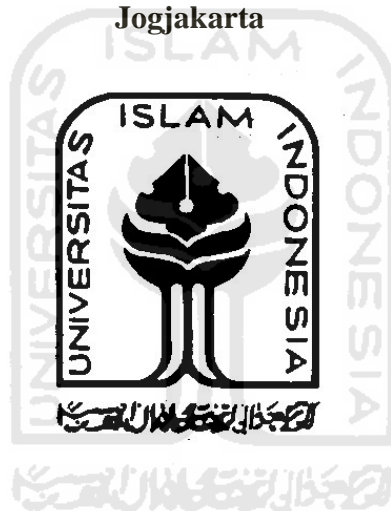


**AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING*  
KITOSAN-MINYAK KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI  
ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI  
(*Fragaria vesca L.*)**

**SKRIPSI**

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

**Jogjakarta**



disusun oleh :

**SHEVINA ALLDILA**

**No. Mhs : 06 612 003**

**JURUSAN ILMU KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA  
2011**

**AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN  
DAN MINYAK KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI  
ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI  
(*Fragaria vesca L.*)**

oleh :

**SHEVINA ALLDILA**

**No Mhs : 06 612 003**

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

Tanggal : 05 Agustus 2011

Dewan Penguji

1. Dr. Noor Fitri, S.Si., M.Sc.
2. Dwiarso Rubiyanto, M.Si.
3. Riyanto, M.Si., Ph.D.
4. Tatang Shabur Julianto, M.Si.

Tanda tangan



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



(Yandi Syukri, S.Si, M.Si., Apt.)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah segala puji dan syukur selalu kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan segala kenikmatan-Nya.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian dengan judul **"AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN-MINYAK KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)"**. Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si) Program Studi Ilmu Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

Keberhasilan penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan semua pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang mempunyai peranan penting dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini, terutama pada:

1. Bapak Yandi Syukri, S.Si, M.Si., Apt., selaku Dekan FMIPA Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Riyanto, M.Si., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Ilmu Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia dan selaku dosen penguji I yang telah memberikan masukan dan koreksinya pada skripsi ini.

3. Ibu Dr. Noor Fitri, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan serta motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dwiarso Rubiyanto, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, bimbingan serta motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Tatang Shabur Julianto, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dan koreksinya pada skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staff Jurusan Ilmu Kimia FMIPA serta berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan dorongan dan dukungan selama penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih atas selesainya skripsi ini.

***Wassalamu'alaikum Wr. Wb.***

Jogjakarta, Agustus 2011

Penulis

**AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN-MINYAK  
KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA  
PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)**

**SHEVINA ALLDILA**

**No Mhs : 06 612 2003**

**INTISARI**

Telah dilakukan penelitian tentang aktivitas antijamur dari *edible coating* kitosan-minyak kemangi (*Ocimum basilicum*) sebagai alternatif biopestisida pada buah stroberi (*Fragaria vesca L.*). Tahap awal penelitian adalah identifikasi minyak kemangi dengan kromatografi gas-spektrometer massa. Tahap kedua dilakukan penelitian variasi konsentrasi kitosan, yaitu: 0,5% (b/v); 0,75% (b/v); 1,0% (b/v); 1,25% (b/v); dan 1,5% (b/v) dalam 100 mL asam asetat 0,1% untuk mendapatkan konsentrasi kitosan optimal. Tahap ketiga pengamatan variasi konsentrasi kitosan-minyak kemangi, yaitu: 0,05% (v/v); 0,1% (v/v); 0,15% (v/v); 0,2% (v/v); dan 0,25% (v/v) dalam 100 mL larutan kitosan 1% untuk mendapatkan konsentrasi kitosan-minyak kemangi optimal. Uji kitosan murni, minyak kemangi murni dan campuran keduanya dengan spektrometer inframerah. Uji aktivitas antijamur dilakukan dengan metode pengamatan visual. Dan tahap yang terakhir adalah uji organoleptik pada *edible coating* kitosan-minyak kemangi pada buah stroberi terhadap beberapa panelis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa yang memiliki konsentrasi tertinggi pada minyak kemangi adalah *sitral*. Konsentrasi daya antijamur optimal kitosan adalah 0,1% (b/v) dan kitosan-minyak kemangi adalah 0,25% (v/v) sehingga *edible coating* ini terbukti dapat memperpanjang umur penyimpanan buah stroberi dan keseluruhan panelis lebih menyukai buah stroberi yang dilapisi dengan *edible coating* kitosan-minyak kemangi

**Kata kunci** : *edible coating*, kitosan, minyak kemangi

**ANTIFUNGAL ACTIVITY OF CHITOSAN-LEMON BASIL OIL (*Ocimum Basilicum*) EDIBLE COATING AS AN ALTERNATIVE BIOPESTICIDE ON STRAWBERRIES (*Fragaria vesca L.*)**

**SHEVINA ALLDILA**

**No Mhs: 06 612 003**

**ABSTRACT**

Antifungal activity of chitosan-lemon basil oil (*Ocimum basilicum*) as edible coating that acts as an alternative biopesticide on strawberries (*Fragaria vesca L.*) has been conducted. Research was started by analysis of the lemon basil oil by gas chromatography-mass spectrometry. Next, varrying on chitosan concentration was done i.e. : 0,5% (b/v); 0,75% (b/v); 1,0% (b/v); 1,25% (b/v); dan 1,5% (b/v) of 100 mL acetic acid 0,1 N. The aim is to get optimum concentration of chitosan. Variation on lemon basil oil : chitosan concentration also conducted i.e: 0,05% (v/v); 0,1% (v/v); 0,15% (v/v); 0,2% (v/v); dan 0,25% (v/v) of essential oil in 100 mL chitosan 1% to get optimum concentration of lemon basil oil : chitosan. Chitosan purity, lemon basil oil-chitosan interaction were analyzed using fourier transform infrared spectrometry (FT-IR). Antifungal activity then run with visual seeking method. Finally, organoleptic test of chitosan-basil oil edible coating on strawberries was made on some respondents. Results showed the main constituent of lemon basil oil is citral, optimum concentration of chitosan is 1% (b/v) and optimum concentration of lemon basil oil : chitosan is 0,25% (v/v). The edible coatings have been shown to prolong the storage life of strawberries and all of panelist accept the perceptive result from organoleptic test.

**Keywords:** edible coating, chitosan, basil oil

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>INTISARI</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
<b>BAB III DASAR TEORI</b>	
3.1 Stroberi.....	13

3.1.1	Klasifikasi tanaman.....	13
3.1.2	Syarat tumbuh tanaman stroberi.....	13
3.1.3	Jamur penyebab penyakit pada buah stroberi.....	14
3.2	Kitosan.....	17
3.2.1	Karakteristik kitosan.....	18
3.2.2	Derajat Deasetilasi.....	19
3.2.3	Cara memperoleh kitosan.....	21
3.2.3	Sifat antimikroba kitosan.....	23
3.3	Minyak Atsiri.....	25
3.3.1	Deskripsi minyak atsiri.....	25
3.3.2	Cara memperoleh minyak atsiri.....	25
3.3.2.1	Perajangan.....	25
3.3.2.2	Penyimpanan.....	25
3.3.2.3	Pelayuan dan pengeringan.....	27
3.3.3	Penyulingan.....	28
3.3.4	Kandungan minyak atsiri.....	30
3.3.4	Manfaat minyak atsiri.....	31



3.4 Minyak Kemangi.....	32
3.4.1 Klasifikasi dan morfologi.....	32
3.4.3 Manfaat minyak kemangi.....	35
3.5 Edible Coating.....	37
3.5.1 Deskripsi edible coating.....	37
3.5.2 Teknik aplikasi edible coating.....	37
3.5.3 Aplikasi edible coating pada produk pangan.....	40
3.6 Biopestisida.....	40
3.7 Kromatografi Gas.....	43
3.8 Spektrometer massa.....	47
3.8.1 Analisis kualitatif.....	48
3.8.2 Analisis kuantitatif.....	49
3.8 Spektroskopi inframerah.....	54

#### **BAB IV METODE PENELITIAN**

4.1 Alat dan bahan.....	58
4.2 Cara Kerja Penelitian.....	58
4.2.1 Analisis KG-SM minyak kemangi.....	58

4.2.2 Analisis dengan spektrometer inframerah.....	60
4.2.3 Penentuan konsentrasi kitosan optimal.....	60
4.2.4 Penentuan konsentrasi minyak kemangi-kitosan optimal.....	60
4.2.5 Uji penghambatan jamur.....	61
4.2.6 Uji organoleptik.....	62

## **BAB V HASIL PENELITIAN DAN PAMBAHASAN**

5.1 Analisis KG-SM minyak kemangi.....	63
5.2 Analisis dengan spektrometer inframerah.....	73
5.3 Preparasi larutan kitosan.....	77
5.4 Penentuan konsentrasi kitosan optimal.....	78
5.5 Preparasi larutan kitosan-minyak kemangi.....	79
5.6 Penentuan konsentrasi kitosan-minyak kemangi optimal.....	79
5.7 Preparasi pembuatan larutan agar.....	81
5.8 Uji aktivitas antijamur edible coating kitosan-minyak kemangi..	81
5.9 Uji organoleptik.....	90

## **BAB VI PENUTUP**

6.1 Kesimpulan.....	91
---------------------	----

6.2 Saran.....91

**DAFTAR PUSTAKA**

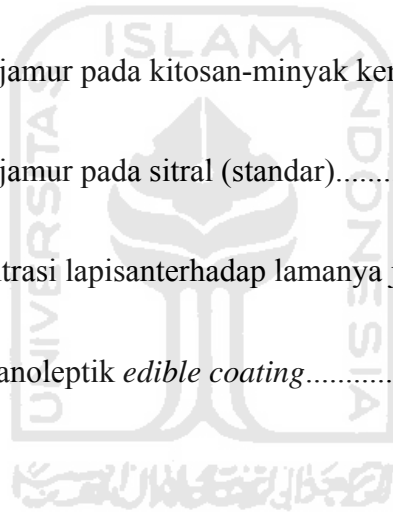


## Daftar gambar

	Halaman
Gambar 1. Buah stroberi yang masih segar.....	13
Gambar 2. Buah yang terkena <i>Botrytis Cinerea</i> .....	16
Gambar 3. Kitosan.....	18
Gambar 4. Transformasi kitin menjadi kitosan.....	23
Gambar 5. Beraneka macam minyak atsiri.....	25
Gambar 6. Skema alat penyulingan air.....	29
Gambar 7. Skema alat penyulingan uap dan air.....	30
Gambar 8. Skema alat penyulingan uap.....	30
Gambar 9. Struktur senyawa sitral dan linalool.....	32
Gambar 10. Tanaman kemangi ( <i>ocimum basilicum</i> ).....	33
Gambar 11. Skema alat kromatografi gas.....	43
Gambar 12. Diagram alat spektrometri inframerah <i>double beam</i> .....	54
Gambar 13. Kromatogram minyak kemangi.....	65
Gambar 14. Spektra massa linalool.....	66
Gambar 15. Struktur linalool.....	66

Gambar 16. Spektra massa cis-Sitral.....	67
Gambar 17. Struktur cis-Sitral.....	67
Gambar 18. Spektra massa trans-Sitral.....	67
Gambar 19. Struktur trans-Sitral.....	68
Gambar 20. Spektra massa trans-Caryophyllene.....	68
Gambar 21. Struktur trans-Caryophyllene.....	68
Gambar 22. Spektra massa alpha-Bergamotene.....	69
Gambar 23. Struktur alpha-Bergamotene.....	69
Gambar 24. Spektra massa alpha-Humulene.....	70
Gambar 25. Struktur alpha-Humulene.....	70
Gambar 26. Kromatogram Sitral standar.....	71
Gambar 28. Spektra massa cis-Sitral.....	71
Gambar 29. Struktur cis-Sitral.....	72
Gambar 30. Spektra massa trans-Sitral.....	72
Gambar 31. Spektra inframerah kitosan.....	73
Gambar 32. Spektra inframerah minyak kemangi.....	74
Gambar 33. Spektra inframerah campuran kitosan-minyak kemangi.....	76

Gambar 34. Pertumbuhan jamur pada kontrol.....	83
Gambar 35. Pertumbuhan jamur pada kitosan 1%.....	83
Gambar 36. Pertumbuhan jamur pada kitosan-minyak kemangi 0,05%.....	84
Gambar 37. Pertumbuhan jamur pada kitosan-minyak kemangi 0,1%.....	84
Gambar 38. Pertumbuhan jamur pada kitosan-minyak kemangi 0,15%.....	85
Gambar 39. Pertumbuhan jamur pada kitosan-minyak kemangi 0,2%.....	86
Gambar 40. Pertumbuhan jamur pada kitosan-minyak kemangi 0,25%.....	87
Gambar 41. Pertumbuhan jamur pada sitral (standar).....	88
Gambar 42. Grafik konsentrasi lapisan terhadap lamanya jamur tumbuh.....	89
Gambar 43. Grafik uji organoleptik <i>edible coating</i> .....	90



## Daftar Tabel

	Halaman
Tabel 1. Sifat dan karakteristik kitosan.....	19
Tabel 2. Perbedaan sifat detektor.....	46
Tabel 3. Komponen penyusun minyak kemangi.....	65
Tabel 4. Komponen utama penyusun minyak kemangi.....	66
Tabel 5. Komponen penyusun utama sitral satndar.....	71
Tabel 6. Analisis spektra inframerah kitosan.....	73
Tabel 7. Analisis spektra inframerah minyak kemangi.....	75
Tabel 8. Analisis spektra inframerah campuran kitosan-minyak kemangi.....	76
Tabel 9. Analisis spektra inframerah kitosan optimal.....	78
Tabel 10. Analisis spektra inframerah kitosan-minyak kemangi optimal.....	80
Tabel 11. Uji aktivitas antijamur.....	82

## **Daftar Lampiran**

Lampiran 1. Penentuan Konsentrasi Kitosan Optimal

Lampiran 2. Data Berat Lapisan Kitosan

Lampiran 3. Pembuatan Nutrisi Agar

Lampiran 4. Penentuan Derajat Deasetilasi

Lampiran 5. Hasil Uji Organoleptik

Lampiran 6. Gambar larutan

Lampiran 7. Kondisi Operasi Kromatografi Gas-Spektrometer Massa

Lampiran 8. Data Kromatogram dan Spektra Massa Minyak Kemangi

Lampiran 9. Data Kromatogram dan Spektra Massa Sitral Standar

Lampiran 10. Spektra Inframerah Kitosan, Minyak Kemangi dan Campuran  
Kitosan-Minyak Kemangi



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG PENELITIAN

Stroberi merupakan tanaman buah berupa herba yang ditemukan pertama kali di Chili, Amerika. Salah satu spesies tanaman stroberi yaitu *Fragaria chiloensis* L menyebar ke berbagai negara Amerika, Eropa dan Asia. Selanjutnya spesies lain, yaitu *Fragaria vesca* L. lebih menyebar luas dibandingkan spesies lainnya. Jenis stroberi ini pula yang pertama kali masuk ke Indonesia (Anonim, 2005).

Tanaman ini mulai banyak diminati dan dibudidayakan di Indonesia. Buah stroberi banyak dimanfaatkan sebagai makanan dalam keadaan segar atau olahan seperti misalnya sirup, selai, dan dodol. Bahkan telah banyak dibuka tempat usaha yang semua produk olahannya dibuat dari buah buah stroberi seperti jus, yogurt, bakso, dan nasi goreng. Selain itu stroberi juga dimanfaatkan sebagai bahan dalam kosmetik seperti misalnya pasta gigi, shampo, masker, dan krim kecantikan.

Rasanya yang manis dan sedikit masam membuat banyak digemari. Dalam sebuah penelitian, buah ini mencatat skor tertinggi jumlah antioksidannya. Antioksidan merupakan senyawa yang bisa melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oleh bahan-bahan penimbul kanker. Cara bekerja antioksidan, dengan mencegah atau mengganggu proses yang dapat mengarah ke pembentukan sel-sel

kanker. Antioksidan mampu mengurangi kerusakan sel akibat radikal bebas yang diduga berperan dalam pembentukan berbagai jenis sel kanker. *Elatiganin* dalam buah merah itu umumnya dikaitkan dengan penurunan tingkat kematian karena kanker (Anonim, 2005).

Selain kaya akan kandungan vitamin C, stroberi juga merupakan sumber vitamin B5, B6, K, mangan, asam folat, kalium, *riboflavin*, tembaga, magnesium dan omega-3 asam lemak. Salah satu studi menyebutkan, stroberi merupakan salah satu dari delapan makanan yang paling banyak dikaitkan dengan penurunan tingkat kematian karena kanker (Anonim, 2005).

Satu-satunya sifat yang tidak menguntungkan dari stroberi adalah buahnya tidak tahan simpan dan mudah sekali rusak dalam transportasi. Buah stroberi termasuk buah yang sangat sensitif dan cepat rusak. Penyimpanan yang terbaik adalah antara 0–1 °C. Temperatur di bawah 0 °C dapat menyebabkan kerusakan buah (*freezing injury*). Bila temperatur 1 °C tidak mungkin dipenuhi maka maksimum penyimpanan yang direkomendasikan adalah 10 °C. Selain faktor temperatur, buah harus benar-benar bebas cendawan atau bakteri dan tidak basah sehingga dapat disimpan lebih lama (Gunawan, 2003).

Beberapa penyakit yang sering menyerang buah stroberi diantaranya adalah kapang kelabu (*Botrytis Cinerea*), busuk buah matang (*Colletotrichum fragariae Brooks*), busuk rhizopus (*Rhizopus stolonifer*) (Samosir, 2007).

Limbah kulit udang mengandung bahan yang sangat berharga, yaitu kitin. Bahan ini apabila diproses lebih lanjut menghasilkan kitosan yang memiliki banyak manfaat dalam bidang industri. Kitosan merupakan bahan organik yang banyak digunakan di berbagai industri kimia. Salah satu penerapan kitosan yang penting dan dibutuhkan dewasa ini adalah sebagai pengawet bahan makanan pengganti formalin. Kitosan adalah bahan alami yang direkomendasikan untuk digunakan sebagai pengawet makanan karena tidak beracun dan aman bagi kesehatan (Shahidi, 2005 dan Bautista-Banos, 2006).

Minyak atsiri akhir-akhir ini menarik perhatian dunia, hal ini disebabkan minyak atsiri dari beberapa tumbuhan bersifat aktif biologis sebagai antibakteri dan antijamur sehingga dapat dipergunakan sebagai bahan pengawet pada makanan dan sebagai antibiotik alami (Yuharmen, 2002). Minyak atsiri dapat diperoleh dari tumbuhan yang memiliki bau yang khas dari proses penyulingan.

Minyak atsiri yang mulai banyak digunakan yaitu minyak kemangi. Minyak atsiri kemangi banyak digunakan sebagai bahan campuran pembuatan obat maupun untuk perawatan tubuh seperti sabun mandi, biang parfum, *body lotion*, minyak gosok, permen pelega tenggorokan, dan juga minyak aroma terapi (Plantus, 2007). Di dunia perdagangan telah dikenal sebagai penghasil minyak atsiri yang penggunaannya untuk parfum, farmasi, industri makanan/minuman sebagai *flavor*. *Ocimum basilicum* dan *ocimum gratissimum* berpotensi sebagai repellent terhadap nyamuk *Aedes aegypti* (Kardinan, 2007).

Pascapanen stroberi, petani sering dipusingkan dengan sifat stroberi yang tidak tahan simpan dan mudah rusak. Pada suhu ruangan hanya dapat bertahan 2-4 hari. Idealnya, stroberi disimpan dalam lemari pendingin. Dengan suhu yang cukup dingin akan dimungkinkan untuk menjaga stroberi lebih lama 2-3 hari (maksimal) (Anonim, 2011<sup>a</sup>).

Berdasarkan hasil riset tahun 2006, Badan Pengawas Obat dan Makanan Amerika (FDA) dan Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) mengumumkan 12 jenis makanan yang paling terkontaminasi pestisida dan bahan kimia. Dari ke-12 jenis makanan tersebut, stroberi menempati urutan ke-3. Stroberi, raspberi, dan chery merupakan produk buah yang paling tinggi paparannya pada pestisida di Amerika. Secara umum, 300 pon pestisida disebarkan pada setiap acre (0,4 hektar) ladang stroberi. Para petani stroberi pada umumnya menggunakan 36 pestisida berbeda dan 90 persen contoh stroberi yang dites menunjukkan kontaminasi pestisida di atas level aman (Anonim, 2010).

Pada saat ini sedang banyak dikembangkan produk organik, dari mulai penanaman sampai datang masa panen, semuanya diolah dengan bahan alami. Tidak heran jika harganya di atas produk non organik, karena masa sekarang ini kesehatan harus lebih diperhatikan. Sehingga, salah satu solusi yang mungkin untuk mengatasi masalah pascapanen stroberi adalah dengan pelapisan *edible coating*. Lapisan yang dibuat merupakan aplikasi dari kitosan dan minyak atsiri. Minyak atsiri yang digunakan adalah minyak kemangi (*Ocimum basilicum*).

