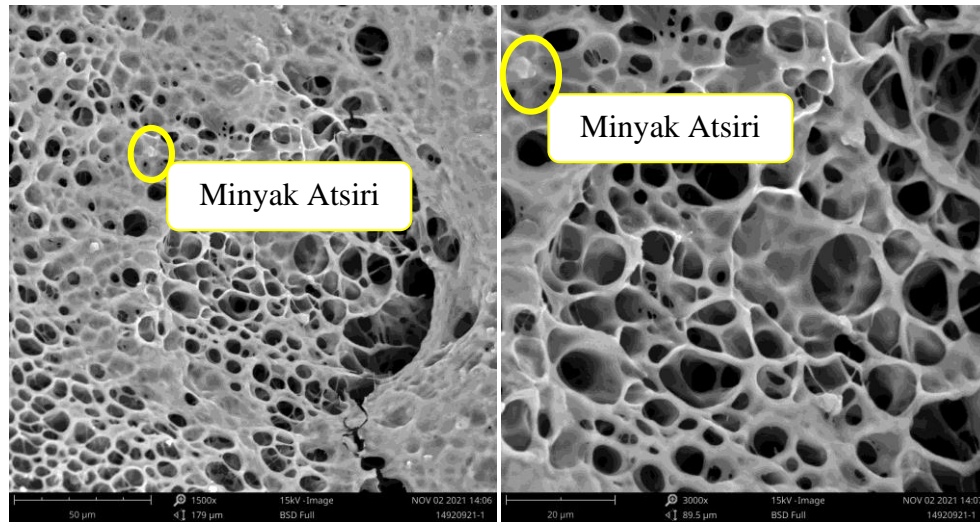
Analisis morfologi yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui bentuk visual dan morfologi yang didapat pada mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis. Mikroenkapsulan yang dianalisis merupakan hasil dari mikroenkapsulasi variasi terbaik yaitu variasi A ((maltodekstrin : kitosan) = (2,5:5)) setelah dilakukan *Freeze drying*. Penggunaan mikroenkapsulan variasi A dikarenakan memiliki kandungan senyawa minyak atsiri terbanyak dibandingkan dengan mikroenkapsulan variasi B dan variasi C. Selanjutnya, dianalisis menggunakan instrumen SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

Hasil analisis morfologi mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis dapat dilihat sebagai berikut:



(a)

(b)



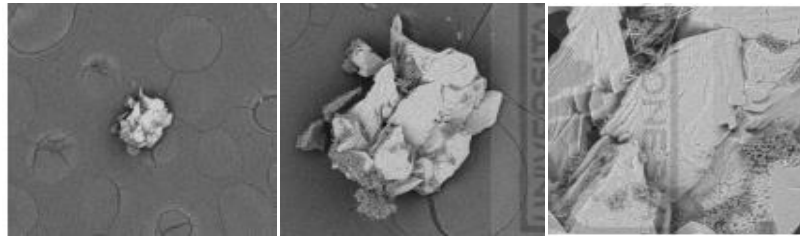
(c)

(d)

Keterangan: (a) perbesaran $\times 320$, (b) perbesaran $\times 750$ (c) perbesaran $\times 1500$ (d) perbesaran $\times 3000$

Gambar 19. Morfologi Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis variasi A (2,5:5)

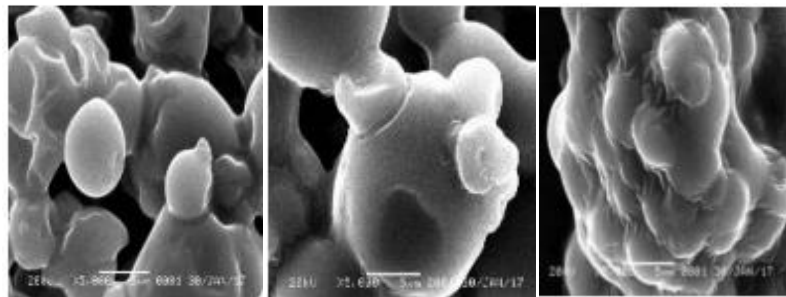
Berdasarkan Gambar 19, menunjukkan bahwa morfologi mikroenkapsulan dari variasi A (2,5:5) memiliki empat kali perbesaran, Pada perbesaran $\times 320$ memiliki permukaan kasar dan berrongga. Pada perbesaran $\times 750$ memiliki permukaan tidak beraturan dan berrongga. Pada perbesaran $\times 1500$ memiliki butiran kecil berwarna putih dan terdapat rongga yang besar. Pada perbesaran $\times 3000$ memiliki butiran kecil berwarna putih dan terdapat rongga yang besar. Adanya butiran kecil berwarna putih menandakan bahwa minyak atsiri telah terbungkus oleh bahan penyalut maltodekstrin dan kitosan termasuk dalam bentuk *single particle structure (regular)*.



(a) (b) (c)
Keterangan: (a) perbesaran $\times 250$, (b) perbesaran $\times 760$ (c) perbesaran $\times 2500$

Gambar 20. Morfologi Mikroenkapsulan Minyak Daun Jeruk Nipis (Perdana,2020)

Dibandingkan dengan Gambar 20 merupakan penelitian yang dilakukan oleh Perdana (2020) dengan judul “Mikroenkapsulasi Minyak Daun Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*) dengan Matriks Maltodekstrin Menggunakan Metode *Freeze-Drying*”, didapatkan hasil bahwa morfologi minyak atsiri yang terbungkus oleh bahan penyalut berupa bentuk butiran-butiran kecil atau termasuk *single particle structure (regular)*.



Gambar 21. Morfologi Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Dari Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth*) sebagai Antijamur *Candida albicans* (Risnawati, dkk., 2017)

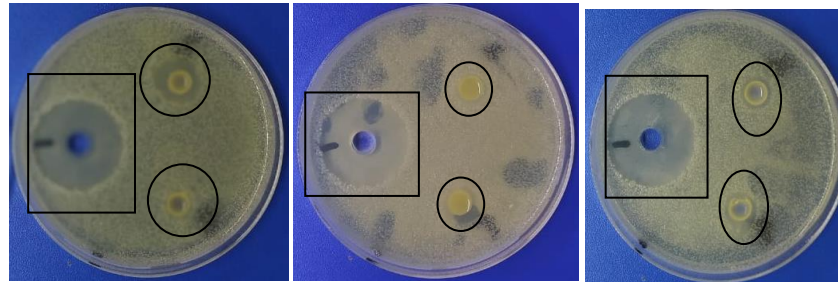
Selanjutnya dibandingkan dengan Gambar 21, pada penelitian risnawati, dkk (2017) yang berjudul “Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Dari Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth*) Sebagai Antijamur *Candida albicans*” didapatkan hasil berupa partikel berbentuk bulat utuh yang menandakan bahwa mikroenkapsulan memiliki bentuk sempurna dan berisi minyak nilam.

Berdasarkan perbandingan hasil pada penelitian dengan penelitian oleh Perdana (2020) dan Risnawati, dkk.,(2017), memiliki morfologi yang sama yaitu *single*

particle structure (regular). Selain itu, bahan penyalut maltodekstrin dan kitosan telah berhasil menyimpan kandungan senyawa minyak atsiri daun jeruk nipis.

5.9 Pengujian Aktivitas Antibakteri dengan Metode Difusi Sumuran

Uji aktivitas antibakteri pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Uji aktivitas antibakteri ini dilakukan di PSPG UGM (Pusat Studi Pangan dan Gizi) Universitas Gadjah Mada. Pada pengujian aktivitas antibakteri mikroenkapsulan menggunakan metode difusi sumuran. Metode difusi sumuran dipilih karena lebih mudah dalam mengukur zona bening dan sampel berbentuk padatan. Ketika dilakukan pada metode difusi sumuran, padatan (serbuk) akan langsung berinteraksi dengan medium padat dan bakteri. Sumuran dibuat dengan melubangi medium padat dengan *corkborr* sebanyak 3 sumuran tiap cawan petri dengan isi kloramphenikol sebagai kontrol positif dan sampel berupa variasi mikroenkapsulan. kloramphenikol adalah antibiotik yang sangat ampuh dalam membunuh pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Penggunaan kloramphenikol bertujuan untuk pembandingan zona hambat yang terbentuk dengan sampel berupa variasi mikroenkapsulan sehingga ditemukan variasi terbaik yang paling mendekati zona beningnya dengan kontrol positif. Pengukuran zona hambat menggunakan jangka sorong dengan mengukur panjang zona bening secara vertikal dan horizontal kemudian dikurangi dengan diameter *cork borrr* yang digunakan.



(A) (B) (C)
 Keterangan: Garis Kotak adalah Kloramphenikol dan Garis Lingkaran adalah Mikroenkapsulan Variasi (A), (B), dan (C)
Gambar 22. Zona Bening Pada Mikroenkapsulan Perbandingan Maltodekstrin : Kitosan (A)2,5:5 (B)3,75:3,75 dan (C)5:2,5

Pada uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumuran diperoleh adanya zona hambat dari tiga variasi mikroenkapsulan seperti pada Gambar 22. Pada pengamatan variasi A (2,5 gram maltodekstrin : 5 gram kitosan) didapatkan diameter zona hambat sebesar 13,49 mm dan 12,28 mm. Pada variasi B (3,75 gram maltodekstrin : 3,75 gram kitosan) didapatkan diameter zona hambat sebesar 11,82 mm dan 11,66 mm. Pada variasi C (5 gram maltodekstrin : 2,5 gram kitosan) didapatkan diameter zona hambat sebesar 8,77 mm dan 8,91 mm. Pada sampel kloramphenikol didapatkan diameter zona hambat sebesar 31,47 mm dan 31,20 mm. Oleh karena itu, variasi A termasuk kategori daya hambat kuat sehingga memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri. Sedangkan variasi B dan variasi C termasuk kategori daya hambat sedang sehingga memiliki sedikit kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Davis dan Stout (2017) yang menyatakan bahwa diameter zona hambat 10–20 mm memiliki daya hambat kuat, diameter zona hambat 5–10 mm mempunyai daya hambat sedang, dan diameter zona hambat <5 mm memiliki daya hambat lemah.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembuatan mikroenkapsulasi minyak atsiri daun jeruk nipis menggunakan 7,5 gram bahan penyalut maltodekstrin dan kitosan dengan metode *Freeze Drying*, dengan perbandingan maltodekstrin : kitosan (2,5:5 ; 3,75:3,75 ; 5:2,5) yang dicampur dengan minyak atsiri, *tween 80*, dan akuades. Selanjutnya dihomogenkan selama 15 menit dan dikeringkan dengan *freeze dryer* selama 4 jam 30 menit.
2. Karakteristik mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis dianalisis menggunakan instrumen PSA dan SEM, didapatkan hasil uji PSA yaitu sebesar $46,48409 \pm 0,32625 \mu\text{m}$ yang termasuk kategori mikro enkapsulan, dan SEM yaitu terdapat adanya rongga besar dan butiran kecil berwarna putih yang menunjukkan minyak atsiri berhasil dibungkus bahan penyalut maltodekstrin dan kitosan.
3. Berdasarkan pengamatan uji aktivitas antibakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan metode difusi sumuran, pada variasi A, B, dan C secara urut didapatkan hasil diameter zona hambat sebesar 13,49 mm dan 12,28 mm; 11,82 mm dan 11,66 mm; dan 8,77 mm dan 8,91 mm. Sehingga mikroenkapsulan minyak atsiri daun jeruk nipis dapat digunakan sebagai antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- AgroMedia, Redaksi. (2008). *Buku Pintar Tanaman Obat 431 Jenis Tanaman Penggempur Aneka Penyakit*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Andi, Sofyan. (2004). *Isolasi Dan Identifikasi Komponen Minyak Daun Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia swingle)*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Apriyani, R. N. (2009). *Mempelajari Pengaruh Ukuran Partikel dan Kadar Air Tepung Jagung Serta Kecepatan Ulir Ekstruder Terhadap Karakteristik Snack Esktrusi*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aranaz, I., Mengibar M., Harris R., Panos I., Miralles B., Acosta N., Galed G., dan Heras A. (2009). Funcional Characterization of Chitin and Chitosan. *J. Current. Chem. Bio*, 3, 203-230.
- Arini, S. (1995). *Farmakologi dan Terapi edisi IV*. Jakarta: Kedokteran UI.
- Astuti, S. (2006). *Isolasi dan Identiifikasi Komponen Minyak Atsiri Umbi Teki (Cyperus rotundus L.)*. Skripsi. Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Aziz, Nabila Abdul. (2015). *Pengaruh Waktu Distilasi Uap Terhadap Rendemen dan Komponen Penyusun Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia (Christm. and Panz.) swingle)*, Thesis, Universitas Brawijaya.
- Baslas, R. (1970). Studies on The Influence of Various Factors on The Essential Oil from The Plants of Mentha Piperita. *Flavour India*, 1, 185–187.
- Brooks, GF., Carroll K.C., Butel J.S., Morse S.A., dan Mietzner, T.A. (2013). *Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, & Adelberg. Ed.25*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Buchman, C. A., Levine J. D., dan Balkany T. J. (2003). *Infection of the Ear. In: Lee KJ, editor. Essential Otolarngology Head & Neck Surgery, 8th ed*. New York: McGraw-Hill.
- Chanthaphon, S., Chanthachum S., dan Hongpattarakeren T. (2008). Antimicrobial Activities of Essential Oils and Crude Extracts from Tropical Citrus Spp. Against Food-Related

- Microorganisms. *Sonklanakarin Journal of Science and Technology*, 30(1), 125-131.
- Costa, Rosaria, Carlo Bisignano, Angela Filocamo, Elisa Grasso, Francesco Occhiuto, dan Federica Spadaro. (2014). Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle Essential Oil from Italian Organic Crops. *Journal of Essential Oil Research*, 26(6), 400–408.
- Davis, W.W., dan Stout T.R. (1971). Disc plate method of microbiological antibiotic assay. *American Society for Microbiology*, 4(22).
- de Silva, K. T. (1995). *Development Of Essential Oil Industries in Developing Countries: Amanual on The Essential Oil Industries*. Viena: UNIDO.
- Dongmo, P. M. J., Tatsadjieu L. N., Sonwa T. E., Kuate J., Zollo A., dan Menut C. (2009). Essential Oils of *Citrus aurantifolia* from Cameroon and Their Antifungal Activity against *Phaeoramularia angolensis*. *African Journal of Agricultural Research*, 4(4), 354-358.
- Drozd, J. (1985). Chemical Derivatization in Gas Chromatography. *Journal of Chromatography Library*, 19.
- Dubey, R., Shami, T. C., dan Rao, K. U. B. (2009). Microencapsulation Technology and Applications. *Defence Sci J*, 59(1), 82-95.
- Effendi, V.P., dan Widjanarko, S.B. (2014). Distilasi Dan Karakterisasi Minyak Atsiri Rimpang Jeringau (*Acorus Calamus*) Dengan Kajian Lama Waktu Distilasi Dan Rasio Bahan : Pelarut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (2), 1- 8.
- Endarti, E.Y., Sukandar, dan I. Soediro. (2004). Kajian Aktivitas Asam Usnat Terhadap Bakteri Penyebab Bau Badan. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*, 3(1), 1412- 2855.
- Estevinho, B.N., Rocha, F., Santos, L., dan Alves, A. (2013). Microencapsulation With Chitosan by Spray Drying for Industry Applications. *Trends in Food Science & Technology*, 31, 138-155.
- Ethica, Stalis Norma. (2018). *Buku Referensi Bioremediasi Limbah Biomedik Cair*. Yogyakarta: Deepublish.
- Ezhilarasi, P.N., Karthik, P., Chhanwal, N., dan Anandharamakrishnan, C. (2012). Nanoencapsulation Techniques for Food Bioactive

Components: A Review. *J Food Bioprocess Technol. Food and Bioprocess Technology*, 6(3), 628-647.

- Fatmawati, Aisyah, Michrun Nisa, dan Radhia Rezki. (2015). *Teknologi Sediaan Farmasi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Ferguson. (2002). *Medical Use of Citrus Sciences department Cooperative extension services Institute of Food Agricultural Science*. University of Florida. Gainesville (online). http://edis.ifas.edu/body_Chi96. Diakses tanggal 22 Oktober 2015.
- Fitria, Hilda. (2020). *Formulasi Sediaan Salep Minyak Atsiri Kemangi (Ocimum basilicum) dan Uji Aktivitas Antijamur Pada Candida albicans*. Skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Franks, Felix dan Tony Auffret. (2008). *Freeze-Drying of Pharmaceuticals and Biopharmaceuticals Principles and Practice*. Britania Raya: RSC Publishing.
- Gendrowati, F. (2014). *Tanaman Obat Keluarga*. Jakarta: Padi.
- Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., dan Saurel, R. (2007). Review: Applications of Spray Drying in Microencapsulation of Food Ingredients: An Overview. *Food Research International*, 40, 1107-1121.
- Guenther, E. (1970). *The Essential Oil Vol. I*. USA: Robert E Krieger Publishing.
- Guenther. (1952). *The Essensial Oil 2nd ed. Vol. III*. New York: D. Van Norstrad Co. Inc.
- Harahap, Israwati, dan Elsie. (2017). Isolasi Cendawan Endofit Dari Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) dan Potensinya Sebagai Antimikroba, *Jurnal Photon*, 8(1).
- Haryadi, P. (2013). Pengeringan Beku dan Aplikasinya di Industri Pangan. *Foodreview*, 8(2).
- Hermawan, A., Hana W., dan Wiwiek T. (2007). *Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (Piper Betle L) Terhadap Pertumbuhan Staphylococcus Aureus dan Escherichia Coli Dengan Metode Diffusi Disk*, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya.
- Hutapea, J.R. (2000). *Inventaris Tanaman Obat Indonesia, Edisi I*, 19-20. Jakarta: Bhakti Husada.

- Julianto, Tatang S. (2016). *Minyak Atsiri Bunga Indonesia*. Yogyakarta: Deepublish.
- Jyothi, N.V.N., Muthu, P.P., Suhas, N.S., Surya, K.P., Seetha, P.R., Srawan, G.Y. (2010). Microencapsulation Technique, Factor Influencing Encapsulation Efficiency, *Journal of Microencapsulation*, 27(3).
- Kailasapathy, K. (2002). Microencapsulation of Probiotic Bacteria: Technology and Potential Applications. *Current Issues Intestinal Microbiology*, 3, 39-48.
- Kalemba, D., dan Kunicka, A. (2003). *Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils*, *Current Medicinal Chemistry*, 10, 813-829.
- Khan, T.A., Peh K.K., dan Cheng H.S. (2002). Reporting Degree of Deacetylation Values of Chitosan: The Influence of Analytical Methods. *J. Pharm. Sci.*, 5(3), 205-212.
- Khumaisah, Lela Lailatul, Vina Juliana Anggraeni, dan Muhamad Salman Fareza. (2019). Skrining Fitokimia dan Uji Antibakteri Ekstrak Daun Canar Susu (*Smilax macrocarpa Blume*) Terhadap *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus epidermidis*. *Acta Pharm Indo*, 7(1), 28-35.
- Kusmayati, Agustini, N. W. R. (2007). Uji Aktivitas Senyawa Antibakteri dari Mikroalga (*Porphyridium cruentum*). *J. Biod*, 8(1), 48-53.
- Latief, H. A. (2014). *Obat Tradisional*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J., dan Desobry, S. (2006). Flavour Encapsulation and Controlled Release - A Review. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(1), 1-21.
- Martín, A., Salima Varona, Alexander Navarrete, dan Maria Jose Cocero. (2010). Encapsulation and Co-Precipitation Processes with Supercritical Fluids: Applications with Essential Oils. *Spain: The Open Chemical Engineering Journal*, 4, 31-41.
- McCabe, Warren L., Julian C. Smith, dan Peter Harriott. (1985). *Unit Operations of Chemical Engineering, Ed. IV*. New York: McGraw-Hill.
- Minemoto, Y., Adachi, S., dan Matsuno, R. (1997). Comparison of Oxidation of Menthyl Linoleate Encapsulated with Gum Arabic by Aot-

- air-drying and Freeze Drying. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 45, 4530–4534.
- Moreno, A., Hoz D.L.A., dan Diaz-Ortiz A. (2005). Microwaves in Organic Synthesis: Thermal and Non-Thermal Microwave Effects. *Chem. Soc. Rev.* 34, 164–178.
- Mulyani, Sri, Purwanto, Sudarsono, Wahyono, Suwijoyo P., Indah P., Andayana P.C., Djoko S., Triana H., Nanang F., Yosi B.M., dan Sylvia U.T.P. (2021). *Minyak Atsiri Tumbuhan Obat*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Nanotech. (2012). *Jasa Karakterisasi PSA (Partikel Size Analyzer) dan Zeta potensial*. Balai Inkubator Teknologi Serpong – Tangerang.
- Natsir, Muhammad Halim, Mashudi, Osfar Sjojfan, Artharini Irsyammawati, dan Hartutik. (2019). *Teknologi Pengolahan Bahan Pakan Ternak*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Ningsih, Ayu Putri, Nurmiati, dan Anthoni Agustien. (2013). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kental Tanaman Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* Linn.) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 2(3), 207-213.
- Noor, Azian. (2000). *Essential Oil and Active Ingredients Extraction from Ginger Plants*. Annual Progress Report. Malaysia: Centre of Lipids Engineering & Applied Research.
- Nurainy, F., Rizal S., dan Yudiantoro. (2008). Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Aktivitas Antibakteri Dengan Metode Difusi Agar (Sumur). *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 13(2), 117-125.
- Perdana, Aulia Arif. (2020). *Mikroenkapsulasi Minyak Daun Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia) Dengan Matriks Maltodextrin Menggunakan Metode Freeze – Drying*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. 34-35.
- Prayoga, G. (2013). Fraksinasi Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Ekstrak Teraktif Daun Sambang Darah (*Excoecaria cochinchinensis* Lour). *Pharmakon*, 5, 41-48.

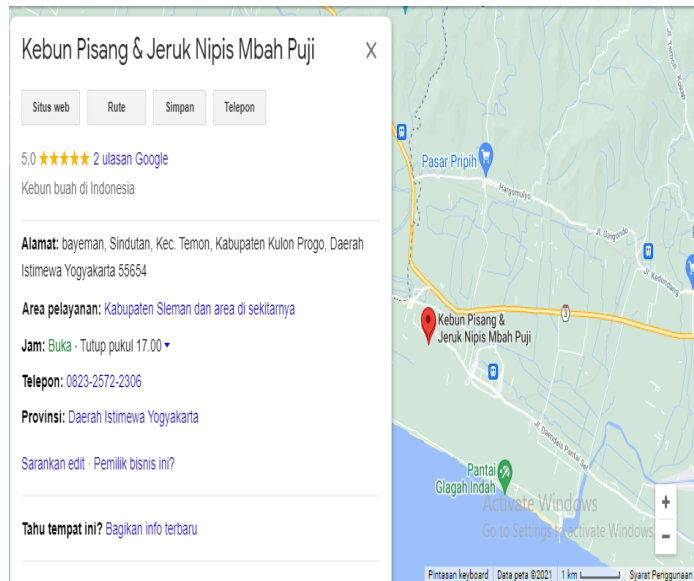
- Rahmalia, R. (2008). *Kajian Mikroenkapsulasi Ekstrak Vanili dan Retensi Vanilin Selama Penyimpanan*. Thesis. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Razak, Abdul, Aziz Djamal, dan Gusti Revilla. (2013). Uji Daya Hambat Air Perasan Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia s.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 2(1).
- Reddy, L.J., Jalli R.D., Jose B., dan Gopu S. (2012). Evaluation of Antibacterial & Antioxidant Activities of The Leaf Essential Oil & Leaf Extracts of *Citrus aurantifolia*. *Asian Journal of Biochemical and Pharmaceutical Research Issue*, 2(2), 346-354.
- Risnawati, Laily Nurliana, dan Desy Kurniawati. (2017). Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Dari Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth*) Sebagai Antijamur *Candida albicans*. *Ind. J. Chem. Res.*, 4(2), 386-393.
- Saloko, S., Darmadji, P., Setiaji, B., Pranoto, Y., dan Anal, A.K. (2013). Encapsulation Of Coconut Shell Liquid Smoke in Chitosan-Maltodextrin Based Nanoparticles. *International Food Research Journal*, 20(3), 1269-1276.
- Sarwono, B. (2001). *Khasiat dan Manfaat Jeruk Nipis*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Sastrohamidjojo, H. (2004). *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sastrohamidjojo, H. dan Pranowo H. D. (1985). *Kromatografi, Edisi kesatu*. Yogyakarta: Penerbit Liberti.
- Siegrist, J. (2010). *Pseudomonas* a Commuincative Bacteria. *Mircrobiology Focus*, 2(4).
- Silitonga, Partahi, dan Berlian Sitorus. (2014). Enkapsulasi Pigmen Antosianin dari Kulit Terong Ungu. *JKK*, 3(1), 44-49.
- Sparkman, O. D., Penton Z., dan Fulton G. (2011). *Gas chromatography and mass spectrometry : a practical guide*. Elsevier.
- Sudarshan, N.R., D.G. Hoover, dan D. Knorr. (1992). Antibacterial Action of Glucosamine. *Food Biotech*, 6, 257-272.
- Sujatno, Agus, Rohmad Salam, Bandriyana, dan Arbi Dimiyati. (2015). Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk Karakterisasi

Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 9(2).


- Sulistyo. (1971). *Farmakologi dan Terapi*. Yogyakarta: EKG.
- Varcoe, J. S. (2001). *Clinical Biochemistry: Techniques and Instrumentation: A Practicak Course*. London: World Scientific Publishing.
- Vaya, J., dan Aviram, M. (2001). Nutritional Antioxidant: Mechanism Of Action, Analyses Of Activities And Medical Applications. *Curr. Med. Chem-Imm, Endoc. &Metab Agents*.
- Voutou, B. & Stefanaki, E. C. (2008). Electron Microscopy the Basics. *Physics of Advanced Materials Winter School*.
- Widowati, A.K., Nur H.H., dan Eti P.P. (2012). Efek Antipiretik Ekstrak Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolium*) Pada Tikus Putih. *Biofarmasi*, 10(2), 35-39.
- Yusrista, I G. A. T. (2010). *Miroenkapsulasi Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L.) dan Aktivasnya Selama Penyimpanan*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Zehn, A.S. (2016). *Pengaruh Kecepatan Homogenisasi dan Jenis Penyalut Terhadap Stabilitas Emulsi Minyak Cengkeh dalam Air*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

LAMPIRAN

1. Lokasi Kebun Daun Jeruk Nipis dan Daun Jeruk Nipis



2. Determinasi Daun Jeruk Nipis


UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS BIOLOGI
LABORATORIUM SISTEMATIKA TUMBUHAN
Jalan Teknika Selatan Sekip Utara Yogyakarta 55281 Telpun (0274) 6492262/6492272; Fax: (0274) 580839

SURAT KETERANGAN
Nomor : 0141087/S.Tb./IX/2021

Yang bertanda tangan dibawah ini, Kepala Laboratorium Sistematika Tumbuhan Fakultas Biologi UGM, menerangkan dengan sesungguhnya bahwa,

Nama : Indah Wulandari
NIM : 17612049
Asal instansi : Fakultas MIPA UII - Yogyakarta

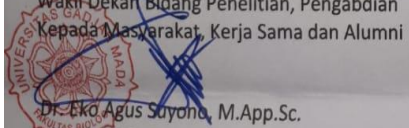
telah melakukan identifikasi tumbuhan dengan hasil sebagai berikut,

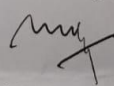
Divisi : Tracheophyta
Sub Divisi : Spermatophytina
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Sapindales
Familia : Rutaceae
Genus : *Citrus*
Spesies : *Citrus x aurantiifolia* (Christm.) Swingle


identifikasi tersebut dibantu oleh Dr. Ratna Susandarini, M.Sc.
Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Mengetahui,
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Penelitian, Pengabdian
Kepada Masyarakat, Kerja Sama dan Alumni

Yogyakarta, 17 September 2021
Kepala Laboratorium
Sistematika Tumbuhan
Fakultas Biologi UGM


Dr. Eka Agus Sayono, M.App.Sc.
NIP. 197112181997021001


Prof. Dr. Purnomo, M.S.
NIP. 195504211982031005



3. Pengeringan Daun Jeruk Nipis



4. Proses Pematangan Daun Jeruk Nipis



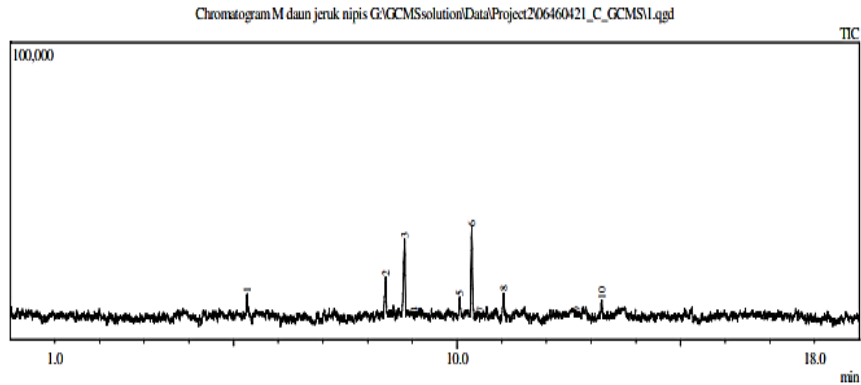
5. Proses Distilasi Kukus Daun Jeruk Nipis



6. Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis.



7. Analisis Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis Menggunakan Instrumen GCMS



Kromatogram Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

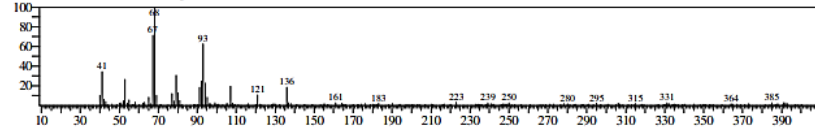
Library

<< Target >>

Line#1 R-Time:5.300(Scan#:1061) MassPeaks:185

RawMode:Averaged 5.295-5.305(1060-1062) BasePeak:68.10(1108)

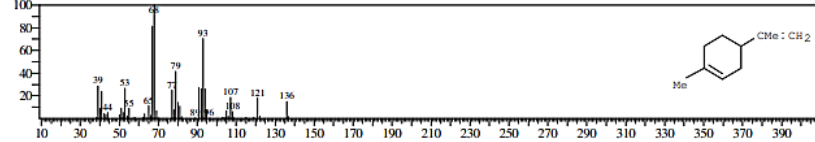
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#1 Entry:26325 Library:WILEY7.LIB

SE91 Formula:C10 H16 CAS:5989-54-8 MolWeight:136 RetIndex:0

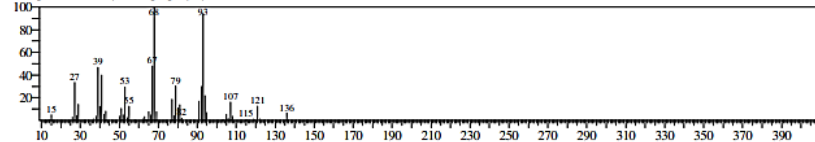
CompName:1-Limonene SS Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (S)- (CAS) S (-)-Limonene SS p-Mentha-1,8-diene, (S)-(-)-SS (-)-Limonene SS Limone



Hit#2 Entry:25593 Library:WILEY7.LIB

SE90 Formula:C10 H16 CAS:0-00-0 MolWeight:136 RetIndex:0

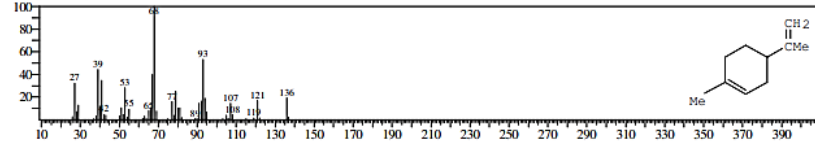
CompName:2-methyl-4-isopropenylcyclohex-1-ene SS