## 1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya :

1. Senyawa apakah yang terkandung dalam minyak kemangi yang berperan sebagai antijamur pada *edible coating* buah stroberi?
2. Pada konsentrasi berapakah *coating* kitosan dengan minyak kemangi mempunyai daya antijamur optimal pada buah stroberi?
3. Apakah *coating* kitosan dengan minyak kemangi akan terbukti dapat memperpanjang umur penyimpanan buah stroberi?

## 1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui senyawa yang terkandung dalam minyak kemangi yang berperan sebagai antijamur pada *edible coating* buah stroberi.
2. Mengetahui konsentrasi daya antijamur optimal kitosan dengan minyak kemangi pada *edible coating* buah stroberi.
3. Mengetahui bukti bahwa *edible coating* kitosan dengan minyak kemangi dapat memperpanjang umur penyimpanan buah stroberi.

## 1.2 MANFAAT PENELITIAN

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menyumbangkan data dan kajian ilmiah tentang aktivitas antijamur dari *edible coating* kitosan dan minyak kemangi (*ocimum basilicum*) sebagai alternatif biopestisida pada buah stroberi. Diharapkan pula hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk memberikan sumbangan dalam

penggunaan tanaman tradisional yang berkhasiat sebagai antijamur, khususnya aplikasinya pada buah stroberi. Dapat menambah khasanah pustaka tentang kitosan dan khasiat daun kemangi kepada masyarakat sehingga penggunaan tanaman tradisional lebih dapat ditingkatkan, khususnya dalam penggunaannya sebagai biopestisida dan sebagai acuan penelitian lebih lanjut.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Kerusakan kualitas dan kuantitas paling utama pada buah segar terjadi antara masa panen dan konsumsi (Spark, 1976). Beberapa teknik telah dikembangkan dan telah berhasil dalam memperpanjang umur simpan, melalui pemahaman yang baik mengenai proses respirasi pada buah segar (Park, 2002).

*Edible coating* dapat menyediakan perlindungan untuk produk segar dan dapat juga memberikan efek yang sama dengan *modified atmosphere storage* dengan menyesuaikan dengan komposisi gas internal. Keberhasilan *edible coating* untuk buah tergantung pada pemilihan film atau *coating* yang memberikan komposisi gas internal dikehendaki yang sesuai untuk produk tertentu (Park, 2002).

Ada beberapa kemungkinan *edible coating* untuk buah, seperti selulosa, kasein, zein, protein kedelai, dan kitosan. Bahan-bahan ini dipilih karena karakteristik yang dikehendaki seperti tidak berbau, tidak berasa, dan transparan. Hanya saja tidak mudah untuk mengukur sifat *permeasi* gas pada *coating* setelah diaplikasikan pada buah. *Edible coating* berfungsi sebagai penahan (*barrier*) dalam pemindahan panas, uap air, O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> atau dengan adanya penambahan bahan tambahan seperti bahan pengawet dan zat antioksidan maka dapat dikatakan kemasan tersebut memiliki kemampuan antimikroba (Park, 2002).

Penelitian tentang kitosan dan kitin yang dimanfaatkan sebagai material antimikroba telah dilakukan sebelumnya, bahwa pemberian kitin, kitosan dan N-acetyl chitohexaose dapat mencegah terjadinya infeksi pada mencit karena infeksi jamur *Candida albicans*. Selain itu telah terbukti bahwa pada tingkat in vivo kitin, kitosan dan N-acetyl chitohexaose dapat digunakan sebagai pencegahan infeksi akibat bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Listeria monocytogenes* yang diinfeksi pada mencit. Kitosan telah banyak penggunaan dalam bidang farmasi dan kesehatan, antara lain sebagai antidiabetes mellitus, antihiperlipidemia, antijamur, bahan baku teknologi farmasi (Okawa et al., 2003).

Kitin dapat disintesis dari limbah udang dilakukan secara bertahap yaitu tahap pemisahan protein (deproteinasi) dengan larutan basa, demineralisasi, tahap pemutihan (*bleaching*) dengan aseton dan natrium hipoklorit. Sedangkan transformasi kitin menjadi kitosan dilakukan tahap deasetilasi dengan basa berkonsentrasi tinggi (Ferrer et al., 1996 ; Arreneuz, 1996 dan Fahmi, 1997). Tercatat bahwa produksi udang Indonesia rata-rata meningkat sebesar 7,4 persen per tahun. Pada tahun 2001 produksinya mencapai 633.681 ton. Dengan asumsi laju peningkatan produksi tetap, pada tahun 2004 potensi udang diperkirakan sebesar 785.025 ton. Dari jumlah itu, 60-70 persen menjadi limbah (bagian kulit dan kepala). Melalui proses demineralisasi dan deproteinasi dengan rendemen 20 persen akan dihasilkan kitin sebesar 157.005 ton. Dari proses deasetilasi kitin rendemen 80 persen akan didapat kitosan sebesar 125.604 ton (Prasetyo, 2004).



Anshori dan Firdaus pada tahun 2007 telah menggunakan kitosan sebagai antimikroba khususnya terhadap bakteri *E. coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan dengan derajat deasetilasi 76,466 % memiliki aktivitas antimikroba yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambatan yang cukup jelas.

Kitosan *film* banyak digunakan untuk mengemas buah dan sayuran seperti apel, pir, stroberi, tomat, kelengkeng, mangga, pisang, jamur, lada, ketimun, wortel dan alpukat (El Ghouth et al. 1991, Zhang dan Quantick, 1998). Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya penurunan respirasi pada produk dan menghambat pematangan. Durango (2006) menyebutkan penggunaan kitosan 1,5% dengan penambahan yam starch pada pembuatan *edible coating* untuk produk wortel yang diolah dengan proses minimal menjadi alternatif dalam menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat, total koliform, kamir dan kapang selama penyimpanan. *Edible coating* kitosan dengan konsentrasi 1% (b/v) dan 2% (b/v) pada buah tomat dapat menurunkan tingkat produksi CO<sub>2</sub> sebesar 20% dan 25% dibandingkan dengan kontrol. Di samping itu, kitosan dengan konsentrasi 2% (b/v) dan 1% (b/v) tidak memberikan pengaruh terhadap respirasi tetapi dapat menunda klimakterik. Konsentrasi kitosan 1% (b/v) dan 2% (b/v) dapat mempertahankan kekerasan buah tomat.

Maryati (2007) melakukan uji aktivitas antibakteri minyak atsiri daun kemangi (*ocimum basilicum*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan metode dilusi padat. Minyak atsiri daun kemangi memiliki aktivitas antibakteri *S. Aureus* dan *E. Coli* dengan konsentrasi bunuh minimal 0,5% (v/v) dan 0,25% (v/v).

Telah dilakukan pula aktivitas antijamur pada minyak daun kemangi. Digunakan 5 macam konsentrasi minyak daun kemangi yaitu konsentrasi 100%(v/v); 50%(v/v); 25%(v/v); 12,5%(v/v); 6,25%(v/v) dan 1 kelompok kontrol. Media yang digunakan adalah Sabouraud Dextrose Agar(SDA) + olive oil. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 2 hari. Penilaian dilakukan dengan melihat pertumbuhan koloni jamur pada permukaan media (Dewi, 2008).

Minyak daun kemangi yang digunakan kemudian dibagi menjadi 5 kelompok percobaan, yaitu kelompok 1, 2, 3, 4 dan 5. Supaya minyak daun kemangi yang digunakan dapat bercampur dengan media, ditambahkan pensuspensi berupa larutan Carboxymethyl cellulose (CMC) sebanyak 0,5%. Semua tabung yang digunakan mengandung media pertumbuhan yang berisi dextrose 1 gr, pepton 0,5 gr, agar 1gr. Kelompok 1 adalah media SDA + olive oil yang ditambah minyak atsiri dengan konsentrasi 100% (v/v). Tiap tabung mengandung minyak atsiri 5 mL. Kelompok 2 adalah media SDA + olive oil yang ditambah minyak atsiri dengan konsentrasi 50% (v/v). Tiap tabung mengandung minyak atsiri 2,5 mL. Kelompok 3 adalah media SDA + olive oil yang ditambah minyak atsiri dengan konsentrasi 25% (v/v). Tiap tabung mengandung minyak atsiri 1,25 mL. Kelompok 4 adalah media SDA + olive oil yang ditambah minyak atsiri dengan konsentrasi 12,5% (v/v). Tiap tabung mengandung minyak atsiri 0,625 mL. Kelompok 5 adalah media SDA + olive oil yang ditambah minyak atsiri dengan konsentrasi 6,25% (v/v). Tiap tabung mengandung minyak atsiri 0,3125 mL. Pada kelompok kontrol digunakan media SDA + olive oil tanpa penambahan minyak atsiri. Tiap tabung mempunyai volume yang sama yaitu 5

mL. Kekurangan volume, diisi dengan penambahan aquadest. Kemudian ke dalam masing-masing tabung tersebut diberi 0,1 cc suspensi jamur dan diinkubasi pada suhu 37 °C. Dilihat dan dicatat ada tidaknya pertumbuhan jamur pada masing-masing tabung tersebut setelah 2 hari (Dewi, 2008).

Hasil pengamatan pada 5 kelompok konsentrasi minyak atsiri yang diteliti, yaitu konsentrasi 100% (v/v); 50% (v/v); 25% (v/v); 12,5% (v/v) dan 6,25% (v/v), tidak terlihat adanya pertumbuhan *Malassezia furfur*. Hal ini menunjukkan minyak atsiri daun kemangi mempunyai aktivitas antijamur terhadap *Malassezia furfur* pada konsentrasi 100% (v/v); 50% (v/v); 25% (v/v); 12,5% (v/v) dan 6,25% (v/v). Pada konsentrasi terkecil yaitu 6,25% (v/v) tetap tidak didapatkan pertumbuhan koloni *Malassezia furfur*, seperti pada konsentrasi yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 6,25% (v/v) masih merupakan dosis yang menunjukkan aktivitas 100% (Dewi, 2008).

Pada tahun 2009, Thawebon juga telah menguji aktivitas antimikroba minyak atsiri kemangi (*ocimum americanum*) terhadap bakteri patogen yang terdapat dalam mulut dengan metode difusi agar. Konsentrasi hambat minimum (MIC) dan konsentrasi cidal minimum (MCC) diuji dengan metode membran milipori. Hasilnya minyak atsiri memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Streptococcus mutans*, *Lactobasillus casei* dan *Candida albicans*. Ketiga bakteri memiliki nilai MIC 0,04% (v/v) dan masing-masing memiliki nilai MCC sebesar 0,08%, 0,3% dan 0,08% (v/v).

Pada tahun 2008, Saptarini telah melakukan penelitian tentang *edible coating* yaitu kitosan dengan penambahan ekstrak bawang putih diuji daya

antimikroba pada bakteri uji (*Bacillus aerus* dan *Pseudomonas flourescens*) dengan metode uji difusi agar. Perlakuan yang diukur adalah kitosan dengan konsentrasi 1% dan dan kitosan 1% dengan penambahan ekstrak bawang putih sebesar 2%, kemudian kombinasi kitosan tersebut diaplikasikan pada adonan bakso dan sebagai *edible coating* dengan lama penyimpanan pada rentang waktu 0, 12, 24, 36 jam. Parameter yang diukur adalah pengukuran secara kimiawi, fisik dan organoleptik.

Penambahan ekstrak bawang putih sebesar 2% pada larutan kitosan 1% mampu meningkatkan penghambatan bakteri uji (*Bacillus aerus* dan *Pseudomonas flourescens*) dengan zona penghambatan yang lebih besar dibandingkan hanya menggunakan larutan kitosan 1% tanpa penambahan ekstrak.

Penambahan kitosan dengan ekstrak bawang putih pada adonan bakso mempertahankan umur simpan selama 12 jam. Sedangkan bakso dengan perlakuan *edible coating* mencapai umur simpan selama 24 jam. Berdasarkan lamanya penyimpanan, dapat dilihat bahwa *edible coating* mampu mempertahankan umur simpan lebih lama dibandingkan dengan penambahan kitosan dalam adonan bakso (Saptarini, 2008).

## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

#### **3.1 STROBERI**

##### **3.1.1 Klasifikasi Tanaman**

Adapun tanaman stroberi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Sub divisi : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledoneae  
Famili : Rosaceae  
Genus : *Fragaria*  
Species : *Fragaria vesca* L. (Anonim, 2007<sup>a</sup>).



Gambar 1. Buah stroberi yang masih segar

##### **3.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Stroberi**

###### **a. Iklim**

Tanaman stroberi dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan 600–700 mm/tahun. Lamanya penyinaran cahaya matahari yang dibutuhkan

dalam pertumbuhan adalah 8-9 jam setiap harinya. Stroberi adalah tanaman subtropik yang dapat beradaptasi dengan baik di dataran tinggi tropis yang memiliki temperatur 17–20 °C. Kelembaban udara yang baik untuk pertumbuhan tanaman stroberi 80–90% (Anonim, 2005).

#### b. Tanah

Jika ditanam di kebun, tanah yang dibutuhkan adalah tanah liat berpasir, subur, gembur, mengandung banyak bahan organik, tata air dan udara baik, derajat keasaman tanah (pH tanah) yang ideal untuk budidaya stroberi di kebun adalah 5.4–7.0, sedangkan untuk budidaya di pot adalah 6.5–7.0. Jika ditanam di kebun maka kedalaman air tanah yang disyaratkan adalah 50–100 cm dari permukaan tanah. Jika ditanam di dalam di dalam pot, media harus memiliki sifat poros, mudah merembeskan air dan unsure hara selalu tersedia. Ketinggian tempat yang memenuhi syarat iklim tersebut adalah 1000–1500 m dpl. (Anonim, 2005).

### **3.1.3 Jamur Penyebab Penyakit Pada Buah Stroberi**

Jamur yang menyebabkan penyakit tanaman stroberi khususnya buah stroberi adalah sebagai berikut :

#### **1. Kapang Kelabu (*Botrytis Cinerea*)**

##### a. Biologi

Konidiofor muncul tidak teratur tanpa pembengkakan basal mempunyai panjang 750 µm hingga lebih dari 2 mm, mempunyai lebar 16 – 30 µm, pada bagian basis berwarna coklat, berdinding halus dan pada bagian apical terdapat percabangan konidia berbentuk abovoid, berwarna coklat pucat, berdinding halus

dan berukuran (8-16) x (6-9)  $\mu\text{m}$ . Pembentukan konidia umumnya terjadi pada pembengkakan dari ujung percabangan konidiofor (Gandjar *dkk*, 1990).

#### b. Gejala Penyakit

Sasaran bagian tanaman ini adalah bagian atas tanaman. Bagian yang terserang akan menunjukkan noda cokelat yang kemudian tertutup oleh lapisan yang agak tebal berwarna abu-abu kecokelatan. Bagian tanaman yang paling banyak terserang adalah buahnya, baik buah muda maupun buah yang sudah masak (Gunawan, 2003). Pada buah yang setengah berkembang pembusukan dapat dimulai dari kelopak yang terinfeksi (Semangun, 2003). Buah yang sudah membusuk dan berwarna coklat akan mongering (Anonim, 2005).

#### c. Daur Hidup

Organisme ini muncul pada musim dingin yang berkepanjangan miselia hidup pada bahan tanaman yang busuk. Sklerotia keras, bentuknya pendek dan gemuk. Miselium terlepas dari jamur dan akan berkecambah pada musim dingin dan berkembang lagi. Pertumbuhan jamur yang baru akan menghasilkan konidiofor. Konidiofor bercabang tiga dan langsung berhubungan dengan konidia atau spora. Konidia dewasa memisah dan terbawa oleh angin atau percikan air dan pada kondisi yang baik patogen ini akan menemukan dan membunuh inang yang baru. Dalam banyak kasus konidia masuk ke tanaman yang rusak atau jaringan yang rentan. Spora yang turun menghasilkan miselium baru yang akan menyerang jaringan, menyebabkan gagal dan hancurnya sel, melunakkan jaringan dan akhirnya busuk (Anonim, 2007<sup>b</sup>).



Gambar 2. Stroberi yang terkena *botrytis cinerea*

## 2. Busuk Rizopus (*Rhizopus Stolonifer*)

### a. Biologi

Sporangiofor memiliki panjang 1,5-3  $\mu\text{m}$ , dapat tunggal atau berkelompok 2-7 (umumnya 3-4), muncul dari stolon yang tidak berwarna hingga berwarna coklat gelap, berdinding halus atau agak kasar, dan berlawanan arah dengan percabangan rhizoid. Sporangia berbentuk bulat hingga oval berdiameter 150-360  $\mu\text{m}$ , dan berwarna coklat kehitaman saat matang. Kolumela berbentuk bulat, oval, dan berdiameter 70-160  $\mu\text{m}$ . Sporangiospora berbentuk tidak teratur, seringkali polygonal atau avoid, bulat, elips dan memiliki garis pada permukaannya dan berukuran 7-15 x 6-8  $\mu\text{m}$ . Klamidiospora tidak terbentuk pada stolon, kadang-kadang dapat ditemukan pada hifa yang lebat pada medium (*submerged*) (Gandjar *dkk*, 1999).

### b. Gejala Penyakit

- buah busuk, berair, berwarna coklat muda dan bila ditekan akan mengeluarkan cairan keruh.



- ditempat penyimpanan, buah yang terinfeksi akan tertutup miselium jamur berwarna putih dan spora hitam (Anonim, 2005).

Jamur ini dilaporkan berasal dari Pakistan dan India. Jamur ini cepat berkembang dan menghasilkan biakan berwarna abu-abu sampai hitam apabila disporulasi. Hifa menghasilkan enzim pectinolytic yang merusak lamella tengah, menginfeksi haringan dan menjadikannya lunak, busuk berair (Nishijima, 1993).

### c. Daur Hidup

Spora dari rhizopus menyebar dengan bantuan udara dan dapat dijumpai pada buah dan di penyimpanan karena patogen ini tidak dapat melakukan penetrasi pada tanaman sehat, tanpa mengalami pelukaan pada permukaan buah. Patogen ini hanya dapat masuk melalui luka yang terjadi pada waktu pemanenan, transportasi, perawatan hasil panen, dan pemeliharaan tanaman (Nishijima, 1993).

## 3.2 KITOSAN

Limbah kulit udang mengandung bahan yang sangat berharga, yaitu khitin. Bahan ini apabila diproses lebih lanjut menghasilkan khitosan yang memiliki banyak manfaat dalam bidang industri. Kitosan merupakan bahan organik yang banyak digunakan di berbagai industri kimia. Salah satu penerapan kitosan yang penting dan dibutuhkan dewasa ini adalah sebagai pengawet bahan makanan pengganti formalin. Kitosan adalah bahan alami yang direkomendasikan untuk digunakan sebagai pengawet makanan karena tidak beracun dan aman bagi kesehatan (Shahidi, 2005 dan Bautista-Banos, 2006).

Secara umum, cangkang kulit udang mengandung 27,6% mineral, 34,9% protein, 18,1% khitin, dan komponen lain seperti zat terlarut, lemak dan protein tercerna sebesar 19,4 % (Suhardi, 1992). Oleh karena itu untuk memperoleh (isolasi) khitin dari cangkang udang melibatkan proses-proses pemisahan mineral (*demineralisasi*) dan pemisahan protein khitin yang tiga dari empat gugus asetilnya dihilangkan. Perlakuan lama terhadap khitin dengan larutan NaOH pekat dan panas menghasilkan deasetilasi yang hampir sempurna tetapi produknya mengalami degradasi.

### 3.2.1 Karakteristik Kitosan

Kitosan merupakan padatan amorf berwarna putih dengan struktur kristal tetap dari bentuk awal khitin murni, memiliki sifat biologi dan mekanik yang tinggi diantaranya adalah *biorenewable*, *biodegradable*, dan *biofungsional*. Kitosan mempunyai rantai yang lebih pendek daripada rantai kitin.



Gambar 3. Kitosan

Ikatan-ikatan amida lebih sulit membuka di bawah kondisi basa daripada gugus-gugus ester. Di bawah kondisi basa yang kuat, gugus asetat yang berdekatan dengan gugus hidroksil cis dapat mengalami N-deasetilasi, tetapi gugus yang trans lebih resistansi (Suhardi, 1992).

Kitosan memiliki sifat tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan asam dengan pH kurang dari 6 dan asam organik seperti asam asetat, asam format, asam laktat. Kitosan larut dalam 1% asam hidroklorit tetapi sukar larut dalam asam sulfur dan asam fosfat. Kitosan dapat dikarakterisasi berdasarkan pada kualitasnya, sifat intrinsik seperti kejernihan atau kemurnian, berat molekul, viskositas, dan derajat deasetilasi (Sanford, 1989). Sifat dan karakteristik kitosan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Sifat dan karakteristik kitosan

Sifat	Nilai
Ukuran partikel	Serpihan sampai bubuk
Kadar air (% berat kering)	Kurang dari sama dengan 10%
Kadar abu (% berat kering)	Kurang dari sama dengan 2%
Warna larutan	Jernih
Derajat deasetilasi	Lebih dari sama dengan 70%
Viskositas :	
- Rendah	$\geq 200$ cP
- Medium	200-790 cP
- Tinggi	800-2000 cP
- Ekstra	$> 2000$ cP

Sumber: Suptijah *et al.* (1992)

### 3.2.2 Derajat Deasetilasi

Mutu kitosan dipengaruhi oleh derajat deasetilasi. Derajat deasetilasi merupakan suatu parameter mutu kitosan yang menunjukkan persentase gugus asetil yang dapat dihilangkan dari rendemen kitin. Pelepasan gugus asetil kitosan

menyebabkan kitosan bermuatan positif yang mampu mengikat senyawa yang bermuatan negatif seperti protein, anion dari polisakarida yang kemudian membentuk ion netral (Suhartono, 1989).