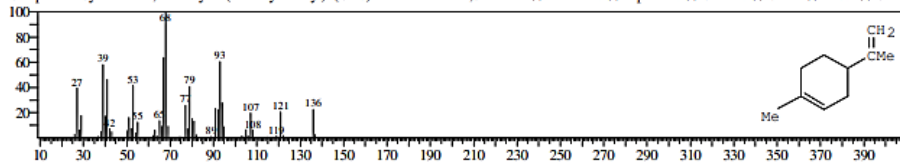
Hit#3 Entry:26303 Library:WILEY7.LIB

SE90 Formula:C10 H16 CAS:5989-27-5 MolWeight:136 RetIndex:0

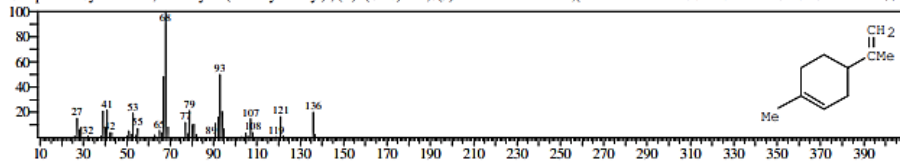
CompName:Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (R)- (CAS) D-1,8(9)-P-MENTHADIENE,(D-1-METHYL-4-ISOPROPENYL)CYCLOHEXENE SS d



Hit#4 Entry:26299 Library:WILEY7.LIB
 SE89 Formula:C10 H16 CAS:138-86-3 MolWeight:136 RetIndex:0
 CompName:Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)- (CAS) I-P-MENTHA-1,8-DIENE SS Limonene SS Dipentene SS Carvene SS Cinen SS Nesol SS Cinen

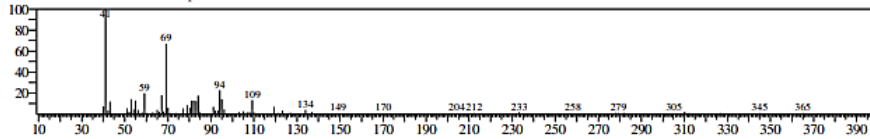


Hit#5 Entry:26298 Library:WILEY7.LIB
 SE89 Formula:C10 H16 CAS:5989-27-5 MolWeight:136 RetIndex:0
 CompName:Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (R)- (CAS) D-1,8(9)-P-MENTHADIENE,(D-1-METHYL-4-ISOPROPENYLCYCLOHEXENE SS d-

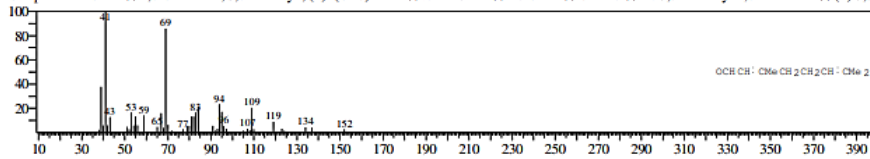


<< Target >>

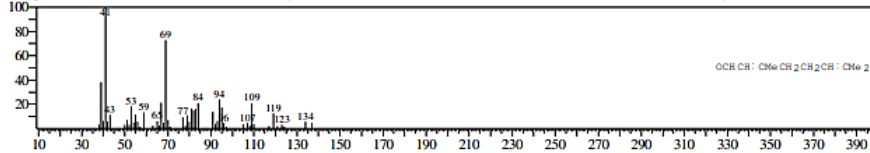
Line#2 R.Time:8.405(Scan#:1682) MassPeaks:223
 RawMode:Averaged 8.400-8.410(1681-1683) BasePeak:41.10(2439)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



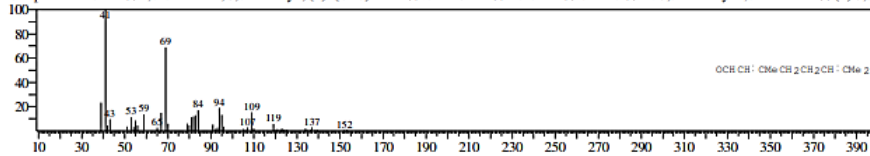
Hit#1 Entry:40967 Library:WILEY7.LIB
 SE93 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-



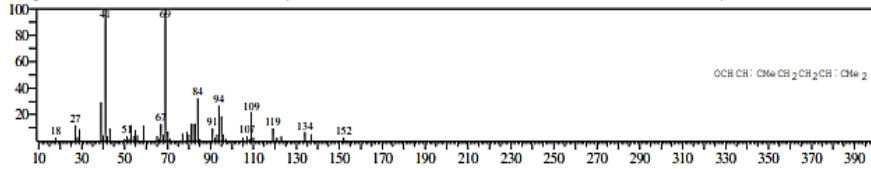
Hit#2 Entry:40960 Library:WILEY7.LIB
 SE93 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-



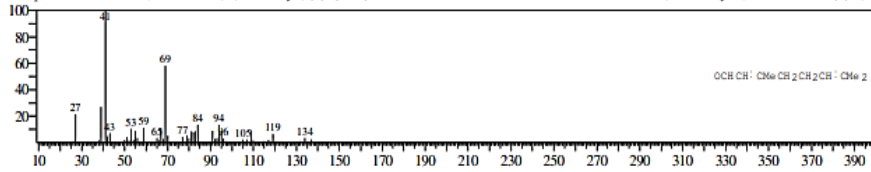
Hit#3 Entry:40966 Library:WILEY7.LIB
 SE92 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-



Hit#4 Entry:40958 Library:WILEY7.LIB
SI:92 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0
CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral b SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-I

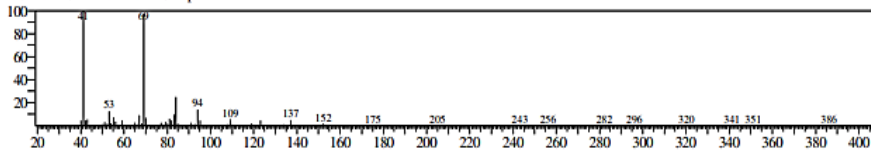


Hit#5 Entry:40964 Library:WILEY7.LIB
SI:90 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0
CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral b SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-I

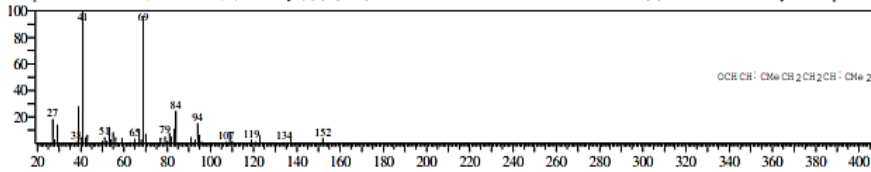


<< Target >>

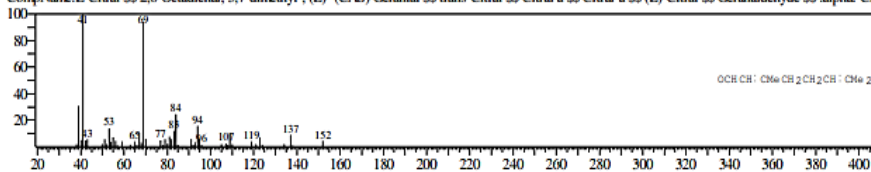
Line#:3 R.Time:8.830/Scan#:1767) MassPeaks:229
RawMode:Averaged 8.825-8.835(1766-1768) BasePeak:41.10(5886)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



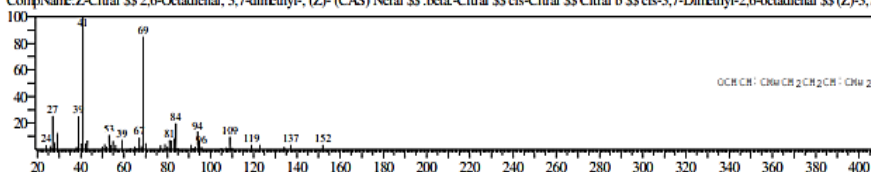
Hit#1 Entry:40943 Library:WILEY7.LIB
SI:96 Formula:C10 H16 O CAS:141-27-5 MolWeight:152 RetIndex:0
CompName:E-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Geranial SS trans-Citral SS Citral a SS Citral-a SS (E)-Citral SS Geranaldehyde SS .alpha.-Cit



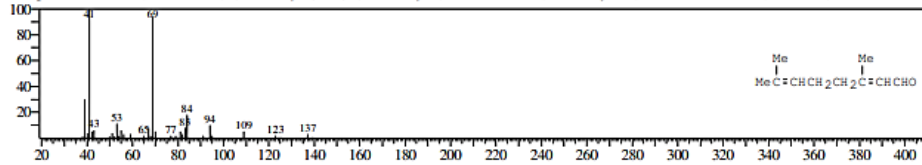
Hit#2 Entry:40948 Library:WILEY7.LIB
SI:95 Formula:C10 H16 O CAS:141-27-5 MolWeight:152 RetIndex:0
CompName:E-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Geranial SS trans-Citral SS Citral a SS Citral-a SS (E)-Citral SS Geranaldehyde SS .alpha.-Cit



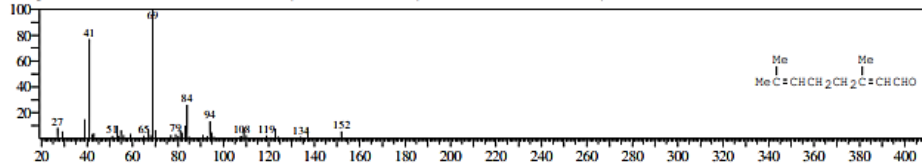
Hit#3 Entry:40957 Library:WILEY7.LIB
SI:95 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0
CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-I



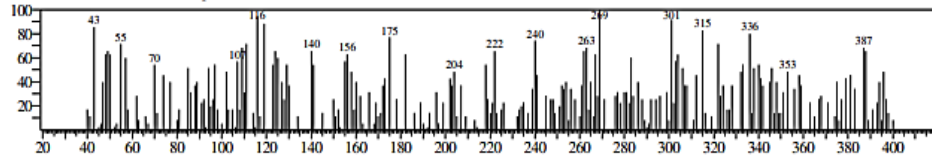
Hit#4 Entry:40975 Library:WILEY7.LIB
 SE94 Formula:C10 H16 O CAS:5392-40-5 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl- (CAS) 3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS Citral,c&t SS cis,trans-Citral SS G



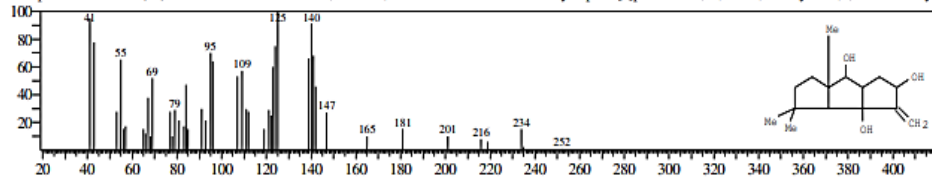
Hit#5 Entry:40970 Library:WILEY7.LIB
 SE94 Formula:C10 H16 O CAS:5392-40-5 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl- (CAS) 3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS Citral,c&t SS cis,trans-Citral SS G



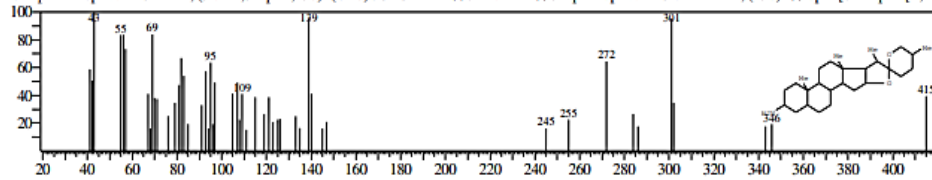
<< Target >>
 Line#4 R.Time:9.050(Scan#:1811) MassPeaks:215
 RawMode:Averaged 9.045-9.055(1810-1812) BasePeak:269.00(35)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



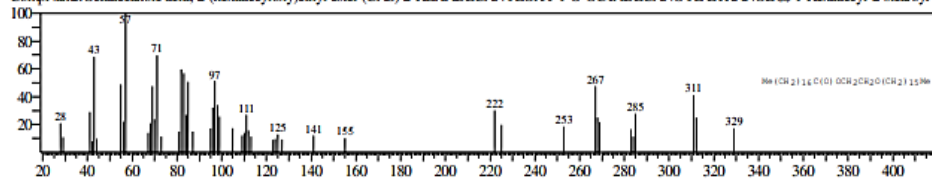
Hit#1 Entry:159318 Library:WILEY7.LIB
 SE30 Formula:C15 H24 O3 CAS:61228-60-2 MolWeight:252 RetIndex:0
 CompName:DELTA,9(12)-CAPNELLENE-5.ALPHA.,8.BETA.,10.ALPHA.-TRIOL SS 3aH-Cyclopenta[a]pentalene-2,3a,7-triol, decahydro-4,4,6a-tetramethyl-



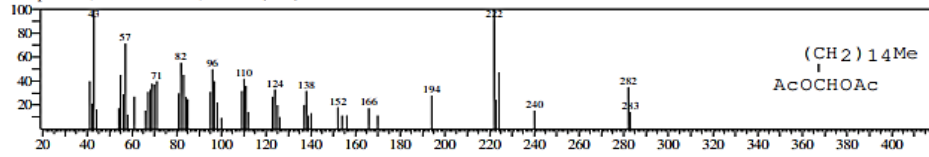
Hit#2 Entry:291613 Library:WILEY7.LIB
 SE30 Formula:C27 H45 N O2 CAS:6084-44-2 MolWeight:415 RetIndex:0
 CompName:Spirostan-3-amine, (3.beta.,5.alpha.,25S)- (CAS) JURUBIDIN SS Jurubidine SS 5.alpha.-Spirostan-3.beta.-amine, (25S)- SS Spiro[8H-naphth[2,1'4



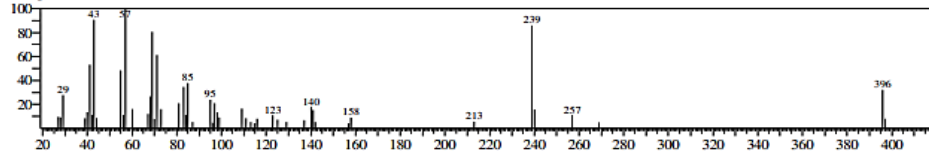
Hit#3 Entry:324479 Library:WILEY7.LIB
 SE30 Formula:C36 H72 O3 CAS:34639-56-0 MolWeight:553 RetIndex:0
 CompName:Octadecanoic acid, 2-(hexadecyloxy)ethyl ester (CAS) 2-HEXADECANYLOXY-1-O-OCTADECANOYL-ETHANOL SS 1-Hexadecyl-2-stearoyl e



Hit#4 Entry:248184 Library:WILEY7.LIB
 SE30 Formula:C20 H38 O4 CAS:56438-11-0 MolWeight:342 RetIndex:0
 CompName:1,1-Hexadecanediol, diacetate (CAS)

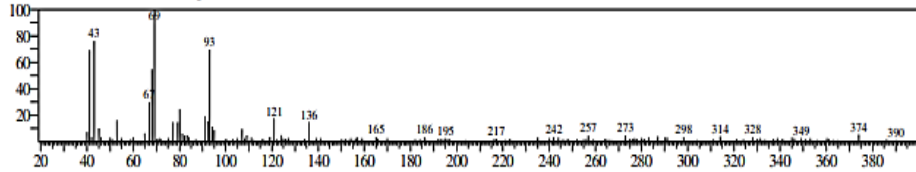


Hit#5 Entry:290777 Library:WILEY7.LIB
 SE30 Formula:C22 H38 O7 CAS:137-66-6 MolWeight:414 RetIndex:0
 CompName:L-ASCORBIC ACID, 6-HEXADECANOATE SS

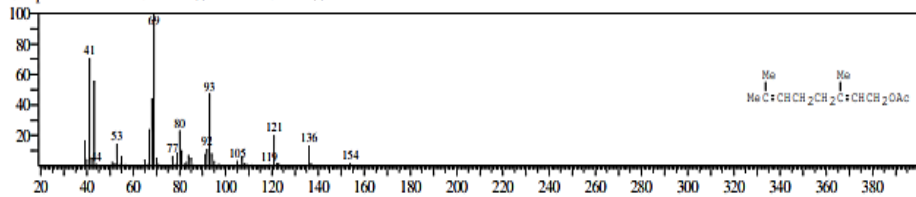


<< Target >>

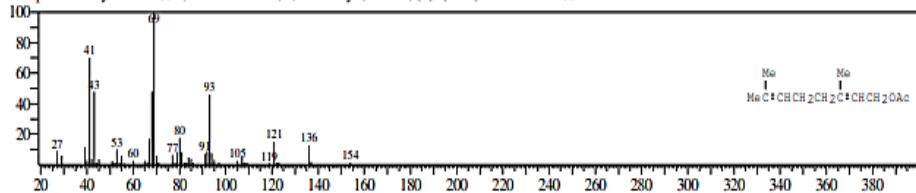
Line#5 R.Time:10.060(Scan#:2013) MassPeaks:218
 RawMode:Averaged 10.055-10.065(2012-2014) BasePeak:69.15(777)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



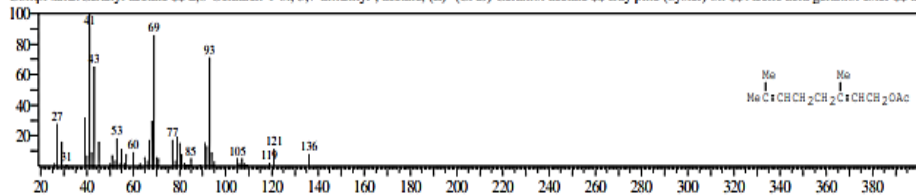
Hit#1 Entry:91125 Library:WILEY7.LIB
 SE83 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:NERYL ACETATE SS NERYLACETAT SS



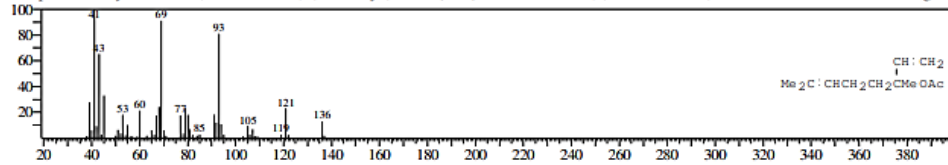
Hit#2 Entry:91000 Library:WILEY7.LIB
 SE83 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Neryl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- (CAS) Nerol acetate SS



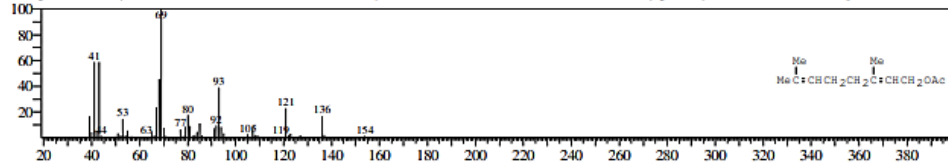
Hit#3 Entry:91010 Library:WILEY7.LIB
 SE82 Formula:C12 H20 O2 CAS:105-87-3 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Geranyl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- (CAS) Geraniol acetate SS Bay pine (oyster) oil SS Acetic acid geraniol ester SS



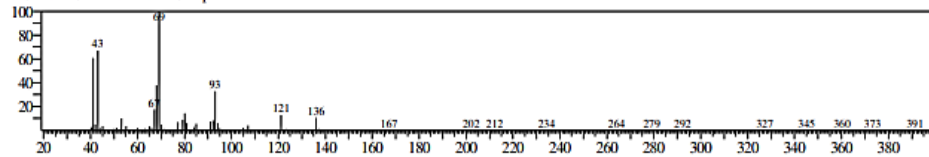
Hit#4 Entry:90995 Library:WILEY7.LIB
 SE:82 Formula:C12 H20 O2 CAS:115-95-7 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Linalyl acetate SS 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate (CAS) ETHANOIC ACID,3,7-DIMETHYL-1,6-OCTADIEN-3-OL ESTER SS Bergamol



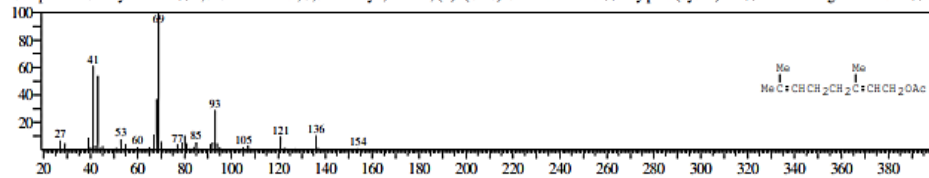
Hit#5 Entry:91013 Library:WILEY7.LIB
 SE:82 Formula:C12 H20 O2 CAS:105-87-3 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Geranyl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- (CAS) Geraniol acetate SS Bay pine (oyster) oil SS Acetic acid geraniol ester SS tr



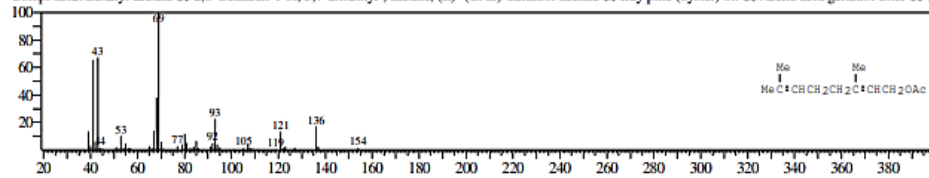
<< Target >>
 Line#6 R.Time:10.330(Scan#:2067) MassPeaks:221
 RawMode:Averaged 10.325-10.335(2066-2068) BasePeak:69.10(5825)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



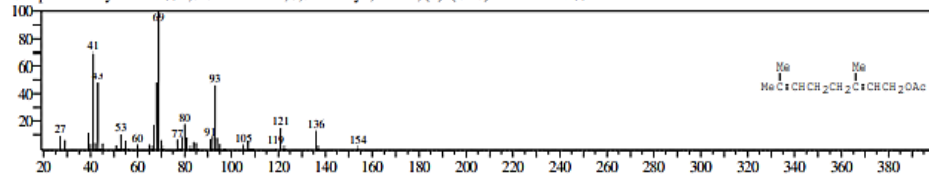
Hit#1 Entry:91009 Library:WILEY7.LIB
 SE:96 Formula:C12 H20 O2 CAS:105-87-3 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Geranyl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- (CAS) Geraniol acetate SS Bay pine (oyster) oil SS Acetic acid geraniol ester SS tr



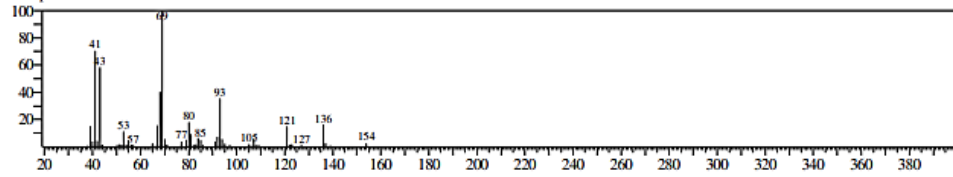
Hit#2 Entry:91014 Library:WILEY7.LIB
 SE:95 Formula:C12 H20 O2 CAS:105-87-3 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Geranyl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- (CAS) Geraniol acetate SS Bay pine (oyster) oil SS Acetic acid geraniol ester SS tr



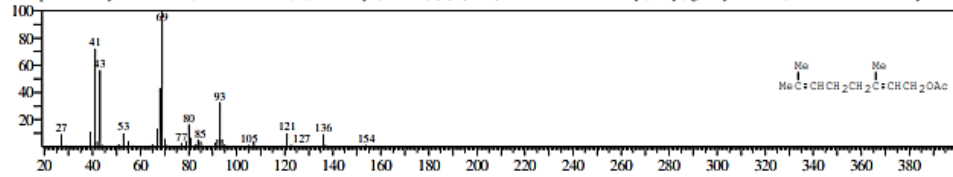
Hit#3 Entry:91000 Library:WILEY7.LIB
 SE:95 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Neryl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- (CAS) Nerol acetate SS



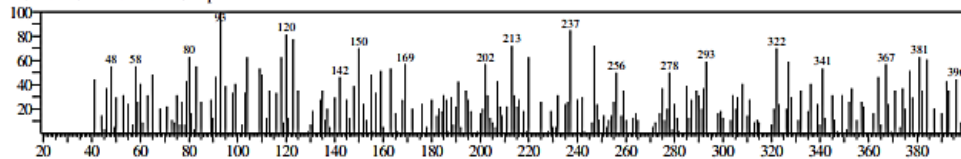
Hit#4 Entry:90277 Library:WILEY7.LIB
 SE95 Formula:C12 H20 O2 CAS:0-00-0 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:NERYLACETATE SS



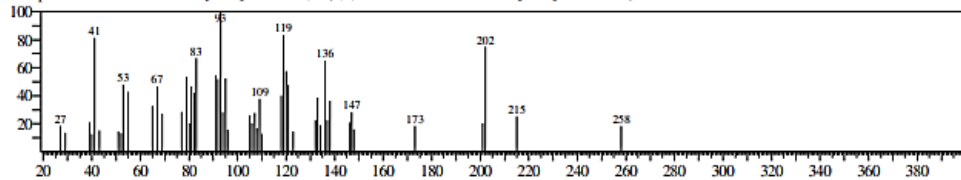
Hit#5 Entry:91003 Library:WILEY7.LIB
 SE95 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Neryl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- (CAS) Nerol acetate SS Linalyl, neryl, geranyl acetates, mixture SS cis-Geranyl aceta



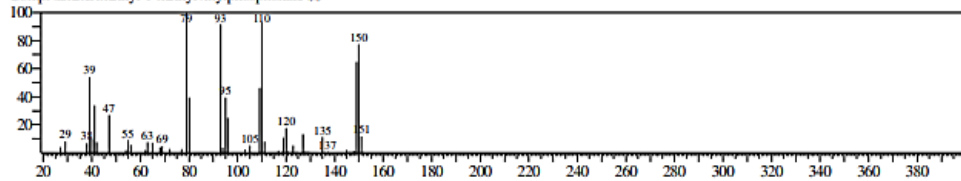
<< Target >>
 Line#7 R.Time:10.525(Scan#:2106) MassPeaks:221
 RawMode:Averaged 10.520-10.530(2105-2107) BasePeak:93.00(54)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



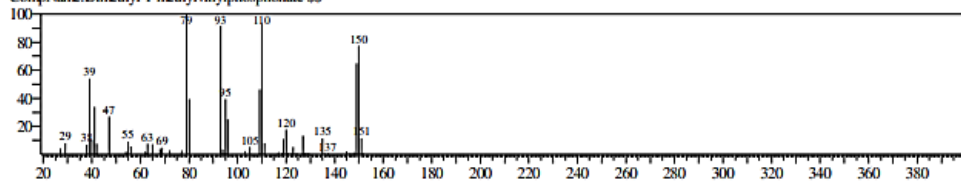
Hit#1 Entry:166460 Library:WILEY7.LIB
 SE32 Formula:C18 H31 B CAS:73624-47-2 MolWeight:258 RetIndex:0
 CompName:9-BORABICYCLO[3.3.1]NONANE, 9-(2,6,6-TRIMETHYLBICYCLO[3.1.1]HEPT-3-YL)- SS



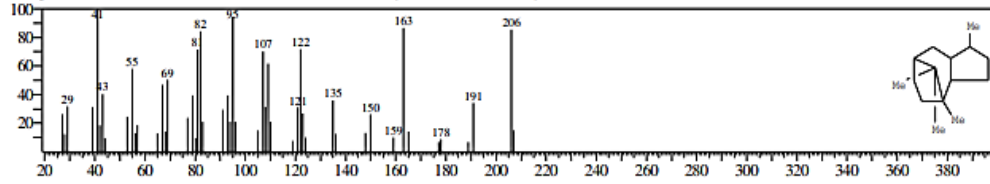
Hit#2 Entry:37319 Library:WILEY7.LIB
 SE32 Formula:C5 H11 O3 P CAS:0-00-0 MolWeight:150 RetIndex:0
 CompName:Dimethyl 1-methylvinylphosphonate SS



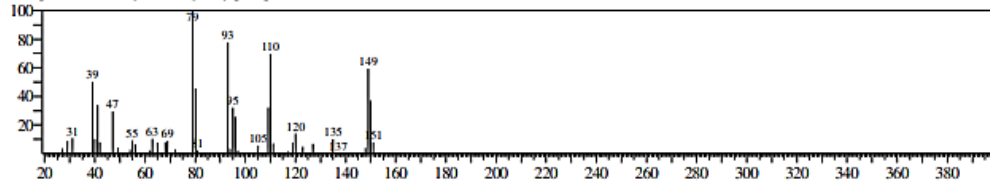
Hit#3 Entry:37320 Library:WILEY7.LIB
 SE32 Formula:C5 H11 O3 P CAS:0-00-0 MolWeight:150 RetIndex:0
 CompName:Dimethyl 1-methylvinylphosphonate SS



Hit#4 Entry:103302 Library:WILEY7.LIB
 SE:30 Formula:C15 H26 CAS:20478-88-0 MolWeight:206 RetIndex:0
 CompName:beta-Patchoulane SS 4,7-Methanoazulene, decahydro-1,4,9,9-tetramethyl- (CAS)

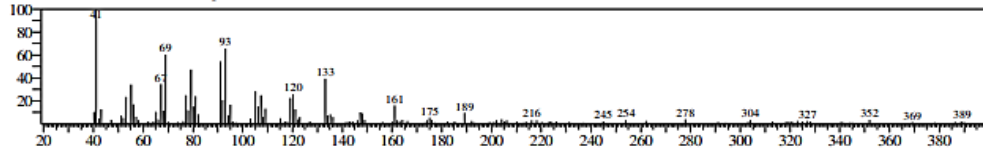


Hit#5 Entry:37318 Library:WILEY7.LIB
 SE:29 Formula:C5 H11 O3 P CAS:0-00-0 MolWeight:150 RetIndex:0
 CompName:Dimethyl 1-methylvinylphosphonate SS

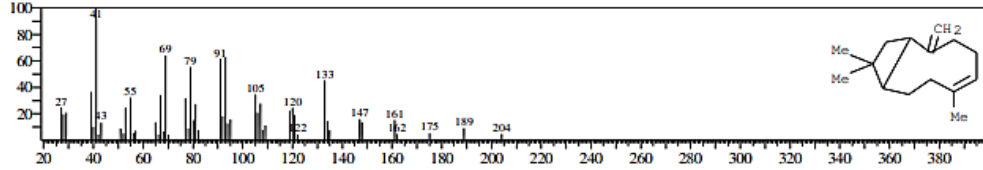


<< Target >>

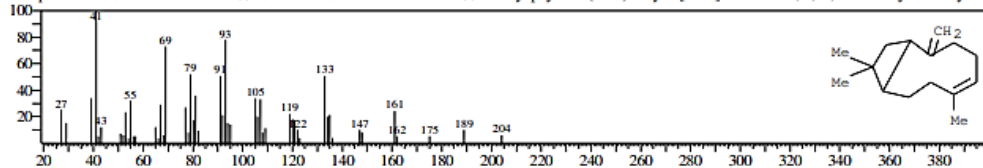
Line#8 R.Time:11.040(Scan#:2209) MassPeak:195
 RawMode:Averaged 11.035-11.045(2208-2210) BasePeak:41.10(793)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



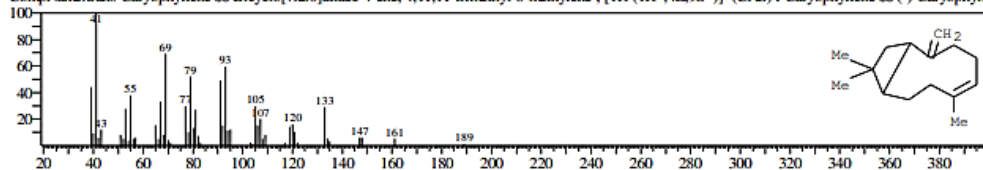
Hit#1 Entry:100788 Library:WILEY7.LIB
 SE:95 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0
 CompName:trans-Caryophyllene SS Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4E,9S*)]- (CAS) 1-Caryophyllene SS (-)-Caryophylle



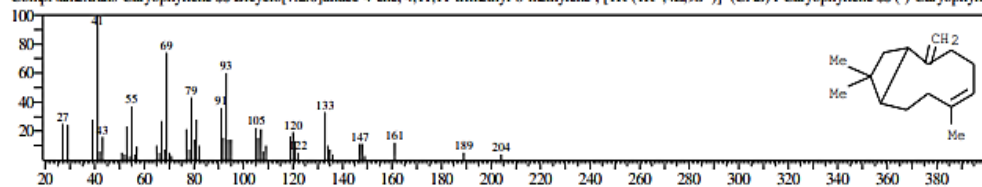
Hit#2 Entry:100799 Library:WILEY7.LIB
 SE:93 Formula:C15 H24 CAS:118-65-0 MolWeight:204 RetIndex:0
 CompName:ISOCARYOPHYLLEN SS .GAMMA.-CARYOPHYLLENE SS isocaryophyllene (CAS) Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-