Derajat deasetilasi pada pembuatan khitosan bervariasi dengan jumlah larutan alkali yang digunakan, waktu reaksi, dan suhu reaksi. Biasanya kualitas produk khitosan dinyatakan dengan besarnya nilai derajat deasetilasi (Muzzarelli, 1985 dan Austin, 1988).

Untuk menghitung Derajat Deasetilasi (DD (%)) digunakan aplikasi persamaan rasio absorbansi:

$$\text{Rasio absorbansi} = (A_{1655})_{\text{amida}} / (A_{3450})_{\text{hidroksil}}$$

$$\text{Sehingga nilai DD (\%)} = 100 - (A_{1655} / A_{3450}) / 1,33$$

Dimana DD adalah derajat deasetilasi dalam persen (%),  $A_{1655}$  merupakan absorbansi gugus amida yang ada pada kitosan dengan serapan panjang gelombang  $1655 \text{ cm}^{-1}$ , sedangkan  $A_{3450}$  merupakan absorbansi gugus hidroksil yang ada pada kitosan dengan serapan panjang gelombang  $3450 \text{ cm}^{-1}$ , adapun bilangan 1,33 merupakan nilai rasio  $A_{1655} / A_{3450}$  untuk kitosan yang terdeasetilasi secara sempurna/total.

Parameter mutu kitosan khususnya derajat deasetilasi dapat digunakan untuk menentukan pemakaiannya di industri, untuk industri pengolahan kitosan menggunakan kitosan dengan  $DD \geq 70\%$ , sedangkan untuk industri kosmetik memiliki kitosan dengan  $DD \geq 80\%$  dan bidang biomedis dibutuhkan kitosan dengan  $DD \geq 90\%$ . (Tsugita, 1997).

Derajat deasetilasi sangat penting untuk menentukan karakteristik dari kitosan yang akan mempengaruhi untuk aplikasi produk. Waktu dan suhu selama proses desetilasi juga berpengaruh terhadap hasil akhir. Waktu deasetilasi yang lama dengan suhu yang tinggi menyebabkan terjadinya penurunan rendemen kitosan, berat molekul kitosan, viskositas dan kemampuan mekanik film kitosan (Bastaman, 1989).

### **3.2.3 Cara memperoleh kitosan**

Dari khitin dapat dihasilkan khitosan dengan menghilangkan gugus asetil ( $\text{CH}_3\text{-CO}$ ) sehingga molekul dapat larut dalam larutan asam, proses ini disebut sebagai deasetilasi, yaitu menghasilkan gugus amina bebas ( $\text{-NH}$ ) agar khitosan memiliki karakteristik sebagai kation. Secara umum derajat deasetilasi untuk khitosan sekitar 60 %, dan sekitar 90 – 100 % untuk khitosan yang mengalami deasetilasi penuh. Harga ini tergantung dari bahan baku khitin yang digunakan dan proses yang dijalankan (Suhardi, 1992).

Khitin dapat disintesis dari limbah udang dilakukan secara bertahap yaitu tahap pemisahan protein (deproteinasi) dengan larutan basa, demineralisasi, tahap pemutihan (*bleaching*) dengan aseton dan natrium hipoklorit. Sedangkan transformasi khitin menjadi khitosan dilakukan tahap deasetilasi dengan basa berkonsentrasi tinggi (Ferrer et al., 1996 ; Arreneuz, 1996 dan Fahmi, 1997). Tercatat bahwa produksi udang Indonesia rata-rata meningkat sebesar 7,4 persen per tahun. Pada tahun 2001 produksinya mencapai 633.681 ton. Dengan asumsi laju peningkatan produksi tetap, pada tahun 2004 potensi udang diperkirakan

sebesar 785.025 ton. Dari jumlah itu, 60-70 persen menjadi limbah (bagian kulit dan kepala). Melalui proses demineralisasi dan deproteinasi dengan rendemen 20 persen akan dihasilkan khitin sebesar 157.005 ton. Dari proses deasetilasi khitin rendemen 80 persen akan didapat khitosan sebesar 125.604 ton (Prasetyo, 2004).

Metode sintesis kitosan dibagi menjadi 3 tahapan yakni demineralisasi, deproteinisasi, dan deasetilasi, selengkapnya adalah :

a. Demineralisasi

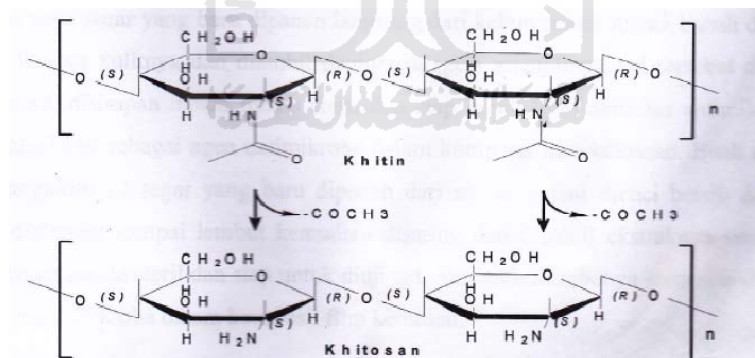
Limbah cangkang udang dicuci dengan air mengalir, dikeringkan di bawah sinar matahari sampai kering, lalu digiling sampai menjadi serbuk ukuran 40-60 mesh. Kemudian dicampur asam klorida 1,25 N dengan perbandingan 10:1 untuk pelarut dibanding kulit udang, lalu dipanaskan pada suhu 90 °C selama satu jam. Residu berupa padatan dicuci dengan air sampai pH netral dan selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 80 °C 24 jam.

b. Deproteinisasi

Limbah udang yang demineralisasi kemudian dicampur dengan larutan sodium hidroksida 3,5 persen dengan perbandingan antara pelarut dan cangkang udang 6:1. Selanjutnya dipanaskan pada suhu 90 °C selama satu jam. Larutan lalu disaring dan didinginkan sehingga diperoleh residu padatan yang kemudian dicuci dengan air sampai pH netral dan dikeringkan pada suhu 80 °C selama 24 jam.

c. Deasetilisasi khitin menjadi khitosan

Khitosan dibuat dengan menambahkan sodium hidroksida 60% dengan perbandingan 20:1 (pelarut dibanding khitin), lalu dipanaskan selama 90 menit dengan suhu 140 °C. Larutan kemudian disaring untuk mendapatkan residu berupa padatan, lalu dilakukan pencucian dengan air sampai pH netral, kemudian dikeringkan dengan oven suhu 70 °C selama 24 jam. Gugus asetil yang masih berikatan menyebabkan resistensi/inert terhadap berbagai pelarut sehingga khitin sulit dilarutkan. Khitosan merupakan turunan/*derivative* dari khitin yang telah melepaskan gugus asetilnya, dan aktivitas khitosan juga lebih besar daripada khitin serta lebih *applicable* dalam berbagai bidang. Gambaran reaksi pelepasan gugus asetil pada khitin sehingga menjadi khitosan dapat diamati dalam gambar berikut :



sumber: (Hayashi dan Mikio, 2002)

Gambar 4. Transformasi kitin menjadi kitosan

### 3.2.4 Sifat antimikroba kitosan

Kitosan memiliki sifat *biodegradable* dan *biokompatibel*, tidak mengandung racun dan banyak digunakan dalam industri. Kitosan dan turunannya

merupakan antimikroba alami dan dalam beberapa studi telah membuktikan kemampuan kitosan sebagai antimikroba. Secara umum mekanisme penghambatan senyawa antimikroba diklasifikasikan menjadi 3 yaitu : (1) Interaksi dengan menghambat membran sel, (2) inaktivasi enzim-enzim, (3) merusak bahan-bahan genetik mikroba (Coma, 2002).

Sifat kitosan sebagai antimikroba dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya yaitu sumber kitosan, derajat deasetilasi (DD) kitosan, unit manomer kitosan, mikroba uji, pH media tumbuh mikroba dan kondisi lingkungan (kadar air, nutrisi yang dibutuhkan mikroba). Sifat antibakteri kitosan dengan berat molekul 479 kDa efektif untuk bakteri gram positif kecuali pada *Lactobasillus sp.*, sedangkan kitosan dengan berat molekul 1106 kDa lebih efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif. Kitosan dengan berat molekul yang lebih besar dari 500 kDa memiliki aktivitas antibakteri yang kurang efektif dibandingkan dengan kitosan yang memiliki berat molekul yang rendah, hal ini dikarenakan kitosan dengan berat molekul tinggi memiliki viskositas yang lebih besar menyebabkan kitosan sulit untuk berdifusi dalam bahan (Thatte, 2004).

Menurut Helandar et al. (2001) yang mengamati mekanisme kitosan pada bakteri menggunakan mikroskop elektron memperlihatkan bahwa kitosan merusak pelindung membran luar bakteri gram negatif, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan sel dan menutupi membran luar bakteri dan struktur vesikular. Kitosan yang berikatan dengan membran luar yang menyebabkan kehilangan fungsi barrier dan membran sel bakteri. Sifat ini memungkinkan kitosan diaplikasikan sebagai pelindung atau pengawet makanan.



### **3.3 MINYAK ATSIRI**

#### **3.3.1 Deskripsi Minyak Atsiri**

Minyak atsiri lazim juga dikenal dengan nama minyak mudah menguap atau minyak terbang. Pengertian atau definisi minyak atsiri yang ditulis dalam *Encyclopedia of Chemical Technology* menyebutkan bahwa minyak atsiri merupakan senyawa, yang pada umumnya berwujud cairan, yang diperoleh dari bagian tanaman, akar, kulit, batang, daun, buah, biji maupun dari bunga dengan cara penyulingan dengan uap. Meskipun kenyataan untuk memperoleh minyak atsiri dapat juga diperoleh dengan cara lain seperti dengan cara ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik maupun dengan cara dipres atau dikempa dan secara enzimatik (Sastrohamidjojo, 2004).



Gambar 5. Beraneka macam minyak atsiri

#### **3.3.2 Cara Memperoleh Minyak Atsiri**

Perlakuan pendahuluan terhadap bahan yang mengandung minyak umumnya dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan cara pengecilan ukuran bahan, pengeringan atau fermentasi oleh mikroorganisme:

### 3.3.2.1 Perajangan

Minyak atsiri bersumber dari bahan berupa akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Sebelum bahan olahan tersebut diambil minyaknya, sebaiknya melalui proses perajangan menjadi potongan-potongan kecil.

Minyak atsiri dalam tanaman dikelilingi oleh kelenjar minyak, pembuluh-pembuluh dan kantong minyak. Bila bahan dibiarkan utuh, minyak atsiri hanya dapat diekstraksi apabila uap air berhasil melauai jaringan tanaman dan mendesaknya ke permukaan.

Proses perajangan ini bertujuan agar kelenjar minyak dapat keluar sebanyak mungkin sehingga minyak yang terkandung dalam tanaman tersebut dapat dibebaskan atau untuk memudahkan penguapan minyak atsiri dari bahan. Minyak yang sudah dibebaskan tersebut dapat segera dipisahkan dari tanaman dengan cara penguapan.

Besar ukuran partikel hasil perajangan bervariasi, tergantung dari jenis bahan itu sendiri. Bahan berupa bunga dan daun, dapat disuling langsung tanpa dirajang terlebih dahulu. Akan tetapi bahan berupa akar, ranting, dan semua bahan berupa kayu, harus dirajang menjadi potongan-potongan kecil dan khususnya bahan berupa biji harus dihancurkan.

Selama proses perajangan, akan terjadi penguapan komponen minyak bertitik didih rendah, dan jika dibiarkan beberapa menit akan terjadi penyusutan bahan akibat penguapan minyak. Oleh karena itu, jika diinginkan rendemen dan

mutu minyak yang baik, maka hasil perajangan harus segera dimasukkan ke dalam alat penyulingan (Hapsari, 2008).

### **3.3.2.2 Penyimpanan**

Tempat dan kondisi bahan olah sebelum perajangan mempengaruhi penyusutan minyak atsiri, namun pengaruhnya tidak begitu besar seperti pada perajangan. Kehilangan minyak disebabkan oleh penguapan secara bertahap, disamping turunnya mutu akibat proses oksidasi.

Jika bahan olah harus disimpan sebelum diproses, maka harus disimpan dalam udara kering yang bersuhu rendah, dan udara tidak disirkulasi. Sirkulasi dan kelembaban udara yang ekstrim selama penyimpanan mengakibatkan penguapan dan proses oksidasi.

Penyusutan minyak selama penyimpanan dalam udara kering tergantung dari beberapa faktor antara lain kondisi bahan, metode dan lama penyimpanan, serta komposisi minyak dalam bahan. Bahan olah berupa daun dan bunga tidak dapat disimpan lama, namun sebaliknya bahan berupa kulit pohon, akar dan kayu tahan disimpan lama karena jumlah minyak yang menguap kecil (Hapsari, 2008).

### **3.3.2.3 Pelayuan dan pengeringan**

Sebagian bahan olah memerlukan proses pengeringan sebelum disimpan atau disuling. Tujuan dari pelayuan dan pengeringan bahan adalah:

1. Menguapkan sebagian air dalam bahan, sehingga proses penyulingan mudah dan lebih singkat.

2. Untuk menguraikan zat tidak berbau sehingga berbau wangi.

Kehilangan minyak selama periode pelayuan dan pengeringan lebih besar dari kehilangan minyak selama proses penyimpanan. Hal ini terjadi karena pada proses pengeringan, air dalam tanaman akan berdifusi sambil mengangkut minyak atsiri dan akhirnya menguap.

Bahan yang mengandung fraksi minyak yang mudah menguap biasanya hanya dilayukan atau dikeringkan pada tingkat kering udara, sedangkan bahan yang mengandung minyak atsiri sukar menguap, biasanya dikeringkan lebih lanjut.

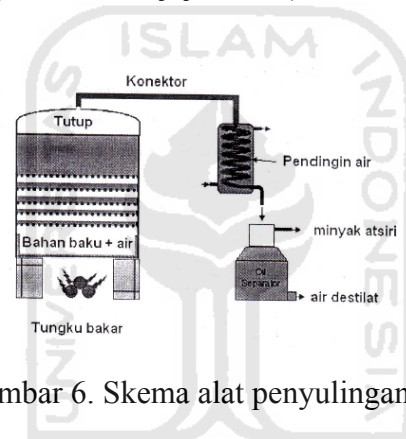
### **3.3.3 Penyulingan**

Pada umumnya cara isolasi minyak atsiri adalah sebagai berikut: uap menembus jaringan tanaman dan menguapkan semua senyawa yang mudah menguap. Jika hal ini benar, maka seakan-akan isolasi minyak atsiri dari tanaman dengan cara hidroddestilasi merupakan proses yang sederhana, hanya membutuhkan jumlah uap yang cukup. Namun kenyataan hal tersebut tidak sesederhana yang kita bayangkan. Hidroddestilasi atau penyulingan dengan air terhadap tanaman meliputi beberapa proses. Dalam pengertian industri minyak atsiri dibedakan tiga tipe hidroddestilasi, yaitu :

a. Penyulingan air

Bila cara ini digunakan maka bahan yang akan disuling berhubungan langsung dengan air mendidih. Bahan yang akan disuling kemungkinan

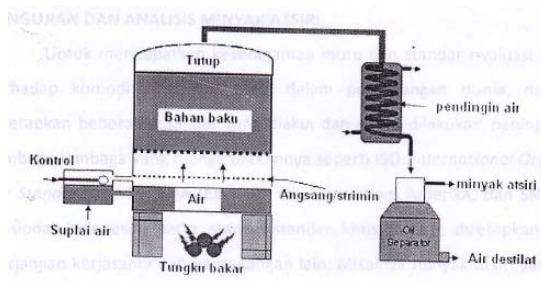
mengambang/mengapung di atas air atau terendam seluruhnya, tergantung pada berat jenis dan kuantitas bahan yang akan diproses. Air dapat dididihkan dengan api secara langsung. Sejumlah bahan tanaman adakalanya harus diproses dengan penyulingan air (contoh bunga mawar, bunga-bunga jeruk) sewaktu terendam dan bergerak bebas dalam air mendidih. Sedangkan bila bahan tersebut diproses dengan penyulingan uap maka akan menyebabkan terjadinya pengumpulan hingga uap tidak dapat menembusnya. Penyulingan air ini tidak ubahnya bahan tanaman direbus secara langsung (Sastrohamidjojo, 2004).



Gambar 6. Skema alat penyulingan air

b. Penyulingan uap dan air

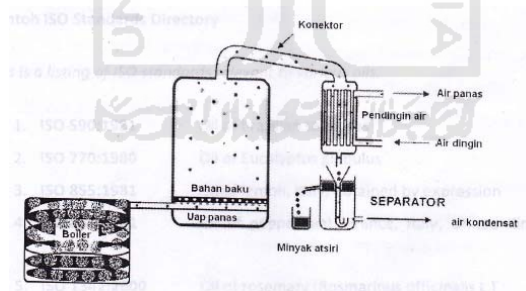
Bagian tanaman yang akan diproses secara penyulingan uap dan air ditempatkan dalam suatu tempat yang bagian bawah dan tengah berlobang-lobang yang ditopang di atas dasar alat penyulingan. Bagian bawah alat penyulingan diisi air sedikit di bawah dimana bahan ditempatkan. Air dipanaskan dengan api seperti pada penyulingan air di atas. Pada proses ini penulis menggunakan pemanasan dengan kompor minyak tanah yang ditekan. Bahan tanaman yang akan disuling hanya terkena uap, dan tidak terkena air yang mendidih (Sastrohamidjojo, 2004).



Gambar 7. Skema alat penyulingan uap dan air

### c. Penyulingan uap

Cara ketiga dikenal sebagai penyulingan uap langsung dan perangkatnya mirip dengan kedua alat penyuling sebelumnya hanya saja tidak ada air di bagian bawah alat. Uap yang digunakan lazim memiliki tekanan yang lebih besar daripada tekanan atmosfer dan dihasilkan dari hasil penguapan air yang berasal dari suatu pembangkit uap air. Uap air yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam alat penyulingan (Sastrohamidjojo, 2004).



Gambar 8. Skema alat penyulingan uap

### 3.3.4 Kandungan Minyak Atsiri

Minyak atsiri mengandung dua golongan, yaitu *oleoptena* dan *stearoptena*. *Oleoptena* adalah bagian hidrokarbon di dalam minyak atsiri dan berwujud cairan. Sedangkan *stearoptena* umumnya terdiri atas senyawa turunan oksigen dari terpena. Secara kimiawi, minyak atsiri tersusun dari campuran yang rumit

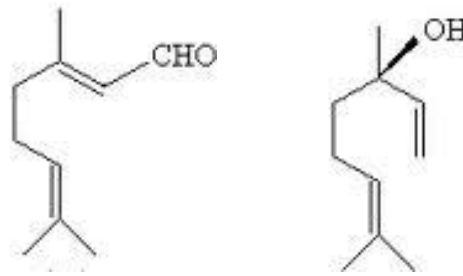
berbagai senyawa dan senyawa tertentu biasanya menentukan aroma minyak atsiri. Sebagian besar komponen minyak atsiri termasuk dalam golongan senyawa organik terpenoid yang bersifat larut dalam minyak.

Beragamnya senyawa yang menyusun komponen minyak atsiri sehingga menghasilkan bau, aroma dan dapat digunakan sebagai obat. Klasifikasi minyak atsiri harus berdasarkan pada komponen yang paling dominan dalam menentukan sifat minyak tersebut. Jika minyak atsiri memiliki kandungan *oleptena* dalam jumlah besar dan *stearoptena* dalam porsi kecil, maka kegunaannya lebih diutamakan sebagai pemberi bau yang spesifik atau peracah (*flavoring*). Sedangkan jika minyak atsiri mengandung lebih banyak senyawa golongan hidrokarbon, alkohol, keton, fenol, ester dari fenol, oksida dan ester, lebih memungkinkan untuk digunakan sebagai obat, karena secara teori diketahui bahwa semua senyawa itu memiliki gugus aktif yang berfungsi melawan suatu jenis penyakit (Sastrohamidjojo, 2004).