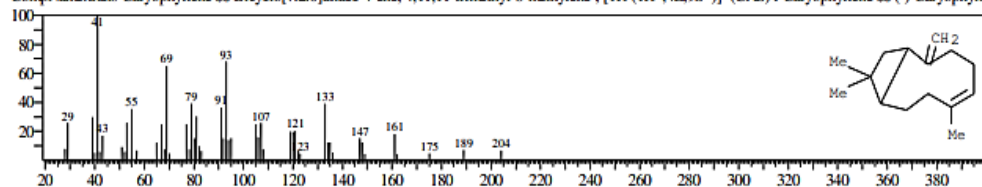
Hit#3 Entry:100789 Library:WILEY7.LIB
 SE:92 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0
 CompName:trans-Caryophyllene SS Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4E,9S*)]- (CAS) 1-Caryophyllene SS (-)-Caryophylle



Hit#4 Entry:100786 Library:WILEY7.LIB
 SE:92 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0
 CompName:trans-Caryophyllene SS Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4E,9S*)]- (CAS) 1-Caryophyllene SS (-)-Caryophyll

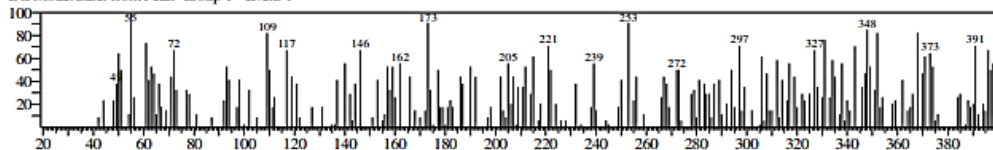


Hit#5 Entry:100790 Library:WILEY7.LIB
 SE:92 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0
 CompName:trans-Caryophyllene SS Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4E,9S*)]- (CAS) 1-Caryophyllene SS (-)-Caryophyll

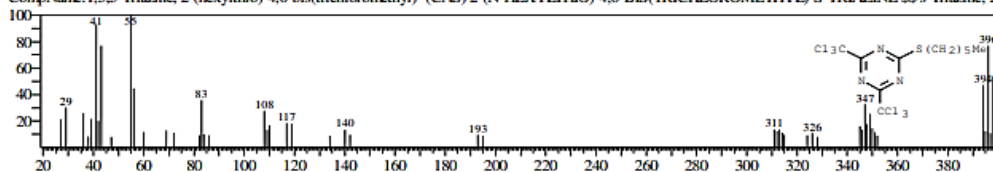


<< Target >>

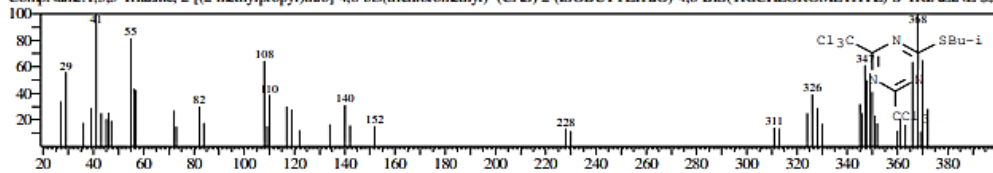
Line#9 R.Time:12.675(Scan#:2536) MassPeaks:200
 RawMode:Averaged 12.670-12.680(2535-2537) BasePeak:55.00(34)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



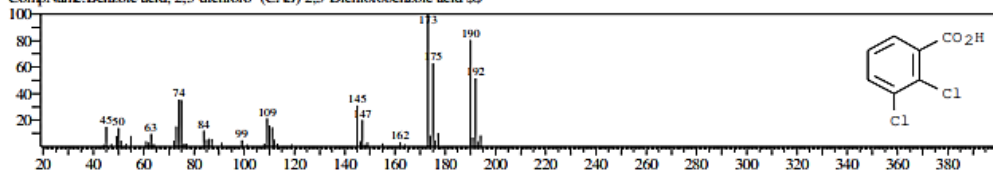
Hit#1 Entry:297082 Library:WILEY7.LIB
 SE:27 Formula:C11 H13 Cl6 N3 S CAS:24481-71-8 MolWeight:429 RetIndex:0
 CompName:1,3,5-Triazine, 2-(hexylthio)-4,6-bis(trichloromethyl)- (CAS) 2-(N-HEXYLTHIO)-4,6-BIS(TRICHLOROMETHYL)-S-TRIAZINE SS s-Triazine, 2-



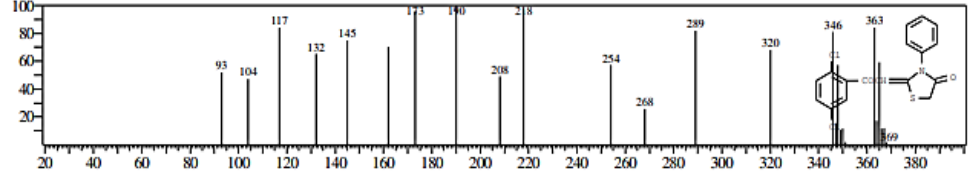
Hit#2 Entry:284740 Library:WILEY7.LIB
 SE:25 Formula:C9 H9 Cl6 N3 S CAS:24481-69-4 MolWeight:401 RetIndex:0
 CompName:1,3,5-Triazine, 2-[(2-methylpropyl)thio]-4,6-bis(trichloromethyl)- (CAS) 2-(N-ISOBUTYLTHIO)-4,6-BIS(TRICHLOROMETHYL)-S-TRIAZINE SS s-Triazine, 2-



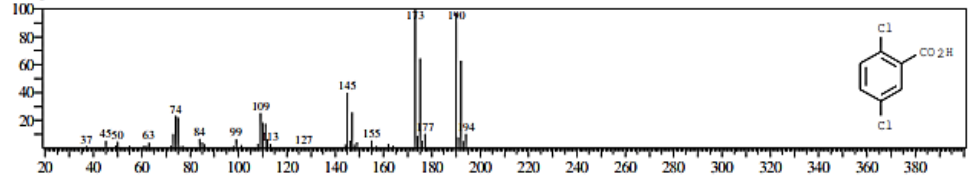
Hit#3 Entry:82079 Library:WILEY7.LIB
 SE:22 Formula:C7 H4 Cl2 O2 CAS:50-45-3 MolWeight:190 RetIndex:0
 CompName:Benzoic acid, 2,3-dichloro- (CAS) 2,3-Dichlorobenzoic acid SS



Hit#4 Entry:262952 Library:WILEY7.LIB
 SE:22 Formula:C17 H11 Cl2 N O2 S CAS:71504-14-8 MolWeight:363 RetIndex:0
 CompName:(4-OXO-3-PHENYLTHIAZOLIDIN-2-YLIDEN)-2,5-DICHLORACETOPHENONE SS 4-Thiazolidinone, 2-[2-(2,5-dichlorophenyl)-2-oxoethylidene]

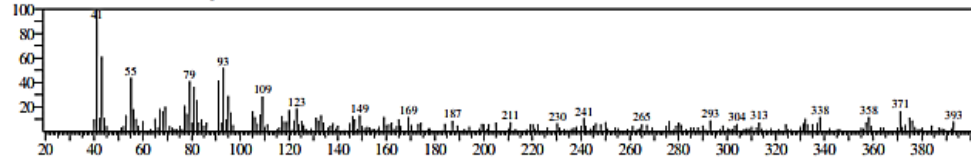


Hit#5 Entry:82081 Library:WILEY7.LIB
 SE:22 Formula:C7 H4 Cl2 O2 CAS:50-79-3 MolWeight:190 RetIndex:0
 CompName:Benzoic acid, 2,5-dichloro- (CAS) 2,5-Dichlorobenzoic acid SS

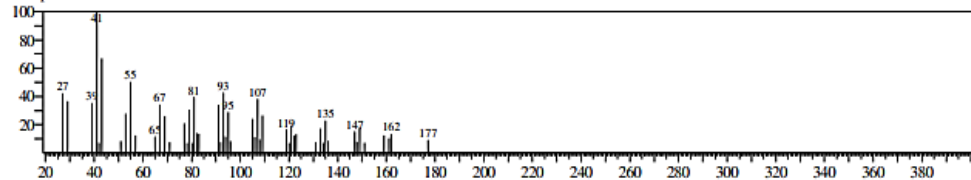


<< Target >>

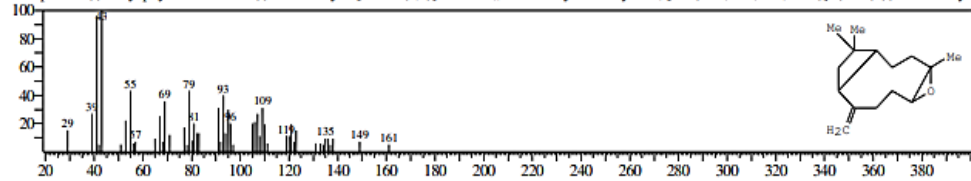
Line# 10 R.Time:13.240(Scan#:2649) MassPeaks:250
 RawMode:Averaged 13.235-13.245(2648-2650) BasePeak:41.10(368)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



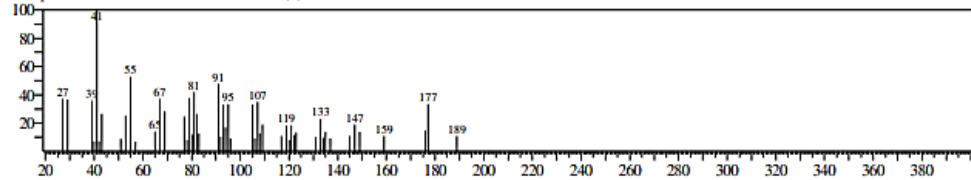
Hit#1 Entry:120556 Library:WILEY7.LIB
 SE:74 Formula:C15 H24 O CAS:0-00-0 MolWeight:220 RetIndex:0
 CompName:ISOAROMADENDRENOXID SS



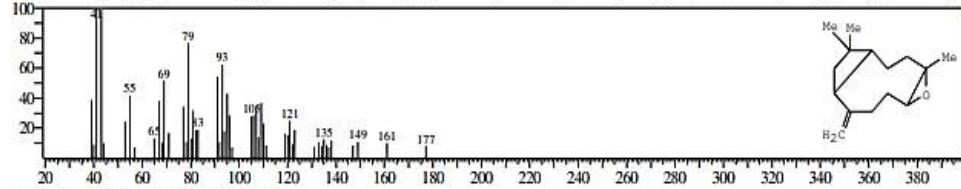
Hit#2 Entry:121058 Library:WILEY7.LIB
 SE:73 Formula:C15 H24 O CAS:1139-30-6 MolWeight:220 RetIndex:0
 CompName:(-)-Caryophyllene oxide SS (-)-5-Oxatricyclo[8.2.0.0(4,6)]dodecane,,12-trimethyl-9-methylene-, [1R-(1R*,4R*,6R*,10S*)]- (CAS) (-)-beta.-Caryo



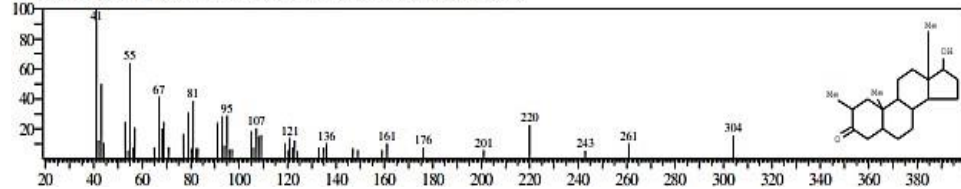
Hit#3 Entry:120411 Library:WILEY7.LIB
 SE:73 Formula:C15 H24 O CAS:85710-39-0 MolWeight:220 RetIndex:0
 CompName:AROMADENDRENOXIDE-(II) SS



Hit#4 Entry:121036 Library:WILEY7.LIB
 SE:73 Formula:C15 H24 O CAS:1139-30-6 MolWeight:220 RetIndex:0
 CompName:(-)-Caryophyllene oxide SS (-)-5-Oxatricyclo[8.2.0.0(4,6)]dodecane,,12-trimethyl-9-methylene-, [1R-(1R*,4R*,6R*,10S*)]- (CAS) (-)-beta-Caryo



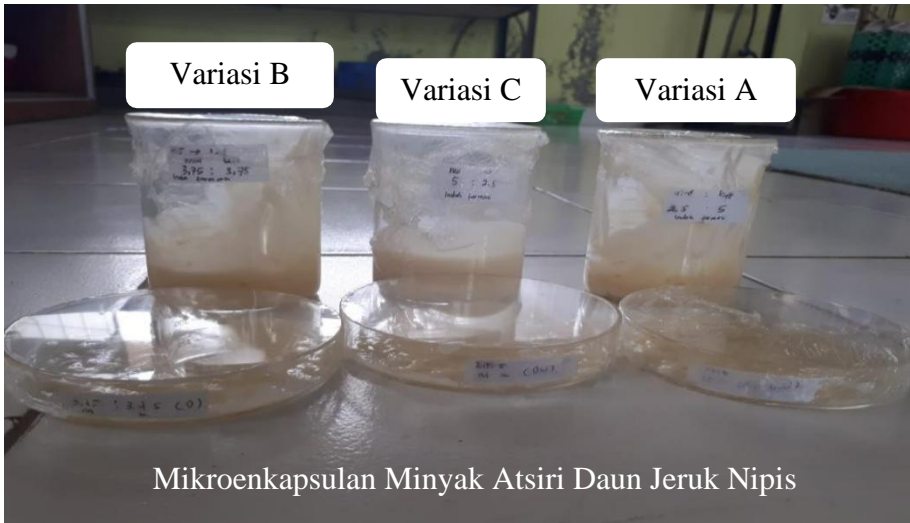
Hit#5 Entry:215454 Library:WILEY7.LIB
 SE:73 Formula:C20 H32 O2 CAS:54630-68-1 MolWeight:304 RetIndex:0
 CompName:Androstan-3-one, 17-hydroxy-2-methyl-, (2.beta.,5.beta.,17.beta.)- (CAS)



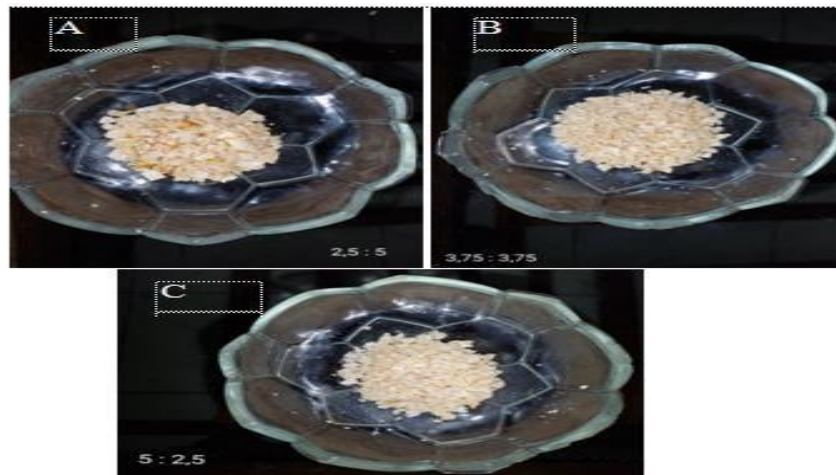
Senyawa Pada Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

Puncak	Nama Senyawa	Luas Puncak	Waktu Retensi (s)	Persen Area (%)
1	<i>l</i> -Limonene	17895	5.299	6,57
2	<i>Z</i> -Citral atau <i>Neral</i>	35096	8.404	12,88
3	<i>E</i> -Citral atau <i>Geranial</i>	62419	8.828	22,91
4	<i>Delta</i> .9(12)- <i>Capnellene</i> -5.	13942	9.050	5.12
5	<i>Neryl acetate</i>	12696	10.060	4,66
6	<i>Geranyl acetate</i>	64406	10.331	23,64
7	<i>9-Borabicyclo [3.3.1] Nonane</i>	12476	10.525	4.58
8	<i>Trans-Caryophyllene</i>	27459	11.040	10.08
9	<i>1,3,5-Triazine</i>	13619	12.675	5.00
10	<i>Isoaromadendren Epoxid</i>	12487	13.239	4.58

8. Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis



9. Pengeringan Sampel Dengan Instrumen *Freeze Dryer*



Perbandingan Massa Mikroenkapsulan

Variasi Penyalut (Maltodekstrin : Kitosan)	Massa Sebelum Dikeringkan	Massa Setelah Dikeringkan	Rendemen
A (2,5:5) gram	10 gram	2 gram	20%
B (3,75:3,75) gram	10 gram	1,67 gram	16,7%
C (5:2,5) gram	10 gram	1,5 gram	15%

Perhitungan Rendemen

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Bobot Simplisia (Akhir)}}{\text{Bobot Bahan Baku (Awali)}} \times 100\%$$

Variasi A (2,5:5) gram

$$\text{Rendemen} = \frac{2 \text{ gram}}{10 \text{ gram}} \times 100\% = 20\%$$

Variasi B (3,75:3,75) gram

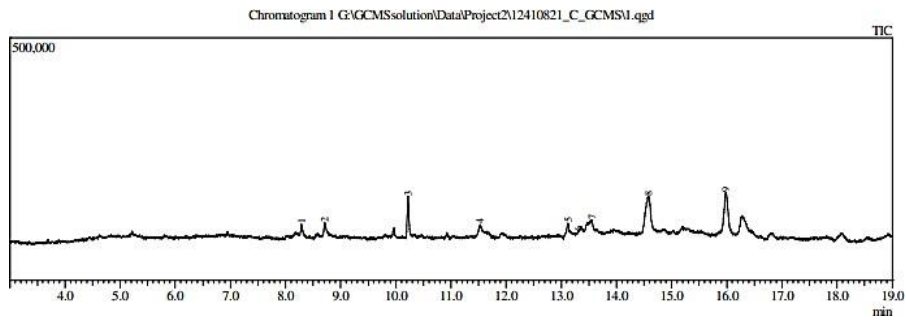
$$\text{Rendemen} = \frac{1,67 \text{ gram}}{10 \text{ gram}} \times 100\% = 16,7\%$$

Variasi C (5:2,5) gram

$$\text{Rendemen} = \frac{1,5 \text{ gram}}{10 \text{ gram}} \times 100\% = 15\%$$

10. Analisis Senyawa Pada Mikroenkapsulan Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis Setelah *Freeze Drying*





Kromatogram GCMS Mikroenkapsulan Variasi A (2,5:5)

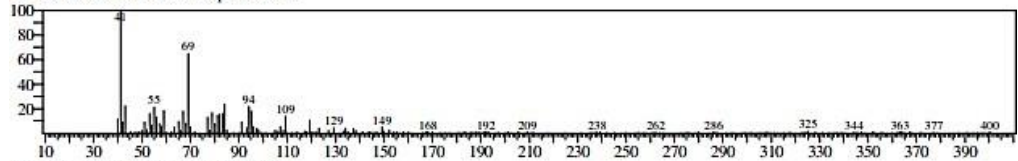
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:8.285(Scan#:1658) MassPeaks:211

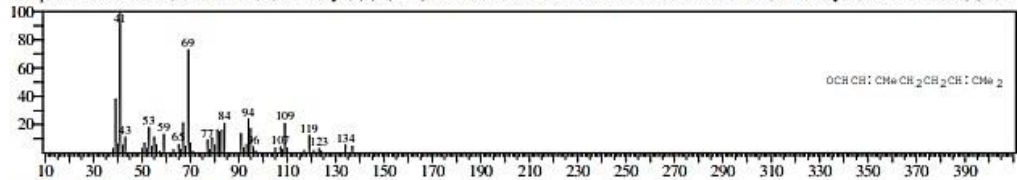
RawMode:Averaged 8.280-8.290(1657-1659) BasePeak:41.05(3517)

BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



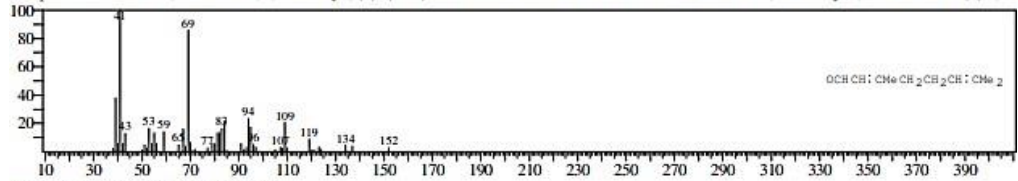
SI:91 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0

CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-



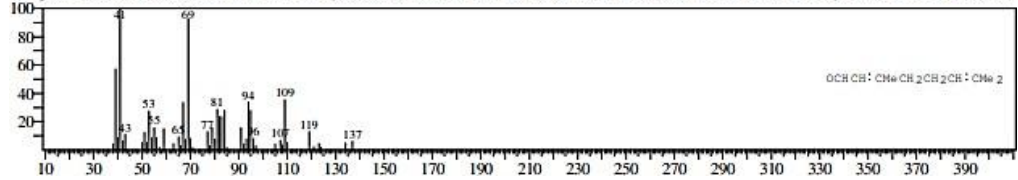
SI:89 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0

CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-

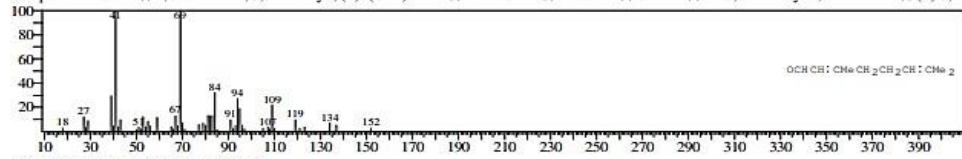


SI:89 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0

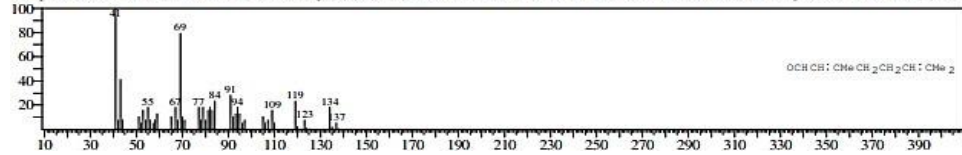
CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-



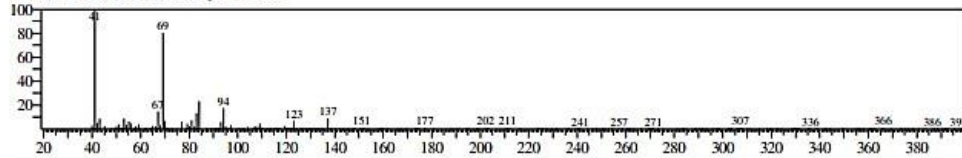
Hit#:4 Entry:40958 Library:WILEY7.LIB
 SI:88 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-



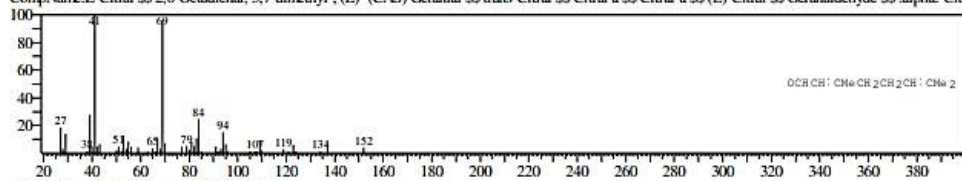
Hit#:5 Entry:40961 Library:WILEY7.LIB
 SI:87 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS .beta.-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-



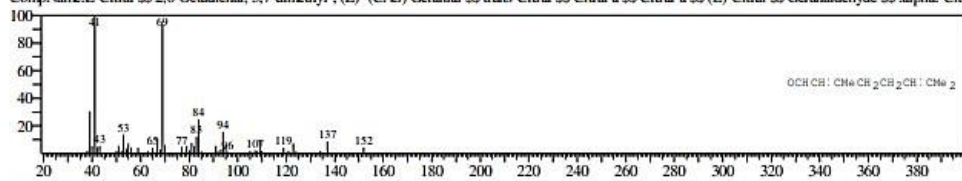
<< Target >>
 Line#:2 R.Time:8.705(Scan#:1742) MassPeaks:205
 RawMode:Averaged 8.700-8.710(1741-1743) BasePeak:41.10(4881)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



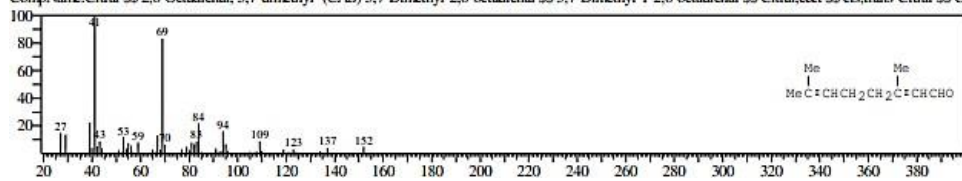
Hit#:1 Entry:40943 Library:WILEY7.LIB
 SI:93 Formula:C10 H16 O CAS:141-27-5 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:E-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Geranial SS trans-Citral SS Citral a SS Citral-a SS (E)-Citral SS Geranaldehyde SS .alpha.-Citral



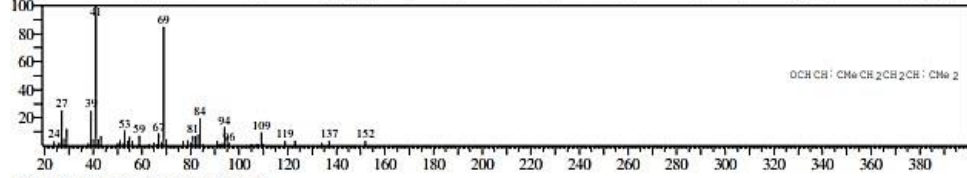
Hit#:2 Entry:40948 Library:WILEY7.LIB
 SI:92 Formula:C10 H16 O CAS:141-27-5 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:E-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Geranial SS trans-Citral SS Citral a SS Citral-a SS (E)-Citral SS Geranaldehyde SS .alpha.-Citral



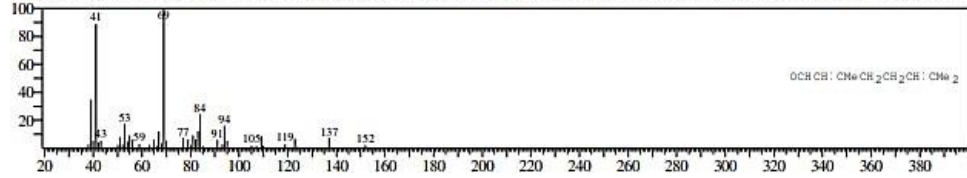
Hit#:3 Entry:40969 Library:WILEY7.LIB
 SI:92 Formula:C10 H16 O CAS:5392-40-5 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (CAS) 3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS 3,7-Dimethyl-1-2,6-octadienal SS Citral,c&t SS cis,trans-Citral SS Gc



Hit#4 Entry:40957 Library:WILEY7.LIB
 SI:92 Formula:C10 H16 O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:Z-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral SS beta-Citral SS cis-Citral SS Citral b SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal SS (Z)-3,7-

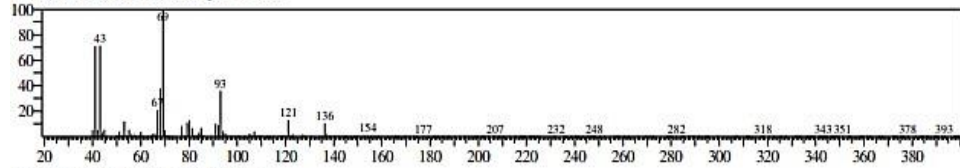


Hit#5 Entry:40945 Library:WILEY7.LIB
 SI:90 Formula:C10 H16 O CAS:141-27-5 MolWeight:152 RetIndex:0
 CompName:E-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Geranial SS trans-Citral SS Citral a SS Citral-a SS (E)-Citral SS Geranaldehyde SS alpha-Citr

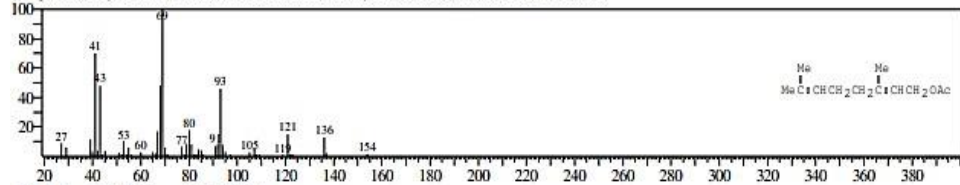


<< Target >>

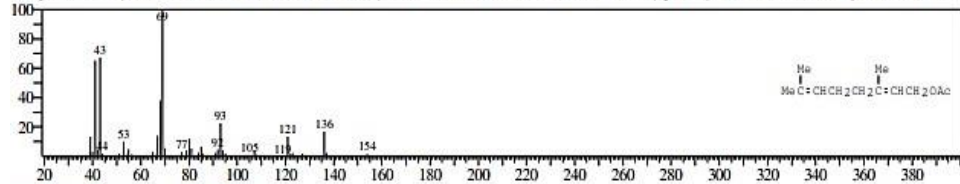
Line#3 R.Time:10.220(Scan#:2045) MassPeaks:224
 RawMode:Averaged 10.215-10.225(2044-2046) BasePeak:69.10(14463)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



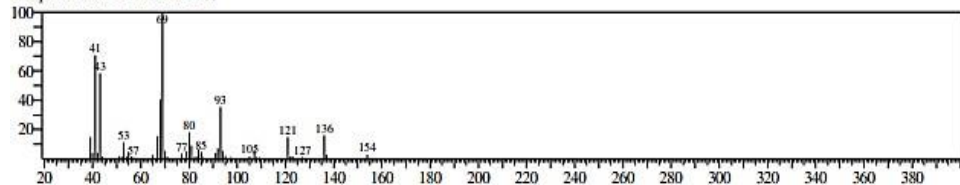
Hit#1 Entry:91000 Library:WILEY7.LIB
 SI:94 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Neryl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- (CAS) Nerol acetate SS

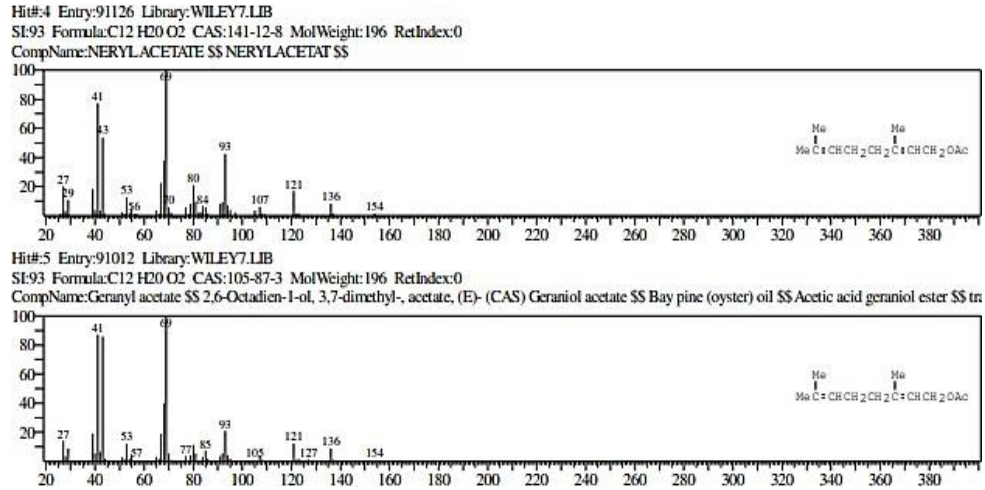


Hit#2 Entry:91014 Library:WILEY7.LIB
 SI:93 Formula:C12 H20 O2 CAS:105-87-3 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Geranyl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- (CAS) Geraniol acetate SS Bay pine (oyster) oil SS Acetic acid geraniol ester SS tr



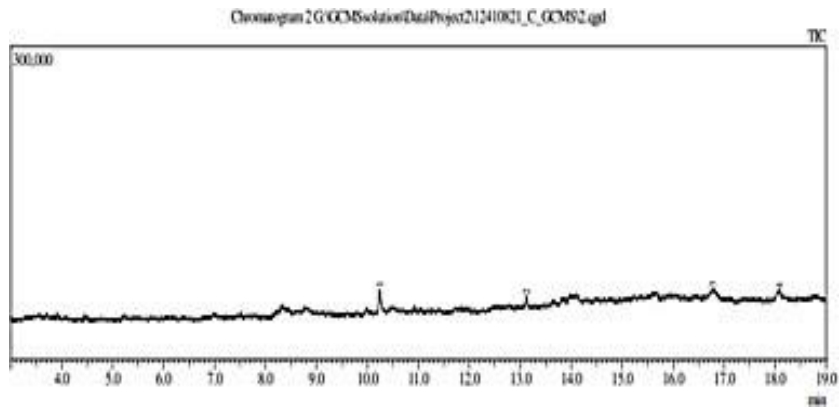
Hit#3 Entry:90277 Library:WILEY7.LIB
 SI:93 Formula:C12 H20 O2 CAS:0-00-0 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:NERYLACETATE SS