### **3.3.5 Manfaat Minyak Atsiri**

Umumnya minyak atsiri memiliki bau yang khas sehingga dimanfaatkan pada industri parfum dan makanan (*flavoring agent*). Senyawa yang berperan pada industri tersebut diantaranya sitronelal, geraniol, dan eugenol. Selain itu ada beberapa tumbuhan penghasil minyak atsiri yang bersifat aktif biologis sebagai antibakteri dan antijamur sehingga dapat dipergunakan sebagai bahan pengawet pada makanan dan sebagai antibiotik alami. Senyawa yang bersifat antibakteri diantaranya eugenol, linalool dan sitral (Knobloch *et al.*, 1989). Sedangkan metil

kavikol, linalool dan metil eugenol dapat digunakan sebagai pengendali hama (Vilaloboz, 2003; Lopez *et al.*, 2008). Struktur senyawa yang bersifat antibakteri dapat dilihat pada gambar berikut:



Sitral

Linalool

Gambar 9. Struktur senyawa sitral dan linalool

### 3.4 Minyak Kemangi

#### 3.4.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi tanaman kemangi (*ocimum basilicum*) adalah sebagai berikut:

Divisio : spermatophyta

Sub divisio : angiospermae

Kelas : dicotyledonae

Ordo : amaranthaceae

Family : labiatae

Genus : *Ocimum*

Species : *Ocimum basilicum*





Gambar 10. Tanaman kemangi (*ocimum basilicum*)

Merupakan herba tegak, sangat harum, tinggi 0,6-1,6 m. Batang cokelat, segi empat. Daun tunggal berhadapan, bertangkai, panjang 0,5-2 cm, bulat telur, ujung dan pangkal agak meruncing, permukaan daun agak halus dan bintil-bintik kelenjar, tulang daun menyirip, tepi bergerigi, panjangnya 3,5-7,5 cm, lebar 1,5-2,5 cm, warna hijau tua. Bunga berwarna putih atau lembayung, kelopak sisi luar berambut, bulat telur terbalik dengan tepi mengecil sepanjang tabung. Biji keras, cokelat tua, bila dimasukkan dalam air akan mengembang. Di Indonesia secara umum dikenal dengan nama selasih. Dapat ditemukan di tempat lembab dan teduh di dataran rendah sampai ketinggian 450 m. Tersebar di seluruh pulau di Indonesia (terutama Sumbawa), bahkan di Asia, Eropa, dan Amerika Selatan.

Kemangi dalam taksonomi tanaman termasuk ke dalam marga *ocimum* yang memiliki 50-150 jenis yang tersebar dari daerah tropis Asia, Afrika, sampai Amerika tengah dan Amerika selatan. Dari sekian banyak jenis *Ocimum* tersebut, memang hanya beberapa yang telah menjadi komoditas komersial, di antaranya yaitu jenis *Ocimum basilicum*, *Ocimum sanctum*, *Ocimum gratissimum*, *Ocimum americanum*, dan beberapa jenis lainnya (Hadipoentyanti dan Supriadi, 2000; Balitro, 2006).

Banyaknya spesies kemangi akibat kemudahan persilangan intraspesies dalam jenis tanaman kemangi dapat menimbulkan kesulitan tersendiri dalam standarisasi mutu minyak atsiri. Hal ini membutuhkan suatu penelitian yang memastikan komposisi utama dari setiap spesies yang sering disebut sebagai penentuan tipe kimia (*chemotype*). Dalam hal determinasi tanaman, *chemotype* berguna sebagai ciri penegas dan membantu taksonomi secara biologi pada kondisi di mana dijumpai genotype yang sukar dibedakan. Seperti dalam tanaman yang memiliki ciri morfologi yang sama persis tetapi berbeda dalam ciri organoleptiknya seperti bau dan rasa (Pitojo, 1996; Rubiyanto dan Istiqomah, 2006).

Kemangi secara umum dikenal sebagai bahan lalapan, pelengkap masakan dan obat tradisional (Hadipoetyanti dan Wahyuni, 2008). Minyak kemangi memiliki potensi sebagai biopestisida berupa penolak hama (Rubiyanto, 2008). Hal ini pernah diteliti lebih lanjut pada penggunaan minyak kemangi yang diformulasi secara sederhana untuk menghambat pola makan belalang yang menyerang tanaman produksi yaitu tebu (Rubiyanto, 2009a). Berbeda dengan kerabatnya yaitu selasih ungu, yang banyak bermanfaat dalam kepentingan ritual agama dan budaya serta memiliki bau menyengat, kemangi memiliki harum lemon yang khas dan rasa pedas yang karakteristik (Kardinan, 2003; Kardinan, 2005;).

Kemangi dan selasih walaupun sering disebut secara bersamaan karena sebagian dijumpai dalam morfologi yang sama, keduanya berbeda dari jalur biosintetiknya terutama terkait *chemotype* masing-masing. Secara kualitatif tidak

ada perbedaan kandungan senyawa kimia pada pucuk daun kemangi baik pada daun, ranting maupun bunganya kecuali dalam hal banyaknya komponen masing-masing (Chalchat and Ozcan, 2008). Minyak atsiri pada umumnya mengandung senyawa terpenoid yang luas dari sisi jenis dan substituenya (Guenther, 1950). Kemangi pada umumnya mengandung kerangka monoterpen teroksigenkan sedangkan selasih mengandung kerangka fenil propanoid. (Viña and Murillo, 2003; Politeo et.al., 2007). Perubahan komposisi senyawa dalam minyak kemangi disebabkan karena reaksi enzimatik yang terus bekerja meskipun tanaman sudah kering. Kandungan senyawa utama pada kemangi tidak mengalami perubahan secara kualitatif pada kondisi perlakuan ekstrim pengeringan, meskipun terdapat perubahan kadar konsentrasinya (Rubiyanto, 2009b).

Minyak kemangi dapat dibedakan menjadi 5 tipe yaitu minyak kemangi manis tipe Eropa, minyak kemangi tipe *Reunion*, minyak kemangi tipe *Sinamat*, minyak kemangi tipe *Eugenol* dan minyak kemangi Perancis. Semua jenis kemangi ini mempunyai kandungan yang berbeda-beda (Guenther, 1950).

### **3.4.2 Manfaat Minyak Kemangi (*ocimum basilicum*)**

Kemangi yang ada di Indonesia bernama botani *ocimum basilicum forma citratum back*, tetapi ada juga yang menyatakan kemangi di Indonesia *ocimum citriodorum (lemon basil)*. Karena tumbuhnya menyemak, kemangi dikelompokkan dalam kelompok basil semak. Di Indonesia, kemangi lazim digunakan sebagai sajian dalam makanan ataupun masakan. Di India dan sebagian wilayah di Afrika, kemangi lazim disajikan untuk menggantikan seduhan daun teh asli. Minuman tersebut biasanya disajikan pada saat pergantian musim, yaitu

ketika orang mudah terserang batuk, pilek ataupun demam. Berbeda dengan di Eropa, disana kemangi disuling dan diambil minyak atsirinya. Minyak atsiri kemangi banyak digunakan sebagai bahan campuran pembuatan obat maupun untuk perawatan tubuh seperti sabun mandi, biang parfum, *body lotion*, minyak gosok, permen pelega tenggorokan, dan juga minyak aroma terapi (Plantus, 2007).

Dalam buku "*A Dictionary of Practical Material Medical*", John Jenry M. menyebutkan, sari daun kemangi berkhasiat menyembuhkan diare, nyeri payudara, batu ginjal, gangguan pada vagina dan juga dapat mengatasi albuminaria, yaitu adanya konsentrasi albumin di dalam urin. Menurut tim peneliti dari *Center For New Crops and Plant Products, Purdue University, AS*, daun emangi terbukti ampuh menyembuhkan sakit kepala, pilek, diare, sembelit, cacingan, dan gangguan ginjal (Dharmayanti, 2007).

Beberapa species dari genus *Ocimum Spp.* Di dunia perdagangan telah dikenal sebagai penghasil minyak atsiri yang penggunaannya untuk parfum, farmasi, industri makanan/minuman sebagai flavor. Minyak atsiri *ocimum basilicum*, *ocimum minimum* dan *ocimum gratissimum* dapat digunakan untuk pestisida nabati (Hadipoentyanti, 2008). *Ocimum basilicum* dan *ocimum gratissimum* berpotensi sebagai repellent terhadap nyamuk *Aedes aegypti* (Kardinan, 2007).

### **3.5 EDIBLE COATING**

### 3.5.1 Deskripsi *edible coating*

Kemasan digunakan untuk memperpanjang usia penyimpanan pangan, melindungi secara mekanis dan dari kontaminasi secara kimia dan biologi. Namun dalam memenuhi kebutuhan konsumen telah dikembangkan suatu kemasan aktif yang selain melindungi produk, kemasan juga berinteraksi dengan produk yang dikemas memberikan manfaat tambahan bila dibandingkan dengan kemasan konvensional. Kemasan yang telah dikembangkan sebagian besar diproduksi dengan plastik konvensional dengan bahan dasar minyak bumi. Sebagai alternatif digunakan kemasan *biodegradable film* yang diperoleh dari bahan yang dapat didaur ulang seperti edible film (Attarian, 2006).

*Edible film* dan *edible coating* terdiri dari tiga komponen penyusun yaitu hidrokoloid, lemak dan komposit (gabungan antara hidrokoloid dan lemak). Hidrokoloid banyak diperoleh dari polimer polisakarida seperti pati, alginat, pectin, gum arabik, sedangkan hidrokoloid yang berbasis protein dan turunannya diantaranya gelatin, casein, protein kedelai, whey, gluten gandum, dan zein jagung. Asam lemak lain seperti palmitat, asam laurat, asam oleat, asam stearat dan asam oktanoat.

### 3.5.2 Teknik aplikasi *edible coating*

*Edible coating* adalah lapisan tipis bahan yang dibentuk secara langsung dengan mencelupkan (*dipping*), penyemprotan (*spraying*) pada permukaan produk makanan yang bertujuan melindungi serta meningkatkan nilai tambah dari produk. Selain itu tujuan penggunaan *edible film* atau *edible coating* adalah untuk

mencegah migrasi uap air, gas, aroma, dan lipid yang membawa *ingredient* makanan seperti antioksidan, antimikroba dan *flavor* (Krochta, 1997). Gannadios (2002) mendefinisikan *edible coating* merupakan lapisan tipis yang dapat dimakan yang digunakan pada makanan dengan cara pengukusan, pencelupan, atau penyemprotan untuk memberikan penahanan yang selektif terhadap pemindahan gas, uap air dan perlindungan terhadap kerusakan mekanik. *Edible coating* biasanya langsung digunakan dan dibentuk di atas permukaan produk seperti buah-buahan dan sayuran untuk meningkatkan mutu produk, hal yang sama juga disampaikan oleh McHugh dan Senesi (2000) yang menyebutkan bahwa *edible coating* sebagai penahan (*barrier*) dalam pemindahan panas, uap air, O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> atau dengan adanya penambahan bahan tambahan seperti bahan pengawet dan zat antioksidan maka dapat dikatakan kemasan tersebut memiliki kemampuan antimikroba dan antioksidan.

Beberapa teknik aplikasi dalam *edible coating* diantaranya adalah :

#### 1. Pencelupan (*dipping*)

Proses ini biasanya digunakan dalam produk yang memiliki permukaan kurang rata. Setelah pencelupan kelebihan bahan setelah *coating* biasanya dibiarkan terbuang. Produk kemudian dibiarkan dingin hingga *coating* menempel. Teknik ini telah diaplikasikan pada daging, ikan, produk ternak, buah dan sayuran.

#### 2. Penyemprotan (*Spraying*)

Teknik ini menghasilkan produk dengan lapisan tipis dan biasa digunakan untuk produk yang mempunyai dua sisi, seperti produk pizza.

### 3. Pembungkusan

Teknik ini digunakan untuk pembentukan film yang berdiri sendiri atau terpisah dari produk. Teknik ini diabsorpsi dari teknik yang dikembangkan untuk yang bukan pelapisan.

### 4. Pemolesan (*brushing*)

Teknik ini digunakan untuk memoleskan edible coating pada produk. Wong et al. (1994) menyatakan bahwa secara teoritis, bahan edible coating harus memiliki sifat (1) menahan kehilangan kelembaban produk (2) Memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu (3) Mengendalikan perpindahan padatan terlarut untuk mempertahankan warna pigmen alami dan gizi (4) Berfungsi sebagai pengawet, mempertahankan warna sehingga menjaga mutu produk.

Kemasan dengan sifat antimikroba diharapkan dapat mencegah kontaminasi patogen dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme pembusuk yang terdapat dalam permukaan bahan pangan atau pada permukaan bahan pangan. Substansi antimikroba yang diformulasikan dalam bahan pangan atau permukaan bahan pangan tidak cukup untuk mencegah pertumbuhan bakteri patogen dan mikroorganisme pembusuk dalam bahan pangan (Outtara et al., 2000).

#### **3.5.3 Aplikasi *edible coating* pada produk pangan**

Aplikasi *edible film* dalam bentuk *coating* sebagai pengemas telah banyak dilakukan. Hilangnya uap air bahan dapat diminimalkan dengan menggunakan pengemas yang bersifat sebagai penahan. Tingkat hilangnya uap air tergantung pada permeabilitas uap air pengemas yang digunakan. *Edible film/coating* merupakan kemasan yang cocok digunakan karena dapat mengatur transfer kelembaban, O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>, uap air dan aroma serta senyawa-senyawa campuran rasa dalam sistem bahan pangan. Menurut Baldwin (1994) menyebutkan keberhasilan *edible film* dan *coating* untuk menghambat kerusakan produk-produk terolah minimal dipengaruhi oleh jenis dan varietas komoditi, jenis dan ketebalan *film* serta suhu penyimpanan. *Film* dari kitosan mempunyai sifat *barrier* terhadap gas yang baik, maka dapat digunakan sebagai bahan pengemas, terlebih lagi kitosan mempunyai kapasitas sebagai antimikroba sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengawet. Beberapa penelitian yang menggunakan kitosan sebagai *edible film* atau *coating* banyak dilakukan sebagai kemasan bahan pangan.

### **3.6 BIOPESTISIDA**

Biopestisida adalah pestisida yang mengandung mikroorganisme seperti bakteri patogen, virus dan jamur. Pestisida biologi yang saat ini banyak dipakai adalah jenis insektisida biologi (mikroorganisme pengendali serangga) dan jenis fungisida biologi (mikroorganisme pengendali jamur). Jenis-jenis lain seperti bakterisida, nematisida dan herbisida biologi telah banyak diteliti, tetapi belum banyak dipakai.

Jenis-jenis biopestisida, antara lain :



## 1. Insektisida biologi (Bioinsektisida)

Berasal dari mikroba yang digunakan sebagai insektisida. Mikroorganisme yang menyebabkan penyakit pada serangga tidak dapat menimbulkan gangguan terhadap hewan-hewan lainnya maupun tumbuhan. Jenis mikroba yang akan digunakan sebagai insektisida harus mempunyai sifat yang spesifik artinya harus menyerang serangga yang menjadi sasaran dan tidak pada jenis-jenis lainnya (Sastroutomo, 1992).

Pada saat ini hanya beberapa insektisida biologi yang sudah digunakan dan diperdagangkan secara luas. Mikroba patogen yang telah sukses dan berpotensi sebagai insektisida biologi salah satunya adalah *Bacillus thuringiensis* (Khetan, 2001). *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* telah diproduksi sebagai insektisida biologi dan diperdagangkan dalam berbagai nama seperti *Dipel*, *Sok-Bt*, *Thuricide*, *Certan* dan *Bactospeine*. *Bacillus thuringiensis var. israelensis* diperdagangkan dengan nama *Bactimos*, *BMC*, *Teknar* dan *Vektobak*. Jenis insektisida ini efektif untuk membasmi larva nyamuk dan lalat (Sastroutomo, 1992).

Jenis insektisida biologi yang lainnya adalah yang berasal dari protozoa, *Nosema locustae*, yang telah dikembangkan untuk membasmi belalang dan jengkerik. Nama dagangnya ialah *NOLOC*, *Hopper Stopper*. Cacing yang pertama kali didaftarkan sebagai insektisida ialah *Neoplectana carpocapsae*, yang diperdagangkan dengan nama *Spear*, *Saf-T-Shield*. Insektisida ini digunakan untuk membunuh semua bentuk rayap (Sastroutomo, 1992).

## 2. Herbisida biologi (Bioherbisida)

Termasuk dalam golongan herbisida ini ialah pengendalian gulma dengan menggunakan penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri, jamur dan virus. Bioherbisida yang pertama kali digunakan ialah *DeVine* yang berasal dari *Phytophthora palmivora* yang digunakan untuk mengendalikan *Morrenia odorata*, gulma pada tanaman jeruk. Bioherbisida yang kedua dengan menggunakan *Colletotrichum gloeosporioides* yang diperdagangkan dengan nama Collego dan digunakan pada tanaman padi dan kedelai di Amerika (Sastroutomo, 1992).

## 3. Fungisida biologi (Biofungisida)

Biofungisida menyediakan alternatif yang dipakai untuk mengendalikan penyakit jamur. Beberapa biofungisida yang telah digunakan adalah spora *Trichoderma sp.* digunakan untuk mengendalikan penyakit akar putih pada tanaman karet dan layu fusarium pada cabai. Merek dagangnya ialah *Saco P* dan *Biotri P* (Novizan, 2002).

Biofungisida lainnya menurut Novizan (2002), yaitu *Gliocladium* spesies *G. roseum* dan *G. virens*. Produk komersialnya sudah dapat dijumpai di Indonesia dengan merek dagang Ganodium P yang direkomendasikan untuk mengendalikan busuk akar pada cabai akibat serangan jamur *Sclerotium Rolfsii*. *Bacillus subtilis* yang merupakan bakteri saprofit mampu mengendalikan serangan jamur *Fusarium sp.* pada tanaman tomat. Bakteri ini telah diproduksi secara masal dengan merek dagang Emva dan Harmoni BS (Novizan, 2002).

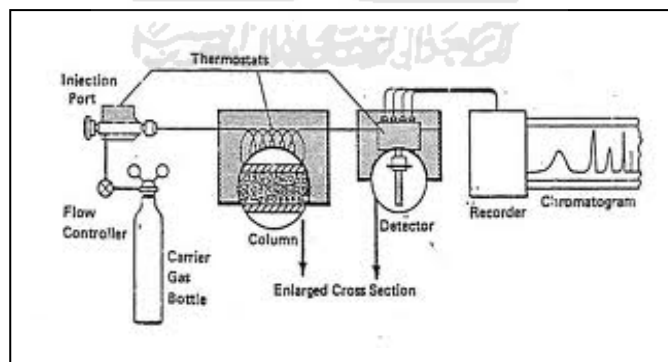
### 3.7 Kromatografi Gas

Kromatografi pertama kali ditemukan oleh Michael Tswett pada tahun 1906 yang berusaha memisahkan pigmen pada daun dengan cara melewatkan larutan yang mengandung pigmen tersebut melalui suatu kolom yang berisi partikel adsorben.

Kromatografi merupakan cara pemisahan yang didasarkan pada partisi untuk menganalisa senyawa-senyawa organik atau merupakan teknik analisis yang relatif penting dibanding kimia organik. Terdapat dua jenis kromatografi gas, yaitu:

1. Kromatografi padatan gas
2. Kromatografi cairan gas

Skema alat kromatografi gas dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 11. Skema alat kromatografi gas

Bagian-bagian dari kromatografi gas antara lain:

1. Gas Pembawa

Gas pembawa ditempatkan dalam silinder bertekanan tinggi. Gas pembawa harus memenuhi persyaratan-persyaratan:

- a. Harus inert, tidak bereaksi dengan cuplikan, cuplikan-pelarut, dan material dalam kolom.
- b. Murni dan mudah diperoleh, serta murah.
- c. Sesuai/cocok untuk detektor.
- d. Harus mengurangi difusi gas.

Gas yang sering dipakai adalah helium dan argon. Gas tersebut sangat baik, tidak mudah terbakar, tetapi sangat mahal. Konduktivitas panas gas-gas tersebut tinggi dan molekulnya kecil.

## 2. Pengatur aliran dan pengatur tekanan

Pengatur aliran dan pengatur atau pengurang Drager. Drager bekerja baik pada 2,5 atm, dan mengalirkan massa aliran dengan tetap. Tekanan lebih pada tempat masuk dari kolom diperlukan untuk mengalirkan cuplikan masuk ke dalam kolom. Komponen-komponen akan dielusikan pada waktu yang tetap yang disebut waktu penahanan (*the retention time*),  $t_r$ . Karena kecepatan gas tetap, maka komponen juga mempunyai volume karakteristik terhadap gas pengangkut=volume penahanan (*the retention volume*),  $v_r$ . Kecepatan gas akan mempengaruhi efisiensi kolom.

Harga-harga yang umum untuk kecepatan gas untuk kolom yang memiliki diameter luar.

1/4" O.D : kecepatan gas 75 mL/min.

1/8" O.D : kecepatan gas 25 mL/min.

### 3. Tempat injeksi

Tempat injeksi dari kromatografi gas selalu dipanaskan. Dalam kebanyakan alat, suhu dari tempat injeksi selalu diatur. Aturan pertama untuk pengaturan suhu tempat injeksi sekitar 50 °C lebih tinggi dari titik didih campuran dari culikan yang mempunyai titik didih yang paling tinggi.

Cuplikan dimasukkan ke dalam kolom dengan cara menginjeksikan melalui tempat injeksi. Biasanya jumlah cuplikan yang diinjeksikan pada waktu kita mengadakan analisa berkisar 0,5-50 mL untuk gas dan 0,2-20 µL untuk cairan.

### 4. Kolom

Kolom merupakan jantung dari kromatografi gas. Bentuk dari kolom dapat lurus, bengkok, misal bentuk V atau W, dan kumparan/spiral. Biasanya bentuk dari kolom adalah kumparan. Kolom selalu merupakan bentuk tabung. Tabung ini terbuat dari tembaga, plastik, baja, aluminium atau gelas.

Panjang kolom dapat dari 1 m sampai 3 m. Diameter kolom mempunyai berbagai ukuran, biasanya pengukuran berdasarkan diameter dalam dari kolom gelas yaitu antara 0,3 mm hingga 5 mm.

### 5. Detektor

Detektor berfungsi untuk mendeteksi komponen cuplikan yang telah dipisahkan. Detektor mengubah sejumlah sifat-sifat molekul dari senyawa organik menjadi arus listrik. Arus listrik ini diteruskan ke pencatat untuk menghasilkan kromatogram (Sastrohamidjojo, 1985).

Terdapat banyak detektor yang dapat digunakan dalam kromatografi gas. Jenis detektor yang berbeda akan memberikan selektivitas yang berlainan. Detektor yang non selektif akan memberikan respon pada semua senyawa kecuali senyawa gas pembawa, detektor yang selektif hanya akan memberikan respon pada satu senyawa saja. Detektor berfungsi mengubah sifat-sifat molekul dari senyawa organik menjadi arus listrik untuk kemudian diteruskan ke rekorder atau pencatat menjadi kromatogram (Sastrohamidjojo, 1985).

Perbandingan relatif kepekaan detektor yang digunakan dalam kromatografi gas dalam tabel berikut:

Tabel 2. Perbandingan sifat detektor

Sifat	FID	TCD	ECD
Limit deteksi	$10^{-5}$ $\mu$ g	$2^{-5}$ $\mu$	$10^{-7}$ $\mu$
Sensitivitas terhadap suhu	Kurang peka	Sangat peka	Sedang
Gas Pembawa	Helium, Nitrogen	Helium	Nitrogen, Argon
Temperatur batas	400 °C	450 °C	225 °C
Respons	Semua senyawa kecuali H <sub>2</sub> O dan CS <sub>2</sub>	Semua senyawa	Tidak untuk senyawa hidrokarbon, alkohol, keton dan asam

Sumber : Harris (1994)

## 6. Pencatat /recorder

Merupakan unit yang mengubah signal-signal yang dihasilkan oleh detektor menjadi suatu tampilan yang biasa dibaca atau diinterpretasikan. Hasil tampilan ini berupa puncak-puncak (*peak*) yang disebut kromatogram (Sastrohamidjojo, 1985).

Secara umum dasar kerja kromatografi gas adalah cuplikan yang akan dianalisis diinjeksi melalui tempat injeksi yang mempunyai suhu lebih tinggi dari

titik didih cuplikan, sehingga cuplikan akan teruapkan karena adanya aliran gas pembawa, maka senyawa-senyawa dalam uap cuplikan akan terdorong ke dalam kolom. Di dalam kolom cuplikan akan terpisah menjadi komponen-komponen atas dasar partisi atau adsorpsi. Komponen yang terpisahkan akan terdeteksi oleh suatu detektor yang diubah ke dalam sinyal-sinyal. Proses selanjutnya adalah sinyal digunakan oleh pencatat, sehingga menghasilkan kromatogram. Analisis kualitatif digunakan untuk menginterpretasikan data kromatogram (Qodriyah, 1989).

Kromatografi gas dapat digunakan untuk analisa kualitatif dan analisa kuantitatif. Tujuan dari analisa kualitatif adalah identifikasi dari suatu komponen atau lebih dari satu cuplikan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membandingkan waktu retensi sampel dengan waktu retensi senyawa standar. Tujuan dari analisa kuantitatif adalah menentukan jumlah dari komponen-komponen yang terpisah dari suatu cuplikan (Sastrohamidjojo, 1985).

### **3.8 Spektrometri Massa**

Spektrometer massa adalah suatu instrumen yang dapat menyeleksi molekul-molekul gas bermuatan berdasarkan massa atau beratnya. Teknik ini dapat dilakukan dengan spektroskopi, akan tetapi nama spektroskopi dipilih disebabkan persamaannya dengan pencatat fotografi dan spektrum garis optik. Umumnya spektrum massa diperoleh dengan mengubah senyawa suatu sampel menjadi ion-ion yang bergerak cepat yang dipisahkan berdasarkan perbandingan massa terhadap muatan ( $m/e$ ). Proses ionisasi menghasilkan partikel-partikel

bermuatan positif, dimana massa yang terdistribusi adalah spesifik terhadap senyawa induk. Selain itu, penentuan struktur molekul spektrum massa digunakan untuk penelitian analisis kuantitatif. Sampel ditembaki dengan berkas elektron yang menghasilkan suatu ion molekul atau fragmen ionik. Fragmen-fragmen dapat dipisahkan menurut massanya (Khopkar, 2003). Spektroskopi massa adalah suatu teknik analisis dengan mendasarkan pemisahan berkas ion-ion yang sesuai dengan perbandingan massa dengan muatan dan pengukuran intensitas dari berkas ion-ion tersebut (Sastrohamidjojo, 2001).

### **3.8.1 Analisis Kualitatif**

Spektroskopi massa memungkinkan kita untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang tidak diketahui dengan mengkalibrasi terhadap senyawa yang telah dikenal, jadi spektrum massa digunakan untuk menentukan berat molekul atau rumus molekul atau mengidentifikasi senyawa dari pola fragmentasinya.

Nilai berat molekul yang ditentukan dengan spektrometer massa bisa saja tidak sama dengan berat molekul hasil perhitungan apabila senyawa asal mengandung unsur-unsur tertentu dengan kelimpahan isotop yang tinggi.

Rumus molekul suatu senyawa dapat ditentukan jika puncak ion molekul sudah dikenal, tetapi untuk hal-hal semacam ini diperlukan spektrometri beresolusi tinggi. Atau senyawa dapat ditentukan jika puncak ion molekul sudah dikenal, tetapi untuk hal-hal semacam ini diperlukan spektrometri beresolusi tinggi. Aturan nitrogen dapat digunakan untuk membantu penentuan rumus ini.



Lazimnya semua senyawa organik dengan berat molekul genap tidak mengandung nitrogen atau sejumlah atom nitrogen yang genap, sedang semua senyawa organik dengan berat molekul ganjil mengandung jumlah atom nitrogen ganjil. Aturan ini berlaku untuk senyawa-senyawa kovalen yang mengandung C, H, O, S dan halogen. Pola fragmentasi dipergunakan untuk mengidentifikasi senyawa, juga memungkinkan terhadap pengenalan gugus fungsi dan melihat puncak-puncak fragmentasi spesifik (Mulja dan Suharman, 1994).

### 3.8.2 Analisis Kuantitatif

Spektrometer massa dapat dipakai untuk analisis kuantitatif suatu campuran senyawa-senyawa yang dekat hubungannya. Analisis ini dapat dipergunakan untuk analisis campuran, baik senyawa anorganik yang bertekanan uap rendah. Karena pola fragmentasi senyawa campuran adalah aditif sifatnya, suatu campuran dapat dianalisis jika berada dalam kondisi yang sama.

Spektrometer massa akan memberikan hasil yang lebih baik jika dikombinasikan dengan kromatografi gas. Biasanya kromatografi gas digabungkan dengan spektrometer *gruadrupole*. Persyaratan dasar analisisnya adalah setiap senyawa harus mempunyai paling tidak satu puncak yang spesifik, kontribusi puncak harus aditif dan sensitifitas harus reproduksibel serta adanya senyawa referensi yang sesuai. Dengan spektrometer massa beresolusi tinggi, senyawa-senyawa polimer dengan berat molekul besar dapat dianalisis juga serta dapat digunakan untuk menganalisis produk-produk petroleum (Mulja dan Suharman, 1994)

Pada setiap alat spektrometer massa sudah dimasukkan ribuan data senyawa yang menunjukkan spektrum massa dari senyawa-senyawa yang berbeda yang dikumpulkan dalam suatu *hit list/library index*. *Library index* menampilkan informasi yang sangat detail seperti:

1. Berat molekul
2. Rumus molekul
3. Struktur molekul
4. Nama lazim atau nama sistematiknya
5. Similarity Index
6. Katalog senyawa

Karena begitu banyaknya senyawa yang sudah dianalisis sehingga memungkinkan ada beberapa yang memberikan kemiripan spektra. Untuk itu, di dalam *hit list* tersebut sudah diberikan nilai kemiripannya (dalam %) terhadap fragmentasi dari sampel yang dianalisis dengan spektra massa (Mulja dan Suharman, 1995).

Komponen alat spektroskopi massa terdiri dari:

1. Sumber ion

Sumber ion adalah bagian spektroskopi massa yang berfungsi untuk mengionkan material analit. Ion kemudian ditransfer oleh medan listrik dan medan magnet ke massa analyzer. Karena ion sangat reaktif dan masa hidupnya singkat, pembentukan dan manipulasi harus dilakukan di ruang vakum, tekanan atmosfer sekitar 760 torr. Pada umumnya, ionisasi dipengaruhi oleh energi sinar yang tinggi dari elektron, dan pemisahan elektron dicapai dengan meningkatkan dan memfokuskan sinar ion, yang kemudian dibelokkan oleh medan magnet eksternal. Ion-ion kemudian dideteksi sehingga menghasilkan informasi dan dianalisis di dalam komputer.

## 2. Mass Analyzer (Penganalisis Massa)

Mass analyzer memisahkan ion berdasarkan perbandingan massa dengan muatan.

## 3. Detektor

Detektor menghitung muatan yang terinduksi atau arus yang dihasilkan ketika ion dilewatkan atau mengenai suatu permukaan. Dalam scanning instrument, sinyal dihasilkan dalam detektor selama scanning, dimana scanning massa dan menghitung ion sebagai  $m/z$  (Anonim, 2011<sup>b</sup>).

### **3.9 KROMATOGRAFI GAS DAN SPEKTROMETRI MASSA**

Pada alat KG-SM ini, kedua alat dihubungkan dengan suatu interfase kromatografi gas, berfungsi sebagai alat pemisah berbagai komponen campuran sampel. Sedangkan spektrometer massa berfungsi untuk mendeteksi masing-masing molekul komponen yang telah dipisahkan pada sistem kromatografi gas. Analisis dengan KG-SM merupakan metode yang cepat dan akurat untuk memisahkan campuran yang rumit, dan mampu menganalisis cuplikan dalam jumlah sangat kecil dan menghasilkan data yang berguna mengenai struktur serta serta identitas senyawa organik.

Bagian-bagian alat yang penting dalam KG-SM:

#### 1. Gas pembawa

Gas yang dapat menyebabkan suatu senyawa bergerak melalui kolom kromatografi gas ialah keatsiriannya, aliran gas yang melewati kolom diukur dalam satuan mL/menit. Gas pembawa yang biasa dipakai adalah Helium, Argon, Nitrogen dan Karbondioksida.

#### 2. Kolom

Kolom dibagi dua macam, yaitu kolom kemasan dan kolom kapiler. Untuk keperluan analisis sebaiknya digunakan kolom dengan fase diam yang bersifat sedikit polar. Kemungkinan besar komponen yang bersifat non polar tidak terdeteksi.

#### 3. Sistem Injeksi

KG-SM memiliki sistem pemasukan injeksi, secara langsung dan melalui sistem kromatografi gas untuk sampel cairan seperti minyak atsiri, pemasukan sampel harus melalui sistem kromatografi gas, sedangkan untuk sampel murni dapat langsung dimasukkan ke dalam ruang pengionan.

#### 4. Detektor

Detektor yang digunakan pada sistem KG-SM harus stabil dan tidak merusak senyawa yang dideteksi. Yang berfungsi sebagai detektor adalah spektrometer massa itu sendiri dari sistem ionisasi dan sistem analisis.

#### 5. Sistem pengolahan data dan identifikasi senyawa

Untuk pengolahan data, sistem komputer sangat membantu penafsiran hasil analisis. Dari analisis KG-SM akan diperoleh dua informasi dasar, yaitu hasil analisis kromatografi gas yang ditampilkan dalam bentuk spektrum massa. Dari kromatogram dapat diperoleh informasi mengenai jumlah komponen kimia yang terdapat dalam campuran yang dianalisis (sampel:cairan) yang ditunjukkan oleh jumlah puncak yang terbentuk pada kromatogram berikut kuantitasnya masing-masing. Jika komponen ion berada dalam prosentase tinggi dalam campuran yang dianalisis maka terbentuk dari molekul komponen tersebut akan mempunyai luas area besar dan sebaliknya (Istiqomah, 2004).

### **3.8 Spektroskopi Inframerah atau *Fourier Transform Infrared Spectrometry* (FT-IR)**

Konsep radiasi inframerah diajukan pertama kali oleh Sir William Herschel (tahun 1800) melalui percobaannya mendeskripsikan radiasi matahari dengan prisma. Ternyata pada daerah sesudah sinar merah menunjukkan adanya kenaikan temperatur tertinggi yang berarti pada daerah panjang gelombang radiasi tersebut banyak kalori (energi tinggi). Daerah spektrum tersebut selanjutnya disebut *infrared* (inframerah).

Radiasi elektromagnetik ialah energi yang dipancarkan menembus ruang dalam bentuk gelombang-gelombang. Tipe-tipe radiasi elektromagnet dicirikan oleh panjang gelombangnya (*wavelength*,  $\lambda$ ) yakni jarak antara puncak gelombang salah satu ke puncak gelombang berikutnya (Fessenden&Fessenden, 1982).

Molekul-molekul alkana hanya menyerap sinar inframerah pada frekuensi tertentu jika di dalam molekul ada transisi tenaga yaitu tenaga sebesar  $\Delta E = h\nu$ . Transisi yang terjadi di dalam inframerah berkaitan dengan perubahan-perubahan vibrasi di dalam molekul, sebagai contoh pita di dekat  $3000\text{cm}^{-1}$  ( $9,3 \times 10^{13}$  Hz) mempunyai frekuensi yang tepat sama dengan ikatan C-H yang mengalami vibrasi *stretching*/rentangan. Itulah sebabnya pita serapan dekat  $3000\text{cm}^{-1}$  disebut serapan C-H *stretching*, biasanya dinyatakan dengan C-H str. Pita-pita sekitar  $1400\text{cm}^{-1}$  sesuai dengan frekuensi vibrasi bending dari ikatan-ikatan C-H dan disebut serapan-serapan C-H bending. Sering vibrasi-vibrasi bending dinyatakan dengan deformasi, sehingga pita-pita deformasi C-H def. Itulah sebabnya spektroskopi inframerah merupakan spektroskopi vibrasi (Sastrohamidjojo, 1991).

Bagian pokok dari spektrometer inframerah adalah sumber cahaya inframerah, monokromator dan detektor. Cahaya dari sumber dilewatkan melalui cuplikan, dipecah menjadi frekuensi-frekuensi individunya dalam monokromator dan intensitas relatif dari frekuensi individu diukur oleh detektor.

### 1. Sumber inframerah

Sumber yang umum digunakan adalah merupakan batang yang dipanaskan oleh listrik yang berupa:

- “Nernst glower” (campuran oksida dari Zr, Y, Er, dsb)
- “Globar” (silikon karbida)
- Berbagai bahan keramik.

### 2. Monokromator

Prisma dan grating keduanya dapat digunakan. Kebanyakan prisma yang digunakan adalah NaCl, hal ini disebabkan karena NaCl hanya transparan di bawah  $625\text{cm}^{-1}$ , sedang halida logam lainnya harus digunakan pada pekerjaan dengan frekuensi yang rendah (misal CsI atau campuran ThBr dan ThI) yang dikenal dengan KRS-5.

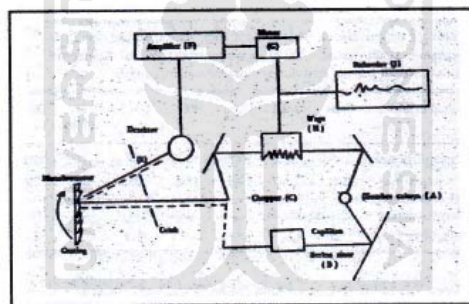
Pada umumnya grating memberikan hasil yang lebih baik daripada prisma pada frekuensi yang tinggi. Ketidakuntungan terhadap NaCl adalah sifatnya yang higroskopis hingga cermin-cermin harus dilindungi dari kondensasi uap.

### 3. Detektor

Alat-alat yang modern kebanyakan memakai detektor “Thermopile” dasar kerja dari *thermophile* adalah sebagai berikut: Jika dua kawat logam berbeda dihubungkan antara ujung kepala dan ekor menyebabkan adanya arus yang mengalir dalam kawat. Dalam spektrometer inframerah arus ini akan sebanding dengan intensitas radiasi yang jatuh pada *thermophile*.

#### 4. Cara penanganan

Berikut cara penanganan yang disederhanakan terhadap alat inframerah dan diagram alat *Double Beam* (berkas rangkap) :



Gambar 12. Diagram alat spektrometri inframerah *Double Beam*  
(berkas rangkap)

Sinar dari sumber cahaya (A) dipecah menjadi dua berkas cahaya yang sama, salah satu (B) dilewatkan melalui cuplikan (berkas cahaya cuplikan), yang lain berkelakuan sebagai berkas cahaya referensi, fungsi dari double beam adalah mengukur perbedaan intensitas antara dua berkas cahaya pada setiap panjang gelombang.

Dua berkas cahaya sekarang dipantulkan ke “chopper” (C), yang terdiri atas cermin yang dapat berputar, bila chopper berputar (10 kali perdetik) ini



menyebabkan berkas sinar cuplikan dan referensi dipantulkan bergantian ke grating monokromator (D). Grating berputar perlahan-lahan dan mengirimkan frekuensi-frekuensi individu ke detektor thermophile (E) yang mengubah tenaga (panas) sinar inframerah menjadi tenaga listrik.

Bila cuplikan telah menyerap sinar dari frekuensi tertentu, maka detektor akan menerima bergantian dari chopper berkas sinar yang kuat (berkas sinar cuplikan). Hal ini akan memberikan arus bolak-balik yang mengalir dari detektor ke amplifier (F), amplifier dibuat hanya untuk memperkuat arus boalk-balik. Amplifier dihubungkan dengan servo motor (G) kecil yang mendorong cermin wedge (H) ke berkas sinar referensi hingga detektor menerima sinar dengan intensitas yang sama dari berkas sinar cuplikan dan referensi. Gerakan wedge ini sebagai akibat masuk dan keluarnya berkas referensi menunjukkan sebagai pita-pita serapan pada spektrum yang dihasilkan.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan diantaranya adalah seperangkat alat gelas, neraca analitik, kompor listrik, kromatografi gas-spektrometer massa (Shimadzu QP 2010S), dan spektrometer inframerah (Termo Nicolet Avatar 360), *autoclav*, *blower*, *aluminium foil*, plastik *wrap*, dan inkubator.

Bahan yang digunakan diantaranya adalah buah stroberi yang berasal dari perkebunan di Malangbong, Garut, Jawa Barat. Minyak kemangi yang berasal dari Laboratorium FMIPA UIL, Yogyakarta. Kitosan (Merck), asam asetat glasial (Merck), sitral 95% (Aldrich), Sabouraud Dextrose Agar/SDA (Merck) dan akuades.

#### **4.2 Cara Kerja Penelitian**

##### **4.2.1 Analisis Kromatografi Gas-Spektrometri Massa Minyak Kemangi**

Minyak kemangi dianalisis dengan kromatografi gas-spektrometri massa untuk mengetahui komponen-komponen penyusunnya.

Langkah-langkah analisis dengan kromatografi gas-spektrometri massa:

1. Hidupkan stabilizer

2. Tekan saklar power pada GC ke arah ON
3. Hidupkan komputer dan printer
4. Mengaktifkan program GC
5. Proses pengvakuman
6. Mengatur tampilan analisis
7. Sampel diinjeksikan ke dalam kolom menggunakan jarum injeksi (syringe)
8. Tempat injeksi, kolom dan detektor dipanaskan pada temperatur dimana sampel mempunyai tekanan uap minimum 10 torr
9. Tempat injeksi dan detektor biasanya dibuat sedikit lebih panas dibandingkan dengan temperatur kolom untuk mempercepat penguapan sampel dan untuk mencegah kondensasi sampel
10. Terjadi pemisahan dalam kolom akibat partisi komponen-komponen sampel antara fase gerak dan fase diam
11. Aliran gas dan sampel yang keluar dari kolom dialirkan ke spektrometer massa yang akan mengidentifikasi komponen analisis berdasarkan massa senyawa
12. Terbentuknya kromatogram dan spektra hasil analisis.

#### **4.2.2 Analisis Dengan Spektrometer Inframerah**

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi apa yang terdapat pada komponen kitosan murni, minyak kemangi murni dan campuran keduanya.

Cuplikan padatan ditambah KBr, dicampur dan ditumbuk hingga homogen, kemudian dipres dengan menggunakan *presser* beberapa saat sampai terbentuk pelet. Kemudian *scanning* dengan FT-IR dan dihasilkan spektra inframerah. Untuk cuplikan yang berbentuk cair, cairan diteteskan ke dalam KBr.