Komposisi Senyawa Pada Mikroenkapsulan Variasi A (2,5:5) Setelah *Freeze Drying*

Peak	Senyawa	Luas Puncak	Waktu Retensi (s)	Konsentrasi (%)
1	<i>Z-Citral</i>	51854	8.286	3.99
2	<i>E-Citral</i>	45192	8.707	3.48
3	<i>Neryl acetate</i>	178582	10.220	13.76



Kromatogram GCMS Mikroenkapsulan Variasi B (3,75:3,75)

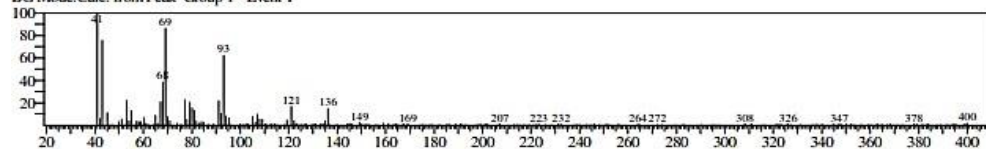
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:10.235(Scan#:2048) MassPeaks:199

RawMode:Averaged 10.230-10.240(2047-2049) BasePeak:41.05(2526)

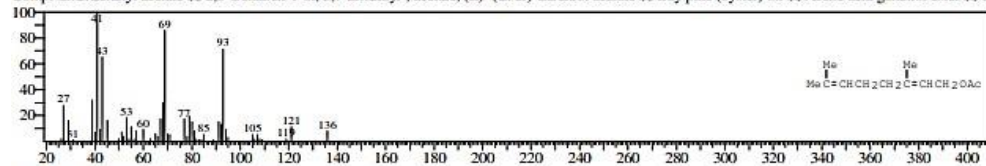
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:91010 Library:WILEY7.LIB

SI:93 Formula:C12 H20 O2 CAS:105-87-3 MolWeight:196 RetIndex:0

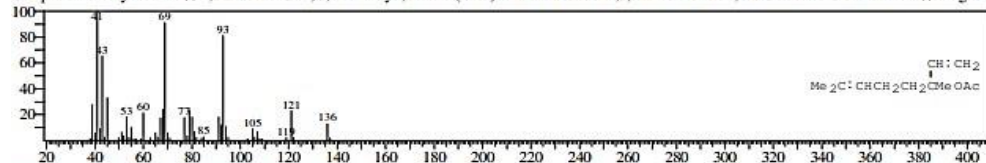
CompName:Geranyl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- (CAS) Geraniol acetate SS Bay pine (oyster) oil SS Acetic acid geraniol ester SS tr



Hit#:2 Entry:90995 Library:WILEY7.LIB

SI:92 Formula:C12 H20 O2 CAS:115-95-7 MolWeight:196 RetIndex:0

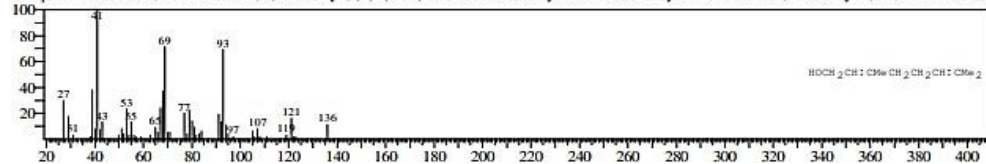
CompName:Linalyl acetate SS 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate (CAS) ETHANOIC ACID,3,7-DIMETHYL-1,6-OCTADIEN-3-OL ESTER SS Bergamol



Hit#:3 Entry:43647 Library:WILEY7.LIB

SI:90 Formula:C10 H18 O CAS:106-25-2 MolWeight:154 RetIndex:0

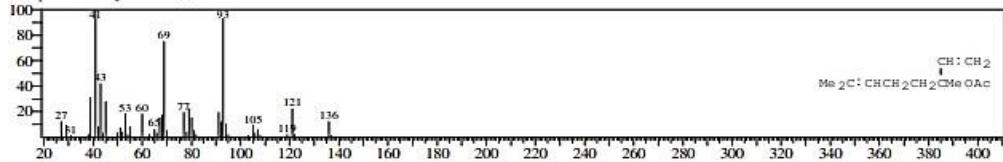
CompName:Nerol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) cis-Geraniol SS Neryl alcohol SS Geranyl Alcohol SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol SS 2



Hit#:4 Entry:91114 Library:WILEY7.LIB

SI:89 Formula:C12 H20 O2 CAS:115-95-7 MolWeight:196 RetIndex:0

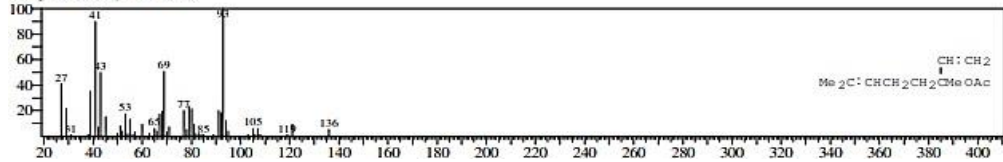
CompName:linalyl acetate SS



Hit#:5 Entry:91112 Library:WILEY7.LIB

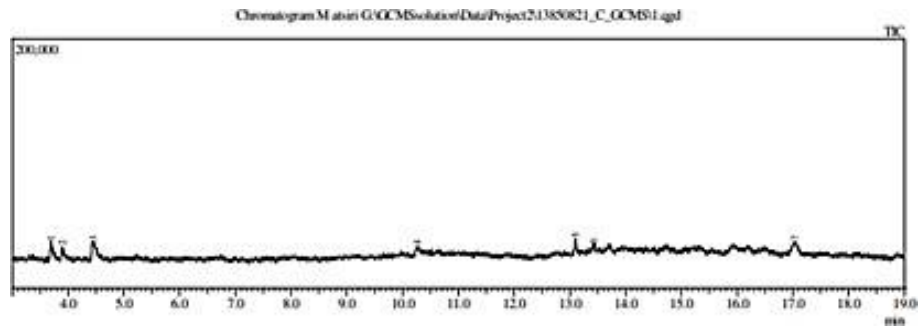
SI:88 Formula:C12 H20 O2 CAS:115-95-7 MolWeight:196 RetIndex:0

CompName:linalyl acetate SS



Komposisi Senyawa Pada Mikroenkapsulan Variasi B (3,75:3,75) Setelah *Freeze Drying*

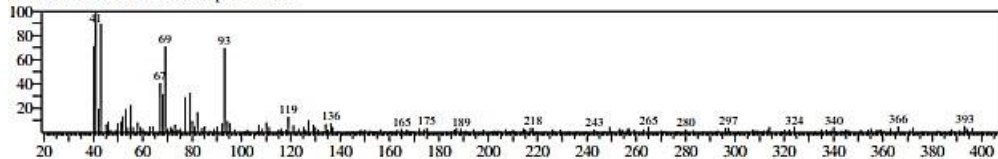
Peak	Senyawa	Luas Puncak	Waktu Retensi (s)	Persen Area (%)
1	<i>Geranyl acetate</i>	49296	10.236	32.47



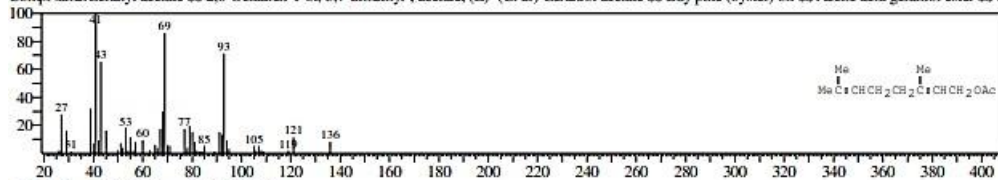
Kromatogram GCMS Mikroenkapsulat Variasi C (5:2,5)

<< Target >>

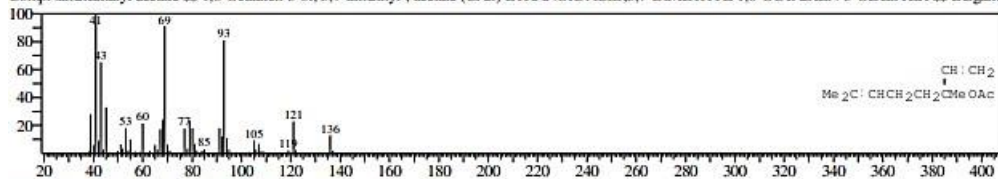
Line#:4 R.Time:10.265(Scan#:2054) MassPeaks:205
RawMode:Averaged 10.260-10.270(2053-2055) BasePeak:41.05(695)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



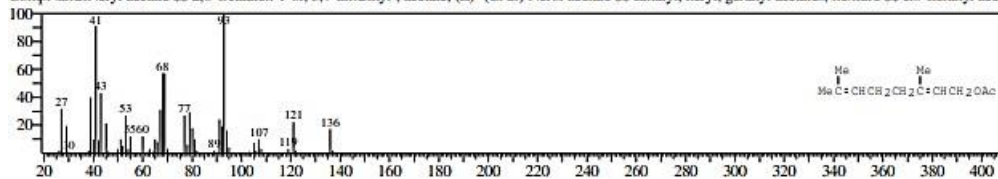
Hit#:1 Entry:91010 Library:WILEY7.LIB
SE:79 Formula:C12 H20 O2 CAS:105-87-3 MolWeight:196 RetIndex:0
CompName:Geranyl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- (CAS) Geraniol acetate SS Bay pine (oyster) oil SS Acetic acid geraniol ester SS tr



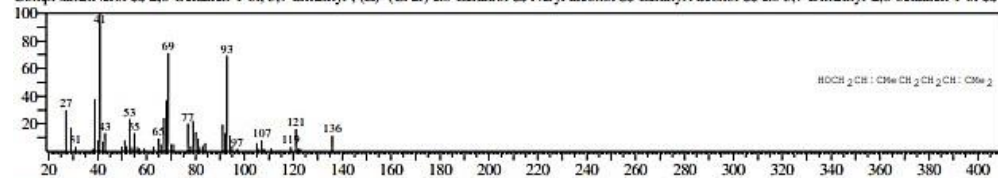
Hit#:2 Entry:90995 Library:WILEY7.LIB
SE:77 Formula:C12 H20 O2 CAS:115-95-7 MolWeight:196 RetIndex:0
CompName:Linalyl acetate SS 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate (CAS) ETHANOIC ACID,3,7-DIMETHYL-1,6-OCTADIEN-3-OL ESTER SS Bergamot



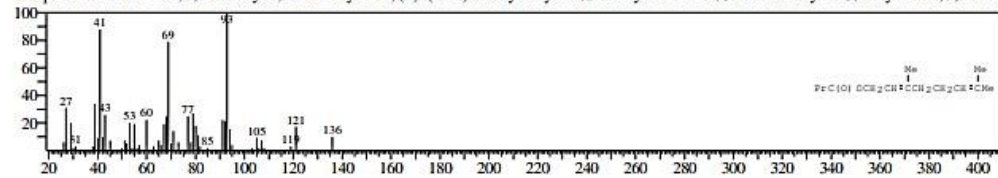
Hit#:3 Entry:91001 Library:WILEY7.LIB
SE:77 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0
CompName:Neryl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- (CAS) Nerol acetate SS Linalyl, neryl, geranyl acetates, mixture SS cis-Geranyl aceta



Hit#:4 Entry:43647 Library:WILEY7.LIB
SE:77 Formula:C10 H18 O CAS:106-25-2 MolWeight:154 RetIndex:0
CompName:Nerol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) cis-Geraniol SS Neryl alcohol SS Geranyl Alcohol SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol SS 2

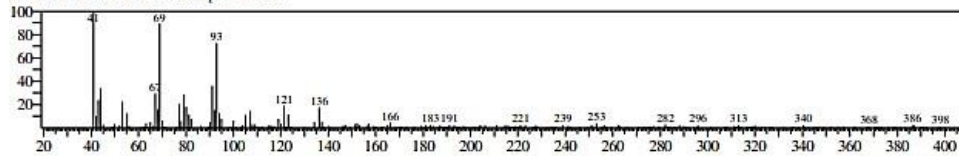


Hit#:5 Entry:126625 Library:WILEY7.LIB
SE:77 Formula:C14 H24 O2 CAS:106-29-6 MolWeight:224 RetIndex:0
CompName:Butanoic acid, 3,7-dimethyl-2,6-octadienyl ester, (E)- (CAS) Geranyl butanoate SS Geraniol butyrate SS Butyric acid, 3,7-dimet

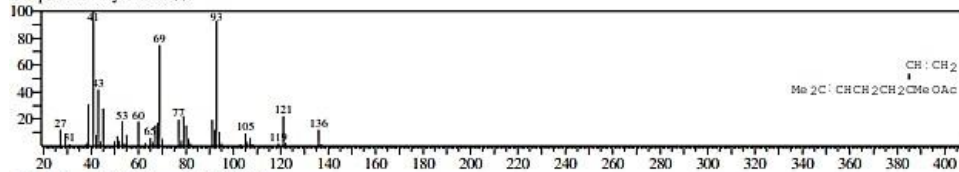


<< Target >>

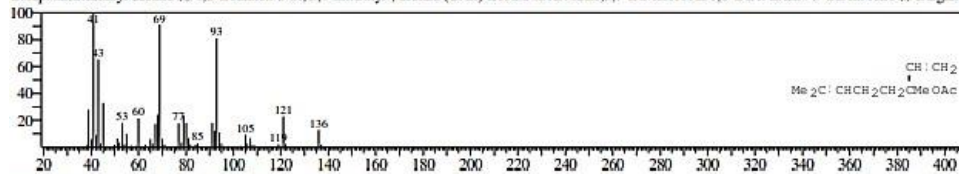
Line#:7 R.Time:17.045(Scan#:3410) MassPeaks:209
RawMode:Averaged 17.040-17.050(3409-3411) BasePeak:41.05(1148)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



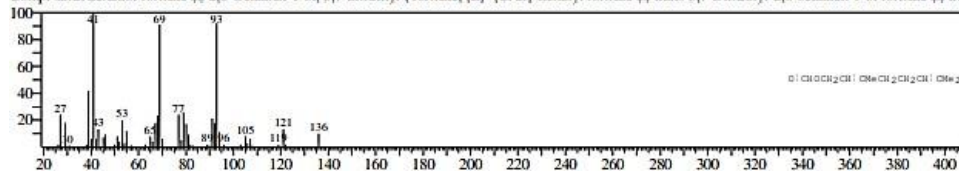
Hit#:1 Entry:91114 Library:WILEY7.LIB
SI:84 Formula:C12 H20 O2 CAS:115-95-7 MolWeight:196 RetIndex:0
CompName:linalyl acetate SS



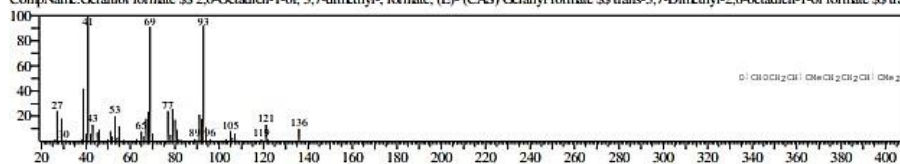
Hit#:2 Entry:90995 Library:WILEY7.LIB
SI:84 Formula:C12 H20 O2 CAS:115-95-7 MolWeight:196 RetIndex:0
CompName:Linalyl acetate SS 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate (CAS) ETHANOIC ACID,3,7-DIMETHYL-1,6-OCTADIEN-3-OLESTER SS Bergamol