#### **4.2.3 Penentuan Konsentrasi Kitosan Optimal**

Pada tahapan ini digunakan 5 macam konsentrasi kitosan yaitu 0,5 % (b/v); 0,75 % (b/v); 1,0 % (b/v); 1,25 % (b/v); 1,5 % (b/v), dan ditambah 1 sebagai kontrol. Larutan kitosan ini dibuat dari kitosan dengan Asam asetat glasial 0,1% sebagai pelarutnya. Untuk melarutkannya, dilakukan pemanasan secukupnya. Kemudian masing-masing dicelup  $\pm$  5 buah stroberi yang sebelumnya telah diketahui beratnya. Setelah dicelup, kemudian stroberi diletakkan di atas saringan. Setelah  $\pm$  1 jam, stroberi ditimbang kembali. Diamati pertumbuhan jamur pada buah stroberi. Pengamatan dilakukan dengan interval waktu 12 jam.

Konsentrasi yang memperlihatkan pertumbuhan jamur yang paling lama inilah yang digunakan sebagai konsentrasi kitosan optimal.

#### **4.2.4 Penentuan Konsentrasi Minyak Kemangi-Kitosan Optimal**

Pada tahapan ini larutan kitosan yang digunakan adalah kitosan optimal dari tahap sebelumnya. Variasi konsentrasi minyak kemangi-kitosan yang

digunakan ada 5 macam yaitu 0,05% (v/v); 0,1% (v/v); 0,15% (v/v); 0,2% (v/v); 0,25% (v/v) dan 1 sebagai kontrol yang hanya dilapisi kitosan. Kemudian masing-masing dicelup  $\pm$  5 buah stroberi yang sebelumnya telah diketahui beratnya. Setelah dicelup, kemudian stroberi diletakkan di atas saringan. Setelah  $\pm$  1 jam, stroberi ditimbang kembali. Diamati pertumbuhan koloni jamur pada buah stroberi. Pengamatan dilakukan dengan interval waktu 12 jam.

Konsentrasi yang memperlihatkan pertumbuhan jamur yang paling lama inilah yang digunakan sebagai konsentrasi kitosan-minyak kemangi optimal.

#### **4.2.5 Uji Penghambatan Jamur**

Disiapkan 8 buah stroberi, dicuci, dikeringkan dan ditimbang. Kemudian disiapkan 8 gelas beaker yang telah disterilisasi dan diberi label. Masing-masing beaker diberi larutan Sabouraud Dextrose Agar (SDA) sebanyak  $\pm$  30 mL dan dibiarkan sampai padat menjadi agar. Buah stroberi masing-masing dicelup dengan 5 macam larutan kitosan-minyak kemangi dengan konsentrasi 0,05% (v/v); 0,1% (v/v); 0,15% (v/v); 0,2% (v/v); 0,25% (v/v); kitosan 1%, sitral standar (sebagai standar positif) dan 1 sebagai kontrol. Kemudian masing-masing buah stroberi dimasukkan ke dalam beaker yang telah berisi nutrisi agar. Kemudian ditutup dengan aluminium foil/plastik dan disimpan ke dalam inkubator dengan suhu dijaga 27 °C.

#### **4.2.6 Uji Organoleptik**

Analisis organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan atau penerimaan panelis terhadap produk *edible coating* yang diaplikasikan pada buah

stroberi sebagai lapisan antijamur, sehingga dapat diketahui disenangi atau tidak oleh panelis. Uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan uji mutu berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap sampel-sampel yang disajikan kepada panelis meliputi bau, rasa yang ditinggalkan (*after taste*), warna, dan penampilan. Lembar uji yang digunakan dalam uji organoleptik *edible coating* kitosan-minyak kemangi ditampilkan dalam lampiran 5.

## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas hasil dari aktivitas antijamur dari *edible coating* kitosan dan minyak kemangi (*Ocimum basillicum*) sebagai alternatif biopestisida pada buah stroberi (*Fragaria vesca L.*). Penelitian ini bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dari buah stroberi yang memiliki sifat tidak tahan simpan dan mudah sekali rusak.

Buah stroberi yang diperoleh berasal dari perkebunan di Malangbong, Garut, Jawa Barat. Buah yang dipilih adalah buah yang segar, dalam kondisi baik dan tidak luka. Sebelum diberi lapisan *edible coating*, buah stroberi dicuci ditimbang terlebih dahulu, tujuannya untuk mengetahui berat lapisan *edible coating* dari setiap buah. Sehingga dapat diketahui perbandingan banyak buah dengan larutan *edible coating* yang akan digunakan.

#### **5.1 Analisis Kromatografi Gas-Spektrometri Massa Minyak Kemangi**

Identifikasi minyak menggunakan kromatografi gas dilakukan dengan cara menginjeksikan sampel minyak ke dalam ruang injeksi yang telah dipanasi. Sampel kemudian dibawa oleh gas pembawa melalui kolom untuk dipisahkan. Di dalam kolom fase diam akan menahan komponen-komponen secara selektif berdasarkan koefisien distribusinya dan akan dialirkan ke detektor yang memberi sinyal untuk kemudian dapat diamati pada sistem pembaca.

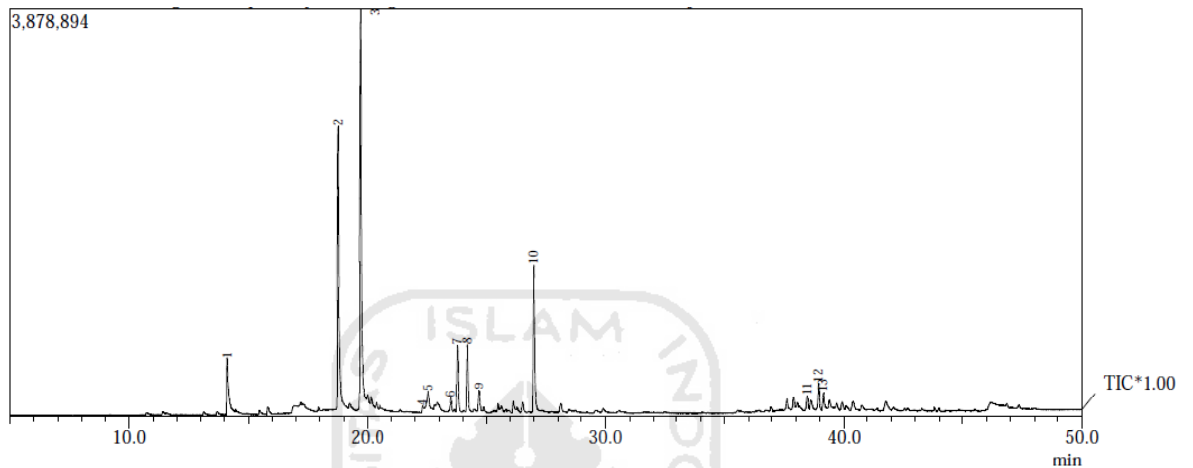
Identifikasi minyak dianalisis dengan spektrometer massa dari sampel dengan data spektra massa standar yang tersimpan dalam kepustakaan instrumen kromatografi gas-spektroskopi massa. Perbandingan dilakukan dengan melihat nilai SI atau indeks spektra senyawa yang ada pada komputer. Semakin tinggi nilai SI, maka senyawa itu akan semakin mirip dengan senyawa yang dianalisis. Sehingga dapat ditampilkan bahwa sampel tersebut sama dengan senyawa yang memiliki SI tertinggi dalam data komputer yang diberikan komputer. Dengan metode ini, maka alat kromatografi gas-spektrometer massa dapat digunakan untuk menentukan nama senyawa tanpa memerlukan senyawa standar yang digunakan dalam metode *spiking* pada kromatografi gas.

Kondisi operasi kromatografi gas-spektrometer massa:

1. Jenis pengionan : EI (electro impact)
2. Jenis kolom : Rastek RXi-5SM (30 meter)
3. Suhu kolom : Suhu awal 50 °C / 5 menit, suhu akhir 290 °C
4. Gas pembawa : Helium 10 kPa
5. Temperatur detektor : 250 °C

6. Temperatur injektor : 300 °C

Berikut ini ditampilkan kromatogram dari identifikasi minyak kemangi menggunakan kromatografi gas:



Gambar 13. Hasil kromatogram minyak kemangi

Setelah dianalisis dengan kromatografi gas-spektrometri massa, terdapat 13 puncak yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3. Komponen Penyusun Minyak Kemangi

<b>Puncak</b>	<b>Senyawa</b>	<b>Waktu retensi (menit)</b>	<b>Konsentrasi</b>
1	<i>Linalool</i>	14,112	4,64%
2	<i>cis-Sitral</i>	18,764	25,54%
3	<i>trans-Sitral</i>	19,701	39,45%
4	<i>neryl acetate</i>	22,308	1,12%
5	<i>alpha-copaene</i>	22,549	1,45%
6	<i>alpha-gurjunene</i>	23,491	0,83%
7	<i>trans-caryophyllene</i>	23,773	4,95%
8	<i>alpha-bergamotene</i>	24,174	4,97%
9	<i>alpha-humulene</i>	24,703	1,64%
10	<i>alpha humulene</i>	26,982	11,42%
11	<i>Farnesol</i>	38,471	0,86%
12	<i>alpha-longipinene</i>	38,942	1,96%



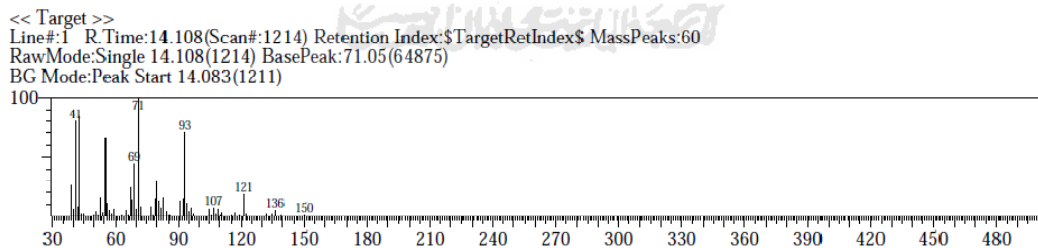
13	<i>Farnesol</i>	39,141	1,17%
----	-----------------	--------	-------

Dari 13 puncak yang dihasilkan, dipilih komponen penyusun minyak kemangi yang memiliki konsentrasi tinggi. Komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Komponen Utama Penyusun Minyak Kemangi

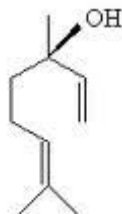
Puncak	Senyawa	Waktu retensi (menit)	Konsentrasi
1	<i>Linalool</i>	14,112	4,64%
2	<i>cis-Sitral</i>	18,764	25,54%
3	<i>trans-Sitral</i>	19,701	39,45%
7	<i>trans-caryophyllene</i>	23,773	4,95%
8	<i>alpha-bergamotene</i>	24,174	4,97%
10	<i>alpha-humulene</i>	26,982	11,42%

Spektra massa dari masing-masing komponen minyak kemangi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 14. Spektra Massa *linalool*

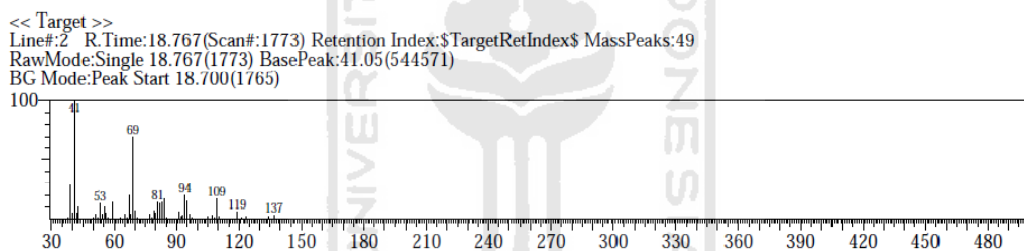
Pada Gambar di atas terlihat spektum massa dengan waktu retensi 14,112 mempunyai ion molekuler atau  $m/z$  150, spektra massa ini diperkirakan berasal dari senyawa *linalool*.



Gambar 15. Struktur *linalool*

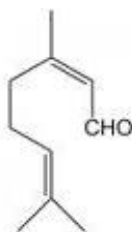
Senyawa tersebut mempunyai rumus molekul  $C_{10}H_{18}O$  dan memiliki sifat :

- Titik didih : 198 °C
- Indeks bias : 1,4604
- Merupakan cairan tidak berwarna
- Larut dalam alkohol dan eter

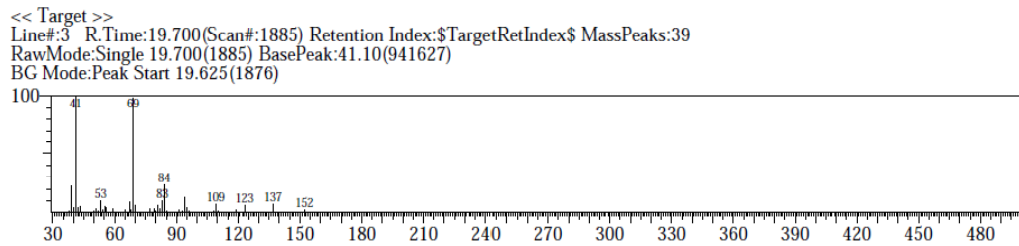


Gambar 16 . Spektra Massa *cis-Sitral*

Pada Gambar di atas terlihat spektum massa dengan waktu retensi 18,764 mempunyai ion molekuler atau  $m/z$  137, spektra massa ini diperkirakan berasal dari senyawa *cis-Sitral*.

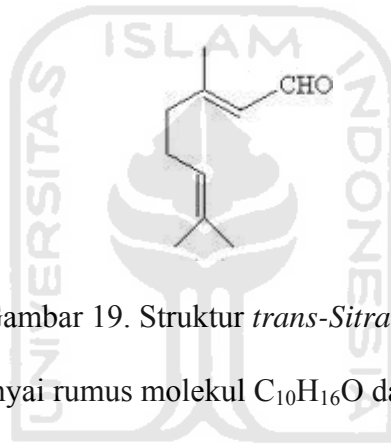


Gambar 17. Struktur *cis-Sitral*



Gambar 18. Spektra *trans-sitral*

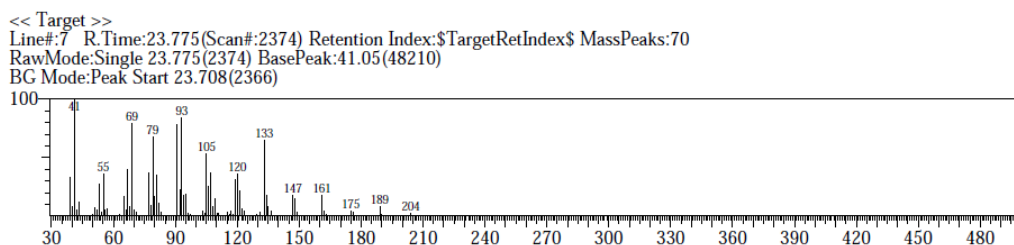
Pada Gambar di atas terlihat spektum massa dengan waktu retensi 19,701 mempunyai ion molekuler atau  $m/z$  152, spektra massa ini diperkirakan berasal dari senyawa *trans-Sitral*.



Gambar 19. Struktur *trans-Sitral*

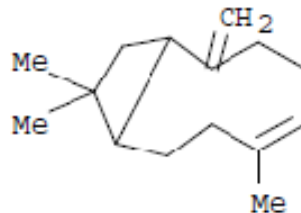
Senyawa tersebut mempunyai rumus molekul  $C_{10}H_{16}O$  dan memiliki sifat :

- Titik didih : 227-229 °C
- Indeks bias : 1,4872
- Berupa cairan kuning pucat
- Aroma seperti lemon



Gambar 20. Spektra Massa *trans-Caryophyllene*

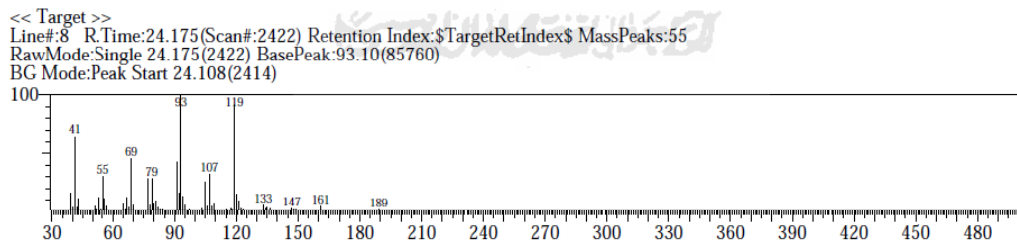
Pada Gambar di atas terlihat spektum massa dengan waktu retensi 23,773 mempunyai ion molekuler atau  $m/z$  204, spektra massa ini diperkirakan berasal dari senyawa *trans-Caryophyllene*.



Gambar 21. Struktur *trans-Caryophyllene*

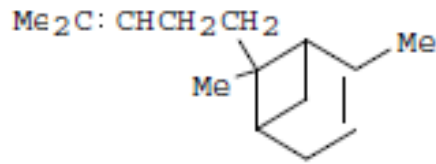
Senyawa tersebut mempunyai rumus molekul  $\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}$  dan memiliki sifat :

- Titik didih : 262-264 °C
- Berat jenis : 0,9080
- Larut dalam alkohol
- Memiliki aroma seperti cengkeh



Gambar 22. Spektra Massa  $\alpha$ -Bergamotene

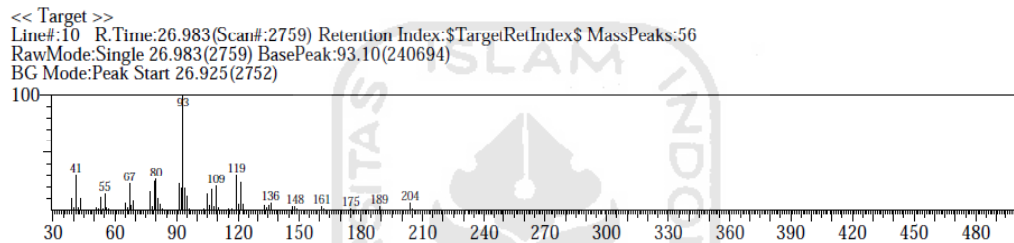
Pada Gambar di atas terlihat spektum massa dengan waktu retensi 24,174 mempunyai ion molekuler atau  $m/z$  189, spektra massa ini diperkirakan berasal dari senyawa  $\alpha$ -Bergamotene.



Gambar 23. Struktur *alpha-Bergamotene*

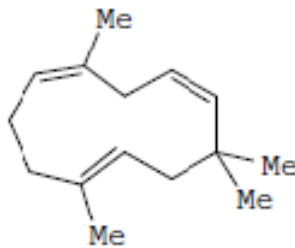
Senyawa tersebut mempunyai rumus molekul C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>O dan memiliki sifat :

- Titik didih : 112 °C
- Berat jenis : 0,8880



Gambar 24. Spektra Massa *alpha-Humulene*

Pada Gambar di atas terlihat spektum massa dengan waktu retensi 26,982 mempunyai ion molekuler atau m/z 204, spektra massa ini diperkirakan berasal dari senyawa *alpha-Humulene*.



Gambar 25. Struktur *alpha-Humulene*

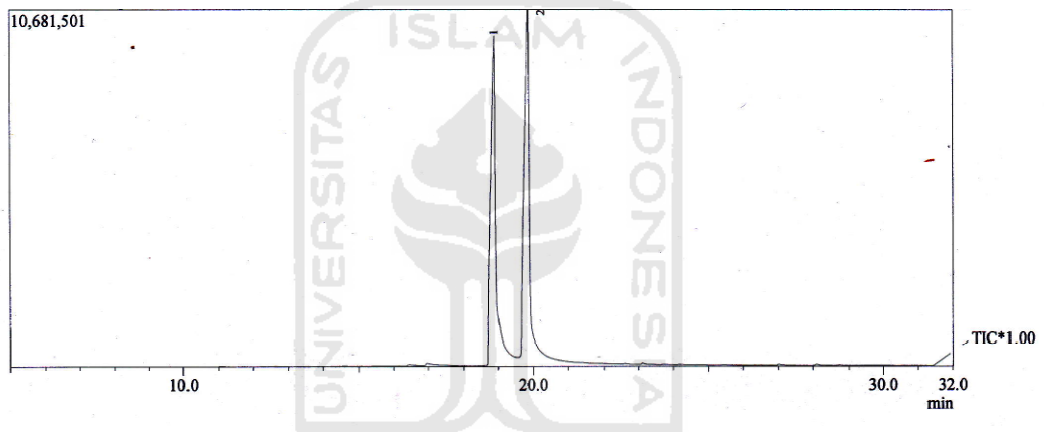
Senyawa tersebut mempunyai rumus molekul C<sub>15</sub>H<sub>24</sub> dan memiliki sifat :

- Titik didih : 106-107 °C
- Berat jenis : 0,8890

- Merupakan cairan bening kekuningan

Dari 6 senyawa penyusun minyak kemangi yang memiliki konsentrasi tinggi, yang kemungkinan bersifat aktif antijamur adalah *cis-Sitral* dan *trans-Sitral*.

Sebagai pembanding, digunakan pula *Sitral* standar dan berikut ini ditampilkan kromatogram dari identifikasi *Sitral* standar menggunakan kromatografi gas:



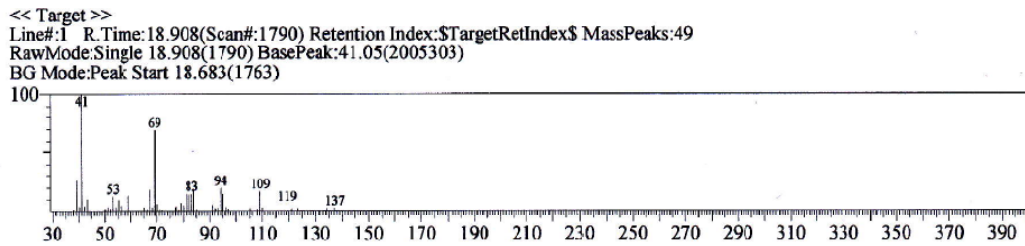
Gambar 26. Hasil kromatogram *Sitral* standar

Setelah dianalisis dengan kromatografi gas-spektrometri massa, terdapat 2 puncak yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Komponen Penyusun Utama *Sitral* Standar

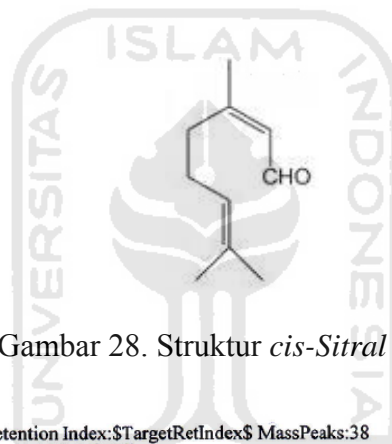
<b>Puncak</b>	<b>Senyawa</b>	<b>Waktu retensi (menit)</b>	<b>Konsentrasi</b>
1	<i>cis-Sitral</i>	18,905	48,97%
2	<i>trans-Sitral</i>	19,863	51,03%

Spektra massa dari masing-masing komponen *Sitral* standar dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

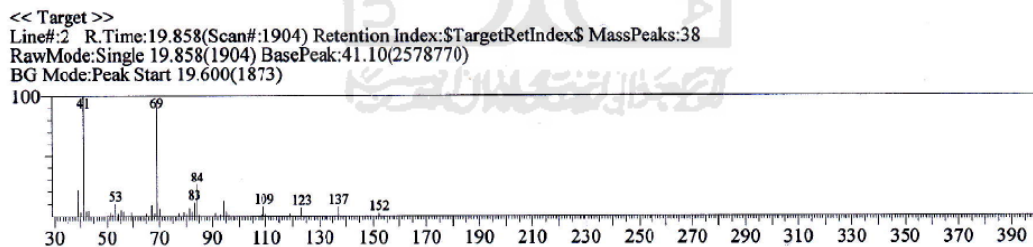


Gambar 27. Spektra Massa *cis-Sitral*

Pada Gambar di atas terlihat spektum massa dengan waktu retensi 18,905 mempunyai ion molekuler atau  $m/z$  137, spektra massa ini diperkirakan berasal dari senyawa *cis-Sitral*.

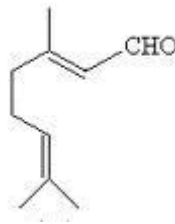


Gambar 28. Struktur *cis-Sitral*



Gambar 29. Spektra Massa *trans-Sitral*

Pada Gambar di atas terlihat spektum massa dengan waktu retensi 19,863 mempunyai ion molekuler atau  $m/z$  152, spektra massa ini diperkirakan berasal dari senyawa *trans-Sitral*.



Gambar 30. Struktur *trans-Sitral*

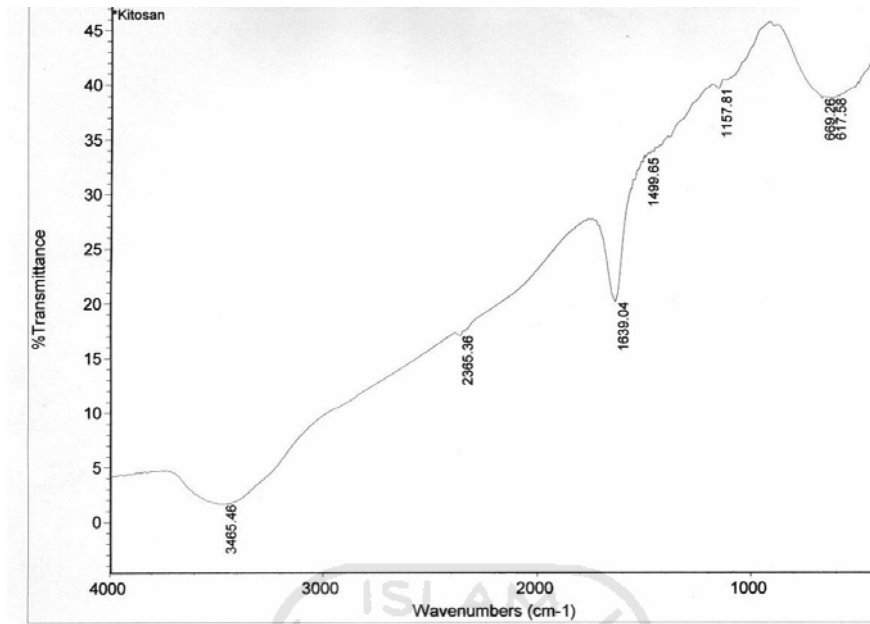
Sehingga, diketahui bahwa dari 2 senyawa penyusun *Sitral* standar yang kemungkinan bersifat aktif antijamur pada minyak kemangi adalah *cis-Sitral* dan *trans-Sitral*. *Sitral* standar inilah yang nantinya digunakan sebagai kontrol positif pada *edible coating* kitosan-minyak kemangi.

## 5.2 Analisis Dengan Spektrometer Inframerah

Yang akan dianalisis dengan spektrometer inframerah adalah kitosan murni, minyak kemangi murni dan campuran keduanya. Analisis ini bertujuan selain untuk mengetahui gugus fungsi apa yang terdapat dalam komponen kitosan dan minyak kemangi juga untuk mengetahui apakah akan terbentuk gugus fungsi baru yang terbentuk setelah dua komponen tersebut dicampurkan.

Untuk kitosan diperoleh spektra inframerah sebagai berikut:





Gambar 31. Spektra Inframerah Kitosan

Dari serapan bilangan gelombang diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 6. Analisis Spektra Inframerah Kitosan

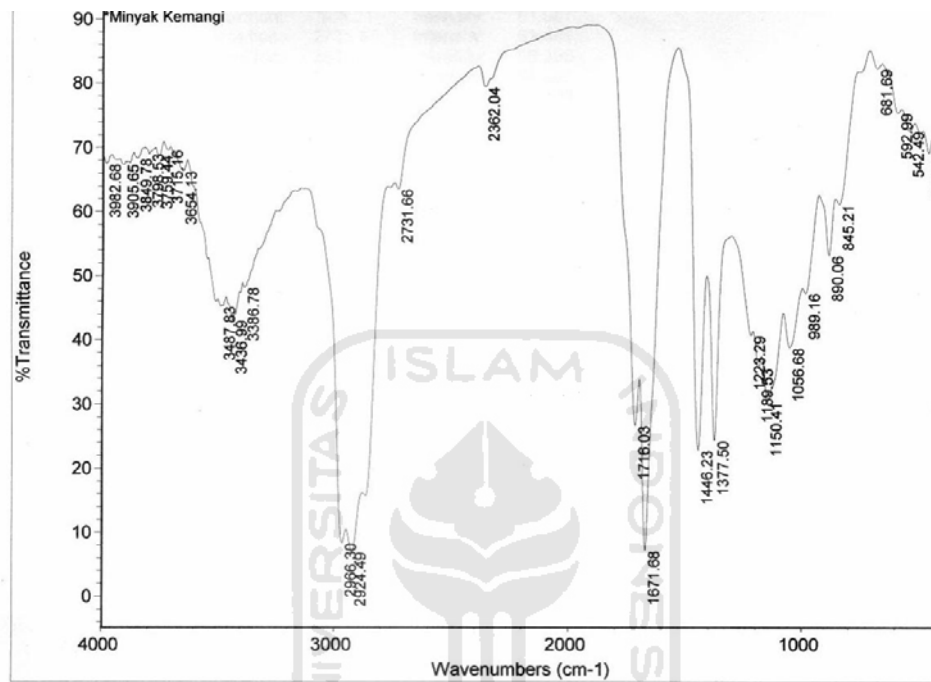
Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi
3465,46 $\text{cm}^{-1}$	Alkohol (-OH)
1639,04 $\text{cm}^{-1}$	Amida

Pada spektra inframerah menunjukkan frekuensi rentangan OH sebagai puncak yang melebar pada  $3465,46 \text{ cm}^{-1}$ . Selain itu terdapat spektrum amida pada  $1639,04 \text{ cm}^{-1}$ .

Setelah mengetahui gugus fungsi apa yang terdapat dalam kitosan menggunakan FT-IR, kita dapat mengetahui besarnya derajat deasetilasi berdasarkan rasio absorbansi ( $A_{1655}$ )amida/ $(A_{3450})$ hidroksil dan diperoleh hasil derajat deasetilasi sebesar 94%. Inilah mengapa dalam gugs fungsi kitosan masih

terdapat gugus amida, karena dalam kitosan tersebut masih terdapat kitin sebesar 6%. Kitosan dengan derajat deasetilasi  $\geq 90\%$  dibutuhkan dalam bidang biomedis.

Untuk minyak kemangi diperoleh spektra inframerah sebagai berikut:



Gambar 32. Spektra Inframerah Minyak Kemangi

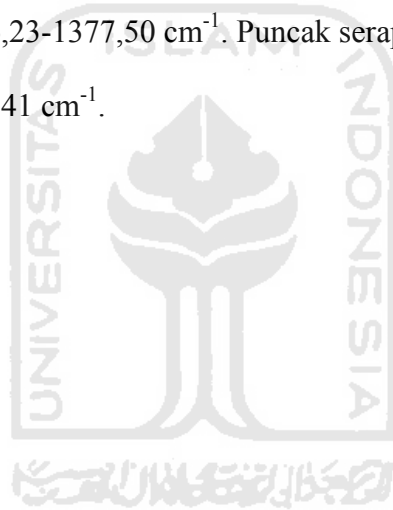
Dari serapan bilangan gelombang diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 7. Analisis Spektra Inframerah Minyak Kemangi

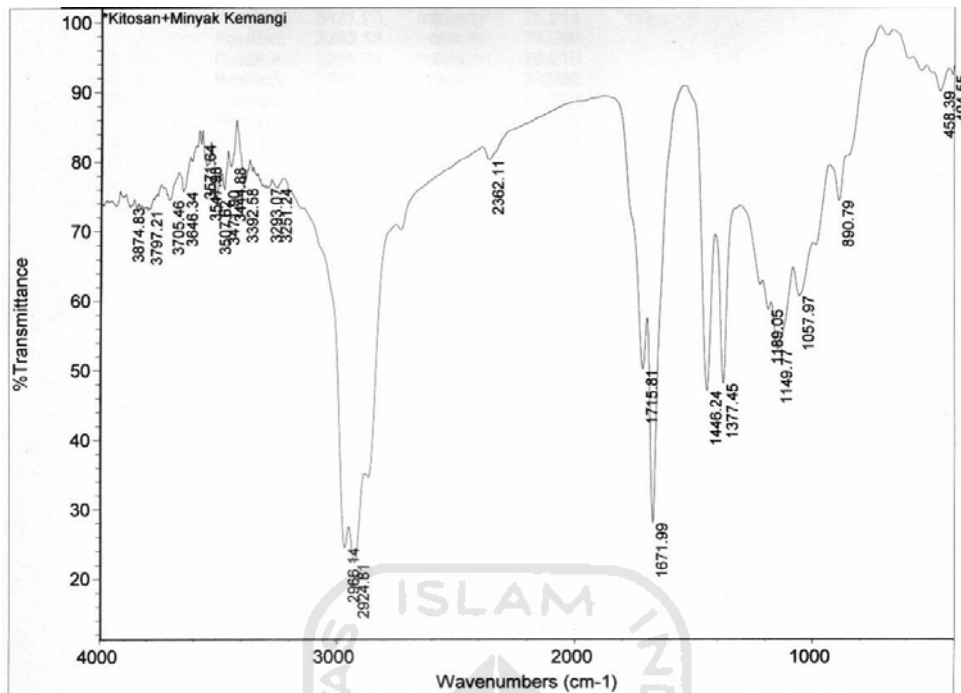
Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi
3436,99 $\text{cm}^{-1}$	Alkohol (-OH)
1671,68 $\text{cm}^{-1}$	-C=C alkena
1716,03	Karbonil (-C=O)
2731,66 dan 2924,49 $\text{cm}^{-1}$	-CH aldehid

1446,23-1377,50 cm <sup>-1</sup>	-CH bending
1150,41 cm <sup>-1</sup>	C-O

Pada spektra inframerah minyak kemangi menunjukkan frekuensi rentangan OH sebagai puncak lebar kuat pada 3436,9 cm<sup>-1</sup>. Selain itu terdapat spektrum -C=C alkena pada daerah 1671,68 cm<sup>-1</sup> dan spektrum karbonil (-C=O) pada daerah 1716,03 cm<sup>-1</sup>. Terdapat serapan khas untuk CH aldehyd yaitu pada bilangan gelombang 2731,66 dan 2924,49 cm<sup>-1</sup>. Bending CH ditunjukkan pada bilangan gelombang 1446,23-1377,50 cm<sup>-1</sup>. Puncak serapan C-O muncul pada bilangan gelombang 1150,41 cm<sup>-1</sup>.



Untuk campuran antara kitosan dan minyak kemangi diperoleh spektra inframerah sebagai berikut:



Gambar 33. Spektra Inframerah Campuran Kitosan-Minyak Kemangi

Dari serapan bilangan gelombang diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 8. Analisis Spektra Inframerah Campuran Kitosan-Minyak Kemangi

Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi
1671,99 $\text{cm}^{-1}$	-C=C alkena
1716,03 $\text{cm}^{-1}$	Karbonil (-C=O)
2924,81 $\text{cm}^{-1}$	-CH aldehid
1446,23-1377,50 $\text{cm}^{-1}$	-CH bending
1150,41 $\text{cm}^{-1}$	C-O

Pada spektra inframerah kitosan-minyak kemangi menunjukkan spektrum -C=C alkena pada daerah 1671,99  $\text{cm}^{-1}$  dan spektrum karbonil (-C=O) pada daerah 1715,81  $\text{cm}^{-1}$ . Terdapat serapan khas untuk CH aldehid yaitu pada bilangan gelombang 2924,49  $\text{cm}^{-1}$ . Bending CH ditunjukkan pada bilangan gelombang

1446,23-1377,50  $\text{cm}^{-1}$ . Puncak serapan C-O muncul pada bilangan gelombang 1149,77  $\text{cm}^{-1}$ . Jika dilihat pada campuran ini yang lebih mendominasi adalah spektra pada minyak kemangi karena gugus fungsi dari minyak kemangi lebih banyak daripada kitosan, sehingga kemungkinan terjadi interaksi kimia.

Kemungkinan interaksi kimia yang sangat jelas misalnya bergesernya serapan OH yang menandakan jika dua molekul atau lebih mengalami interaksi kimia, maka akan mengubah sifat fisik dari campuran tersebut.

### **5.3 Preparasi Larutan Kitosan**

Larutan dibuat dengan terlebih dahulu membuat larutan induk, yaitu larutan induk kitosan 8% dengan cara menimbang 8 gram kitosan dilarutkan dengan 0,1% asam asetat glasial. Karena kitosan tidak mudah larut, maka perlu dilakukan pemanasan hingga larutan berbentuk *gel* (lampiran 6).

Dari larutan induk tersebut, kemudian dibuat 5 macam konsentrasi larutan, yaitu 0,5% (b/v); 0,75% (b/v); 1,0% (b/v); 1,25% (b/v) dan 1,5% (b/v) dengan cara menimbang masing-masing 6,25 g; 9,375 g; 12,5 g; 15,25 g; dan 18,75 g larutan induk (Lampiran 1) kemudian diencerkan menggunakan labu ukur 100 mL dengan akuades sampai tanda batas.

### **5.4 Penentuan Konsentrasi Kitosan Optimal**

Pada tahap ini, penentuannya dilakukan dengan metode pengamatan visual. Setelah ditimbang sebelumnya, buah stroberi kemudian diberi lapisan

kitosan dengan 5 macam konsentrasi yang telah dibuat sebelumnya dan 1 sebagai kontrol. Setelah lapisan dirasa kering buah ditimbang lagi, diperoleh berat rata-rata lapisan tiap buahnya adalah 0,54 gram (Lampiran 2). Kemudian buah ditempatkan pada tempat yang memiliki keadaan stabil meliputi suhu (suhu ruang  $\pm 25-27^{\circ}\text{C}$ ), udara, sinar dan kelembaban. Pengamatannya yaitu pertumbuhan jamur pada buah stroberi dengan interval waktu 12 jam.

Pada pengamatan terhadap berbagai macam konsentrasi kitosan, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 9. Pengamatan Konsentrasi Kitosan Optimal

Konsentrasi	Kamis	Jum'at		Sabtu		Minggu		Senin	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Kontrol	-	-	-	√	√	√	√	√	√
0,50%	-	-	-	-	-	√	√	√	√
0,75%	-	-	-	-	-	-	√	√	√
1,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	√
1,25%	-	-	-	-	-	-	-	√	√
1,50%	-	-	-	-	-	-	-	√	√

Catatan :

P1 : 12 jam pertama

P2 : 12 jam kedua, dst.

Pada tabel 9 di atas, dapat dilihat bahwa pada kontrol yaitu buah stroberi yang tidak dilapisi dengan kitosan menunjukkan jamur tumbuh pada P5 atau pada 12 jam ke-5. Buah stroberi yang dilapisi kitosan dengan konsentrasi 0,5% (b/v); 0,75% (b/v); 1,0% (b/v); 1,25% (b/v); 1,5% masing-masing menunjukkan

pertumbuhan jamur pada P7 ( 12 jam ke-7); P8 (12 jam ke-8); P10 (12 jam ke-10); P9 (12 jam ke-9) dan P9 (12 jam ke-9). Sehingga, konsentrasi kitosan yang menunjukkan konsentrasi optimal adalah konsentrasi 1,0%.

### **5.5 Preparasi Larutan Kitosan-Minyak Kemangi**

Larutan dibuat dengan terlebih dahulu membuat larutan induk, yaitu larutan induk kitosan 5% dengan cara menimbang 5 gram kitosan dilarutkan dengan 0,1% asam asetat glasial. Karena kitosan tidak mudah larut, maka perlu dilakukan pemanasan hingga larutan berbentuk *gel*. Kemudian dibagi 5 dengan labu ukur 100 mL, inilah larutan kitosan 1%.

Kemudian ke dalam 5 labu ukur 100 mL masing-masing dimasukkan 0,05 mL, 0,1 mL, 0,15 mL, 0,2 mL dan 0,25 mL dan diencerkan dengan larutan kitosan 1% menggunakan labu ukur 100 mL sampai tanda batas.

### **5.6 Penentuan Konsentrasi Kitosan-Minyak Kemangi Optimal**

Pada tahap ini, tahapannya sama dengan penentuan konsentrasi kitosan optimal. Setelah ditimbang sebelumnya, buah stroberi kemudian diberi lapisan kitosan-minyak kemangi dengan 5 macam konsentrasi 0,05% (v/v); 0,1% (v/v); 0,15% (v/v); 0,2% (v/v) dan 0,25% (v/v) serta 1 sebagai kontrol. Setelah lapisan dirasa kering buah ditimbang lagi, diperoleh berat rata-rata lapisan tiap buahnya adalah 0,55 gram (Lampiran 2). Kemudian buah ditempatkan pada tempat yang memiliki keadaan stabil meliputi suhu (suhu ruang  $\pm 25-27$  °C), udara, sinar dan kelembaban. Pengamatannya yaitu pertumbuhan jamur pada buah stroberi dengan interval waktu 12 jam.

Berikut adalah tabel pengamatan terhadap berbagai macam konsentrasi kitosan-minyak kemangi optimal :

Tabel 10. Pengamatan Konsentrasi Kitosan-Minyak Kemangi Optimal

Konsentrasi	Senin		Selasa		Rabu		Kamis		Jumat		Sabtu		Minggu	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Control	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√	√	√
0,05%	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√
0,10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√
0,15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√
0,20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√
0,25%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√

Pada tabel 10 di atas, kontrol yang digunakan merupakan kitosan optimal dari tahap sebelumnya yang menunjukkan jamur tumbuh pada P7 atau pada 12 jam ke-7. Buah stroberi yang dilapisi kitosan dan minyak kemangi dengan konsentrasi 0,05%; 0,1%; 0,15%; 0,2% dan 0,25% masing-masing menunjukkan pertumbuhan jamur pada P9 (12 jam ke-9), P10 (12 jam ke-10), P10 (12 jam ke-10), P12 (12 jam ke-12) dan P14 (12 jam ke-14).