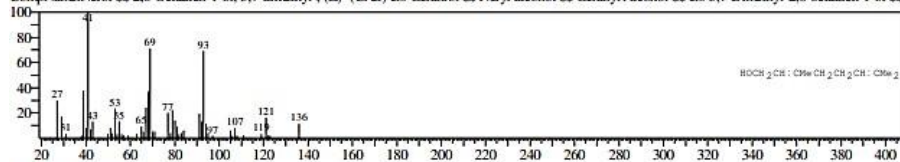
Hit#:3 Entry:74386 Library:WILEY7.LIB
SI:83 Formula:C11 H18 O2 CAS:105-86-2 MolWeight:182 RetIndex:0
CompName:Geraniol formate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)- (CAS) Geranyl formate SS trans-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol formate SS tran



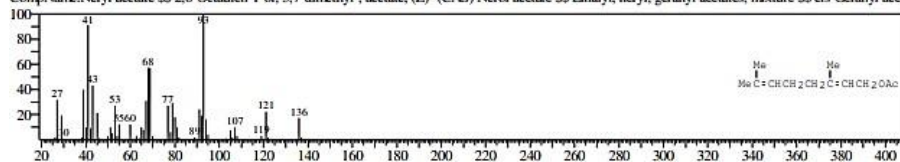
Hi#:3 Entry:74386 Library:WILEY7.LIB
 SE:83 Formula:C11 H18 O2 CAS:105-86-2 MolWeight:182 RetIndex:0
 CompName:Geraniol formate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)- (CAS) Geranyl formate SS trans-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol formate SS tran



Hi#:4 Entry:43647 Library:WILEY7.LIB
 SE:83 Formula:C10 H18 O CAS:106-25-2 MolWeight:154 RetIndex:0
 CompName:Nerol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) cis-Geraniol SS Neryl alcohol SS Geranyl Alcohol SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol SS 2



Hi#:5 Entry:91001 Library:WILEY7.LIB
 SE:82 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0
 CompName:Neryl acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- (CAS) Nerol acetate SS Linalyl, neryl, geranyl acetates, mixture SS cis-Geranyl aceta



Komposisi Senyawa Pada Mikroenkapsulan Variasi C (5:2,5) Setelah *Freeze Drying*

Peak	Senyawa	Luas Puncak	Waktu Retensi (s)	Persen Area (%)
4	<i>Geranyl acetate</i>	30460	10.264	11.75
7	<i>Linalyl acetate</i>	59962	17.043	23.14

11. Hasil Analisis Ukuran Partikel dengan PSA Mikroenkapsulan Variasi A



**DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM,
FASILITAS RISET, DAN KAWASAN SAINS TEKNOLOGI**

Gedung B.J. Habibie, Jalan M.H. Thamrin Nomor 8
Jakarta Pusat 10340
Telepon/WA: 0811 8612 392
<https://www.brin.go.id>

No. ID ELISA : 25330
Transaction Number

Metode : Particle Size Analyzer/PSA
Method

Nama Laboratorium : Laboratorium Karakterisasi Lanjut Serpong
Name of Laboratory : Laboratorium Jasa Analisa Kimia - BRIN

Alamat Laboratorium : Gedung 452, Kawasan Puspiptek (Gedung Kimia)
Laboratory Address : Muscul, Kec. Serpong, Tangerang Selatan, Banten 15314
Email : layanan@mail.lipi.go.id ; Telp +62 811-1391-617

Kondisi Pengukuran/Parameter Pengujian *Measurement Conditions/Testing Parameters:*

Jenis Pengujian	Instrumen	Parameter Pengujian	Range Pengukuran	Metode
Kuantitatif	Horiba Partica LA-960	Ukuran partikel skala mikrometer	0.01 μ m to 5000 μ m	Wet cell

Hasil Pengujian *Testing Results :*

Link URL *Url link*
<https://data.lipi.go.id/privatetail/ahim/woken-32460580-81e-4b48-87b1-c0j0242c2610/>

No	Kode Contoh	Ukuran Partikel (rata-rata)	Satuan
1	Enkapsulasi minyak atsiri daun jeruk nipis	46.48409 \pm 0.32625	μ m

Catatan *Note:*

Data hasil pengujian yang autentik adalah data yang berada di Repositori Ilmiah Nasional (RIN) BRIN yang dapat diakses melalui *link url* yang tertera pada hasil pengujian pada lembar ini. *Link url* bersifat unik dan hanya dibagikan untuk pengguna pada hasil uji transaksi pada Laporan Hasil Uji ini.

Daftar sampel yang dilakukan pengujian terdapat di lembar pengesahan.
Penamaan sampel sesuai dengan penamaan pada saat permohonan pengujian layanan.

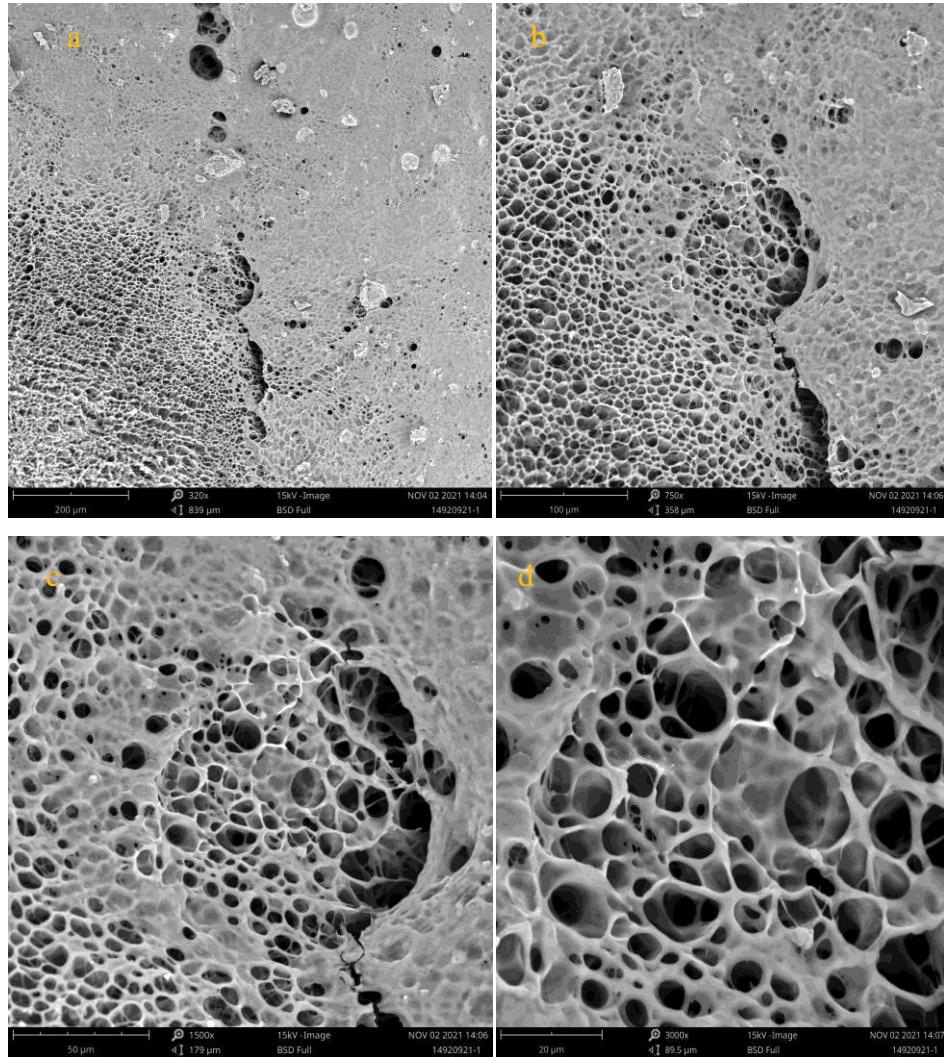
Terima kasih sudah melakukan pengujian/ penyewaan alat/ proses riset dengan fasilitas yang tersedia di Laboratorium Karakterisasi Lanjut Serpong- LIPI. Jika dikemudian hari, hasil pengujian atau analisis ini akan dipublikasikan, mohon kiranya bisa menambahkan dalam Ucapan Terima Kasih atau Acknowledgement di dalam publikasi Anda,

seperti dalam contoh format berikut:

Dalam bahasa Indonesia : "Penelitian ini didukung oleh fasilitas riset dan dukungan ilmiah serta teknis dari Laboratorium Karakterisasi Lanjut Serpong di Badan Riset dan Inovasi Nasional".

Dalam bahasa Inggris : "The authors acknowledge the facilities, scientific and technical support from Advanced Characterization Laboratories Serpong, National Research and Innovation Institute through E- Layanan Sains, Badan Riset dan Inovasi Nasional.

12. Hasil Analisis Morfologi dengan SEM Mikroenkapsulan Variasi A



Keterangan: (a) perbesaran $\times 320$, (b) perbesaran $\times 750$ (c) perbesaran $\times 1500$ (d) perbesaran $\times 3000$

13. Analisis Fisiko-Kimia Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis

- Indeks Bias



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PUSAT STUDI MINYAK ATSIRI

Center of Essential Oil Studies (CEOS)
Kampus Terpadu, Jl. Kaliurang KM. 14.5 Sleman, Yogyakarta 55584
Telp. (0274) 895920 ext : 4041/4042 Fax : (0274) 896439



Nomor : 018/CEOS-UII/IJA/IV/2021
Number

Halaman : 2 dari 2
Page

HASIL PENGUJIAN

Test Result

No	Nama/kode sampel	Indeks bias	Baku mutu (SN)
1	Minyak daun jeruk nipis	1,4795	*

Yogyakarta, 28 April 2021
Ketua CEOS

Dr. Dwiwarso Rubiyanto, M.Si.

- Putaran Optik



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PUSAT STUDI MINYAK ATSIRI

Center of Essential Oil Studies (CEOS)
 Kampus Terpadu, Jl. Kaliurang KM. 14.5 Sleman, Yogyakarta 55584
 Telp. (0274) 895920 ext : 4041/4042 Fax : (0274) 896439



Data Hasil Uji

No Uji: 019/CEOS-UII/1.JA/IV/2021

Nama (*customer*) : Indah Wulandari Jumlah sampel : 1 sampel
 Tanggal sampel masuk : 27 April 2021 Bentuk sampel : Cair
 Tanggal analisis : 27 April 2021 Parameter : Putaran optik
 Tanggal data dikeluarkan : 28 April 2021 Temperatur uji : 25°C

No	Nama Sampel	Hasil Uji	Satuan
1	Minyak daun jeruk nipis	+ 20,00	*

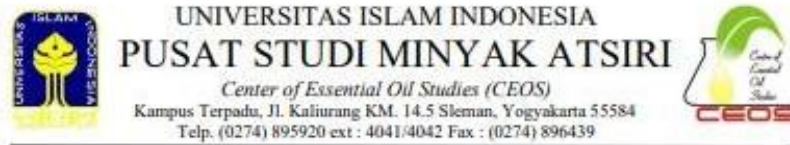
Catatan :

1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji
2. Hasil uji merupakan nilai rata-rata dari 3x pengulangan

Diketahui oleh,
 Ketua CEOS

 Dr. Dwiwarso Rubiyanto, M.Si

- **Massa Jenis dan Rendemen**



Data Hasil Uji

No Uji: 020/CEOS-UII/1.JA/IV/2021

Nama (customer) : Indah Wulandari Jumlah sampel : 1 sampel
 Tanggal sampel masuk : 27 April 2021 Bentuk sampel : Cair
 Tanggal analisis : 27 April 2021 Parameter : Bobot jenis
 Tanggal data dikeluarkan : 28 April 2021 Temperatur uji : 20°C

No	Nama Sampel	Hasil Uji	Satuan
1	Minyak daun jeruk nipis	0,8854	-

Catatan :

1. Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji
2. Hasil uji merupakan nilai rata-rata dari 3x pengulangan

Diketahui oleh,
 Ketua CEOS

 Dr. Dwiwarso Rubiyanto, M.Si

$$\text{Rata-rata massa jenis} = 0,8854 \text{ g/cm}^3$$


$$\text{Massa Minyak} = 0,8854 \text{ g/cm}^3 \times 5 \text{ mL}$$

$$= 4,427 \text{ gram}$$

$$\% \text{Rendemen} = \frac{4,427 \text{ gram}}{2500} \times 100\%$$

$$= 0,17708\%$$

14. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan Metode Difusi Sumuran



UNIVERSITAS GADJAH MADA
PUSAT STUDI PANGAN DAN GIZI
 Alamat : Gedung PAU-UGM, Jalan Teknik Utara, Berek, Yogyakarta 55281, Phone/Fax. (0274) 589242
 http://cfns.ugm.ac.id, E-mail : cfns@ugm.ac.id

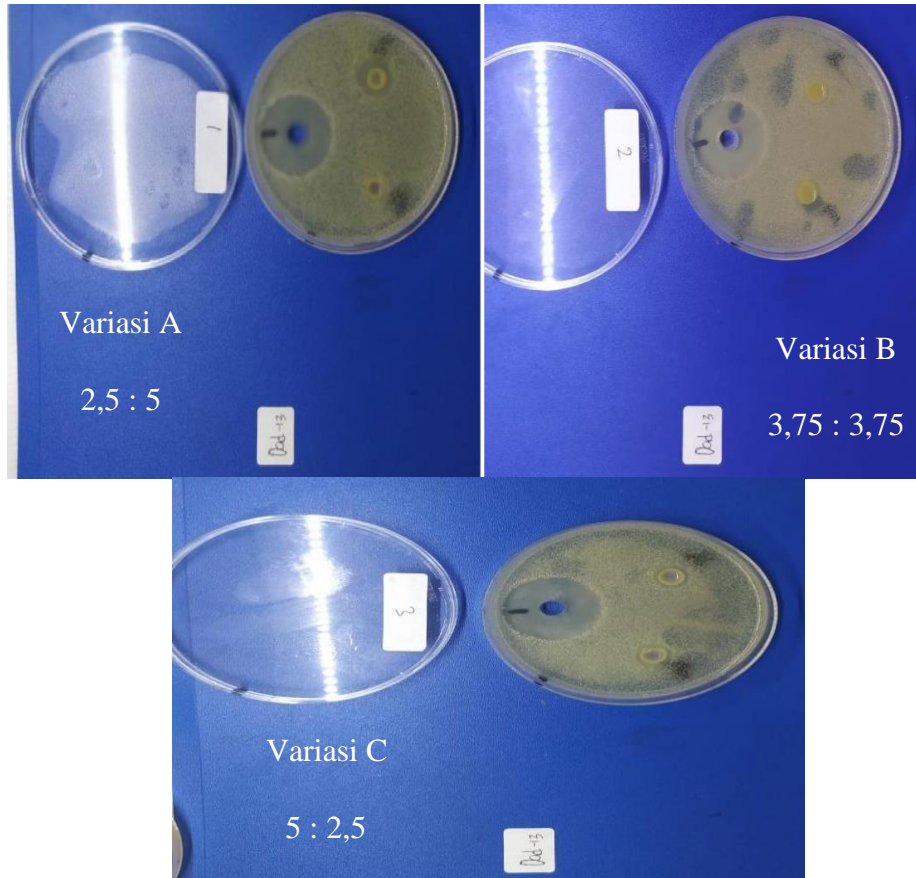
LAPORAN HASIL UJI
(Analysis Certificate)
No.PSPG/327/X/2021

Nomor Pengujian : PS/391/IX/2021
 (Analysis Report Number)
Nama Pelanggan : Indah Wulandari
Alamat dan Telpn Pelanggan :
 (Address and phon of client)
Nama dan Bentuk Sampel : Padatan
Uji yang diminta : Anti Bakteri P. Aeruginosa
 (Analysys requested)
Tanggal Penerimaan sampel : 16 September 2021
Tanggal diserahkan ke lab. : 16 September 2021
Metode Uji :
 (Analysis Method)
Hasil Uji :
 (Analysis Result)

No.	Kode sampel	Hasil Analisis	
		Anti Bakteri P. Aeruginosa Zona hambat	
1.	2,5 : 5	13,49 mm	12,28 mm
		11,82 mm	11,66 mm
2.	3,75 : 3,75	8,77 mm	8,91 mm
		31,47	31,20
3.	5 : 2,75		
4.	Kloramphenikol		

Catatan :
 - Diameter sumuran 8,12 mm
 - Kontrol + 25 µl kloramphenikol
 -

Yogyakarta, 1 Oktober 2021
 Publik Servis PSPG – UGM

 Sriyono



Diameter Zona Hambat Pada Mikroenkapsulan Perbandingan Maltodekstrin: Kitosan (A)2,5:5 (B)3,75:3,75 dan (C)5:2,5