### 5.7 Preparasi Pembuatan Larutan Nutrisi Agar

Nutrisi yang digunakan pada uji ini adalah Sabouraud Dextrose Agar (SDA). Ditimbang sebanyak 15,6 gram (Lampiran 3) dan diletakkan dalam



erlenmeyer 500 mL. Ditambahkan  $\pm$  250 mL akuades, kemudian dipanaskan sampai mendidih. Pada saat dipanaskan, larutan harus terus diaduk agar larut sempurna. Setelah mendidih, tutup erlenmeyer dengan kapas dan *aluminium foil* dan disterilisasi bersamaan dengan semua alat gelas yang akan digunakan.

### **5.8 Uji Aktivitas Antijamur *Edible Coating* Minyak Kemangi- Kitosan**

Pada uji ini, proses sterilisasi dilakukan dengan menggunakan *autoclav* selama  $\pm$  2,5 jam hingga suhu mencapai 200 °C. Tujuannya agar semua alat yang digunakan steril terbebas dari bakteri dan jamur. Semua alat dan bahan kemudian diletakkan di dalam *blower* yang sebelumnya telah disinari dengan sinar UV, semua proses juga dilakukan di dalam *blower* tersebut. Nutrisi yang telah disterilisasi, kemudian dibagi menjadi 8 ke dalam gelas beaker 100 mL masing-masing berisi  $\pm$  30 mL, tutup dengan *aluminium foil* dan ditunggu hingga padat (menjadi agar).

Saat menunggu nutrisi padat, buah stroberi yang telah dicuci bersih dan dikeringkan, kemudian masing-masing dicelup dengan 5 macam larutan kitosan-minyak kemangi dengan konsentrasi 0,05% (v/v); 0,1% (v/v); 0,15% (v/v); 0,2% (v/v); 0,25% (v/v); 0,3% (v/v), kitosan 1%, sitral standar (sebagai standar positif) dan 1 sebagai kontrol. Kemudian dimasukkan satu persatu buah stroberi ke dalam beaker yang berisi nutrisi agar dan aluminium foil diganti dengan plastik *wrap* tujuannya untuk memudahkan dalam pengamatan dan diberi label pada masing-masing beaker. Simpan dalam inkubator dengan suhu dijaga 27 °C, karena jamur tumbuh subur pada suhu tersebut.

Pada hasil pengamatan terhadap uji aktivitas antijamur dari *edible coating* minyak kemangi-kitosan pada buah stroberi, diperoleh data sebagai berikut:

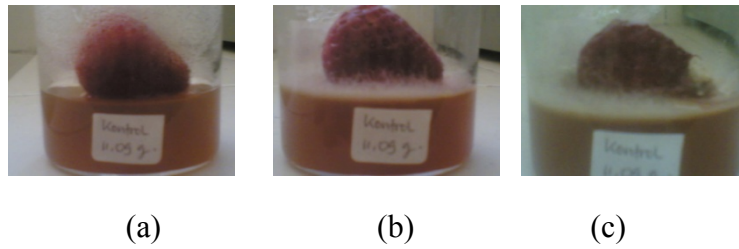
Tabel 11. Uji Aktivitas Antijamur

Jenis pelapis	Hari ke-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kontrol	-	-	√	√	√	√	√	√	√	√
kitosan 1%	-	-	-	√	√	√	√	√	√	√
m.kemangi-kitosan 0,05%	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√
m.kemangi-kitosan 0,1%	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√
m.kemangi-kitosan 0,15%	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√
m.kemangi-kitosan 0,2%	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√
m.kemangi-kitosan 0,25%	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√
Sitral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√

Dari tabel 11 menunjukkan bahwa kontrol menunjukkan jamur tumbuh pada hari ke-3, pada lapisan kitosan 1% menunjukkan bahwa jamur tumbuh pada hari ke-4, pada lapisan minyak kemangi-kitosan dengan konsentrasi 0,05%; 0,1%; 0,15%;0,2% dan 0,25% masing-masing jamur tumbuh pada hari ke-5, 6, 7, 8, 8 dan 9, sementara pada sitral sampai hari ke-10 jamur tak juga tumbuh namun buah sudah mulai layu.

Untuk mengetahui pengamatan pertumbuhan jamur dapat dilihat pada gambar berikut ini :

1. Kontrol (tanpa diberi lapisan)

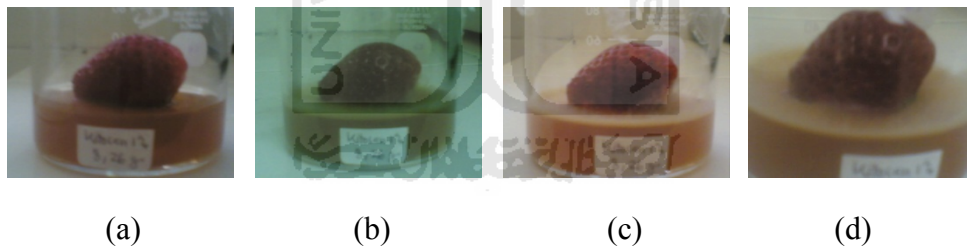


Gambar 34. Pertumbuhan jamur pada kontrol

(a). Pengamatan hari ke-1, (b). Pengamatan hari ke-2, (c) Pengamatan hari ke-3

Dari gambar tersebut menunjukkan jamur mulai tumbuh pada hari ke-2 dengan zona hambat sekitar 50% dan buah yang mulai membusuk, pada hari ke-3 memiliki zona hambat 0% dengan ditunjukkan pertumbuhan jamur yang sudah memenuhi seluruh gelas beaker dan buahnya yang busuk.

## 2. Kitosan 1%

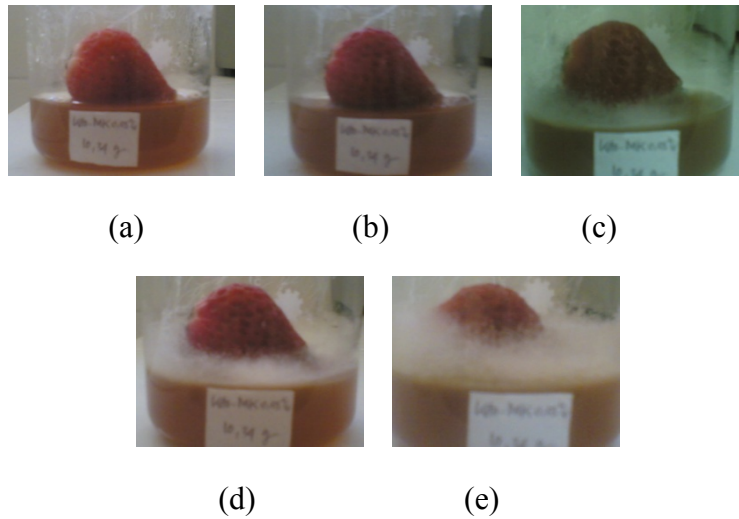


Gambar 35. Pertumbuhan jamur pada kitosan 1%

(a). Pengamatan hari ke-1, (b). Pengamatan hari ke-2, (c). Pengamatan hari ke-3,  
(d). Pengamatan hari ke-4

Dari gambar di atas menunjukkan jamur mulai tumbuh pada hari ke-2 dengan mulai tumbuhnya miselium putih, pada hari ke-2 dan 3 nutrisi sudah mulai keruh namun jamur belum tumbuh.

## 3. Minyak Kemangi-Kitosan 0,05%

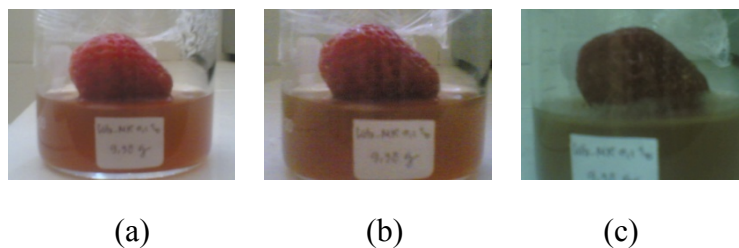


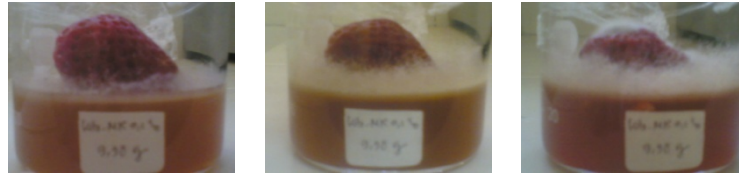
Gambar 36. Pertumbuhan jamur pada minyak kemangi-kitosan 0,05%

- (a). Pengamatan hari ke-1, (b). Pengamatan hari ke-2, (c). Pengamatan hari ke-3  
 (d). Pengamatan hari ke-4, (e). Pengamatan hari ke-5

Dari gambar di atas menunjukkan jamur mulai tumbuh tumbuh pada hari ke-3 dengan zona hambat sekitar 75%, pada hari ke-4 jamur tumbuh dengan zona hambat sekitar 25% dan pada hari ke-5 jamur tumbuh dengan zona hambat 0% dimana jamur telah memenuhi seluruh gelas beaker dan buah membusuk dengan noda coklat di buah dan disekelilingnya dipenuhi miselium putih.

#### 4. Minyak Kemangi-Kitosan 0,1%





(d)

(e)

(f)

Gambar 37. Pertumbuhan jamur pada minyak kemangi-kitosan 0,1%

(a). Pengamatan hari ke-1, (b). Pengamatan hari ke-2, (c). Pengamatan hari ke-3

(d). Pengamatan hari ke-4, (e). Pengamatan hari ke-5, (f). Pengamatan hari ke-6

Dari gambar di atas menunjukkan jamur mulai tumbuh pada hari ke-4 dengan zona hambat sekitar 75%, pada hari ke-5 jamur tumbuh dengan zona hambat sekitar 25% dan pada hari ke-6 jamur tumbuh dengan zona hambat 0% dimana jamur telah memenuhi seluruh gelas beaker dan buah membusuk dengan noda coklat di buah dan disekelilingnya dipenuhi miselium putih.

#### 5. Minyak Kemangi-Kitosan 0,15%

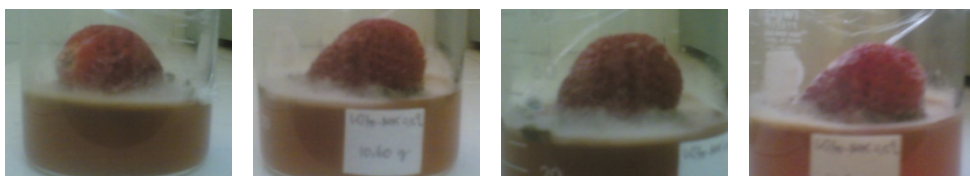


(a)

(b)

(c)

(d)



(e)

(f)

(g)

(h)

Gambar 38. Pertumbuhan jamur pada minyak kemangi-kitosan 0,15%

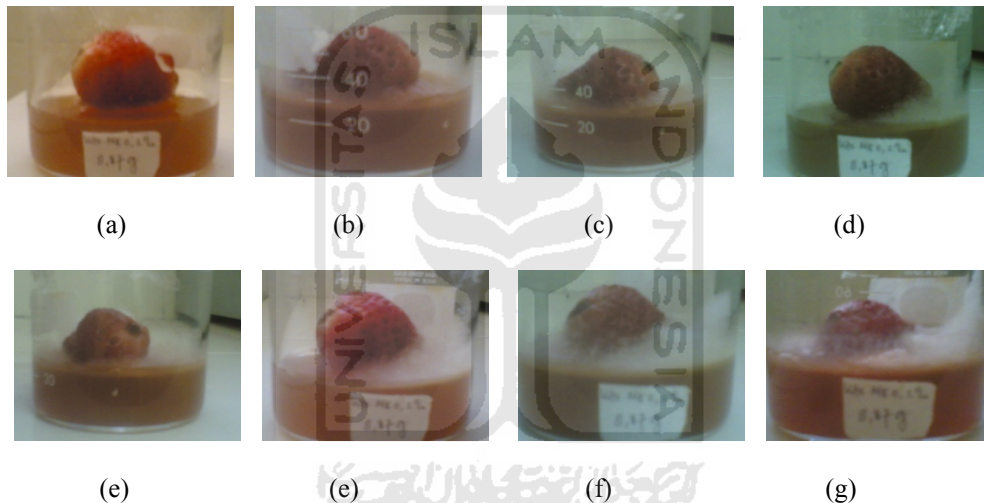
(a). Pengamatan hari ke-1, (b). Pengamatan hari ke-2, (c). Pengamatan hari ke-3

(d). Pengamatan hari ke-4, (e). Pengamatan hari ke-5, (f). Pengamatan hari ke-6

(g). Pengamatan hari ke-7, (h). Pengamatan hari ke-8

Dari gambar di atas menunjukkan jamur mulai tumbuh pada hari ke-6 dengan zona hambat sekitar 75%, pada hari ke-7 jamur tumbuh dengan zona hambat sekitar 25% dan pada hari ke-8 jamur tumbuh dengan zona hambat 0% dimana jamur telah memenuhi seluruh gelas beaker dan buah membusuk dengan noda coklat di buah dan disekelilingnya dipenuhi miselium putih.

#### 6. Minyak Kemangi-Kitosan 0,2%



Gambar 39. Pertumbuhan jamur pada minyak kemangi-kitosan 0,2%

(a). Pengamatan hari ke-1, (b). Pengamatan hari ke-2, (c). Pengamatan hari ke-3

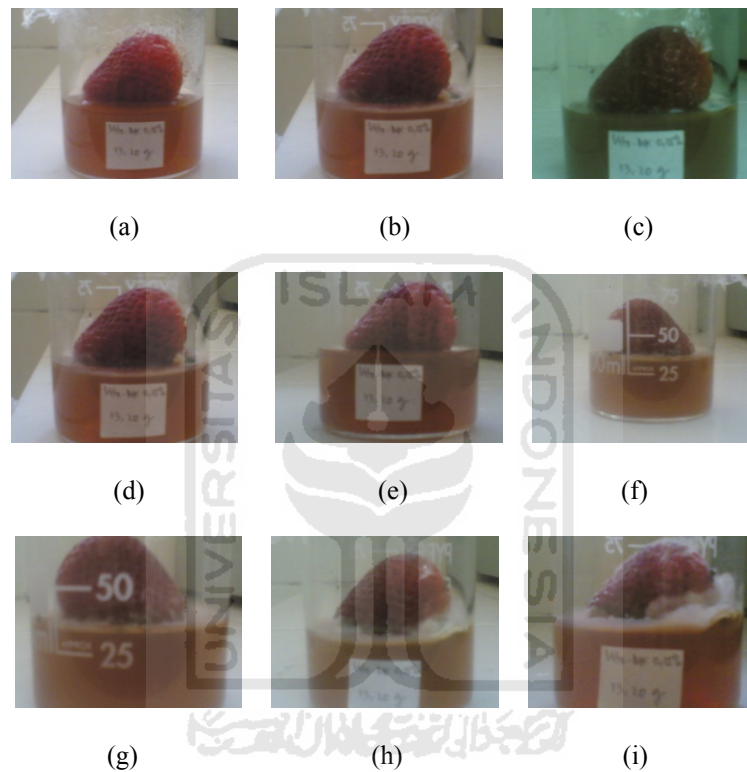
(d). Pengamatan hari ke-4, (e). Pengamatan hari ke-5, (f). Pengamatan hari ke-6

(g). Pengamatan hari ke-7, (h). Pengamatan hari ke-8

Dari gambar di atas menunjukkan jamur mulai tumbuh pada hari ke-4 dengan zona hambat sekitar 90%, pada hari ke-5 jamur tumbuh dengan zona hambat sekitar 75%, pada hari ke-6 jamur tumbuh dengan zona hambat 50%, pada hari ke-7 jamur tumbuh dengan zona hambat 25% dan pada hari ke-8 jamur

tumbuh dengan zona hambat 0% dimana jamur telah memenuhi seluruh gelas beaker dan buah membusuk dengan noda cokelat di buah dan disekelilingnya dipenuhi miselium putih.

#### 8. Minyak Kemangi-Kitosan 0,25%



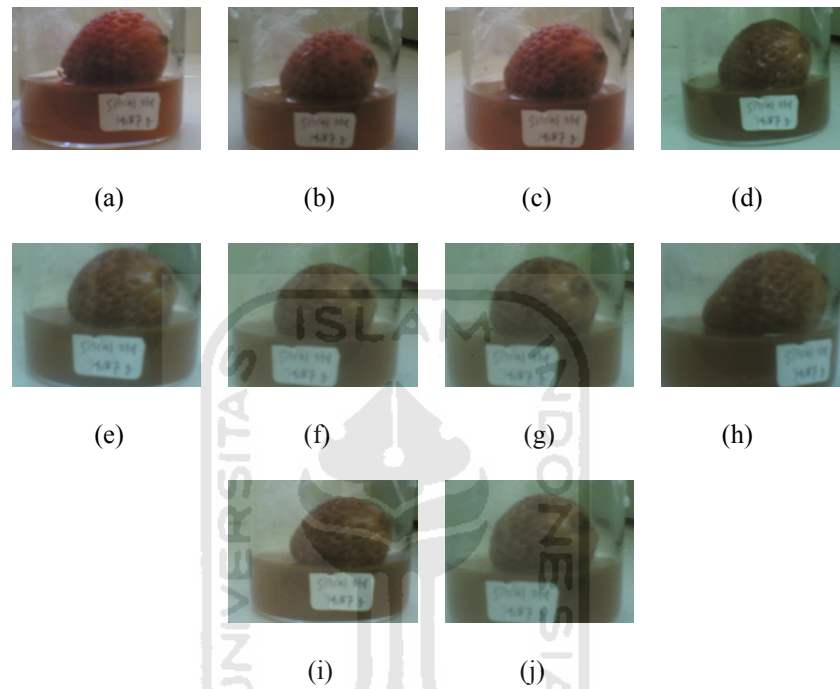
Gambar 40. Pertumbuhan jamur pada minyak kemangi-kitosan 0,25%

- (a). Pengamatan hari ke-1, (b). Pengamatan hari ke-2, (c). Pengamatan hari ke-3  
(d). Pengamatan hari ke-4, (e). Pengamatan hari ke-5, (f). Pengamatan hari ke-6  
(g). Pengamatan hari ke-7, (h). Pengamatan hari ke-8, (i). Pengamatan hari ke-9

Dari gambar di atas menunjukkan jamur mulai tumbuh pada hari ke-2 dengan zona hambat sekitar 90%, pada hari ke-8 jamur tumbuh dengan zona hambat sekitar 75%, pada hari ke-9 jamur tumbuh dengan zona hambat 50%

dimana jamur telah memenuhi sebagian gelas beaker dan buah membusuk dengan noda coklat di buah dan disekelilingnya dipenuhi miselium putih.

#### 9. Sitral (sebagai standar)



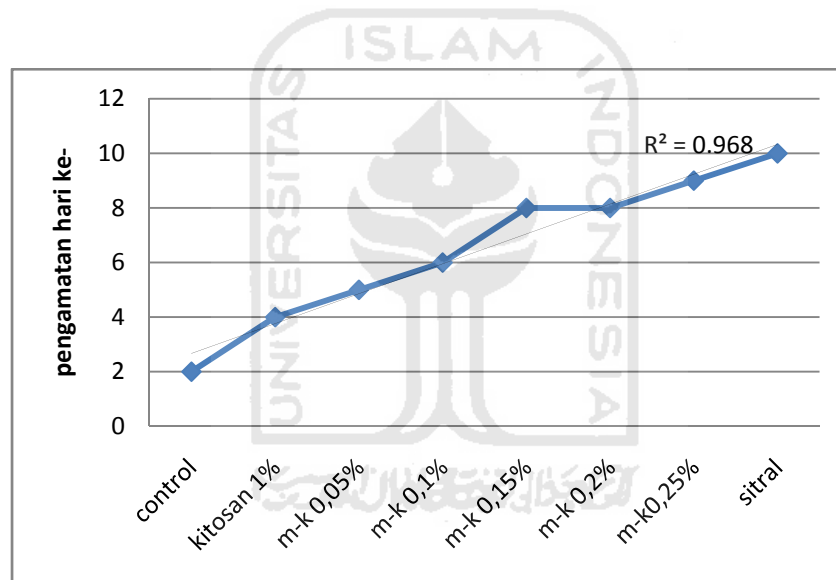
Gambar 41. Pertumbuhan jamur pada sitral (standar)

- (a). Pengamatan hari ke-1, (b). Pengamatan hari ke-2, (c). Pengamatan hari ke-3
- (d). Pengamatan hari ke-4, (e). Pengamatan hari ke-5, (f). Pengamatan hari ke-6
- (g). Pengamatan hari ke-7, (h). Pengamatan hari ke-8, (i). Pengamatan hari ke-9
- (j). Pengamatan hari ke-10

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa sampai pada hari ke-10 jamur belum juga tumbuh namun pengaruh dilapisi oleh sitral murni yang dalam hal ini digunakan sebagai standar adalah buahnya yang cepat layu. Dari sini dapat diketahui bahwa penambahan minyak kemangi mempunyai daya antijamur yang lebih baik daripada yang hanya menggunakan kitosan.



Pada data tersebut di atas seiring dengan bertambahnya konsentrasi lapisan minyak kemangi-kitosan, maka kemampuan jamur untuk tumbuh akan membutuhkan waktu yang semakin lama. Untuk mengetahui pengaruh lapisan terhadap pertumbuhan jamur pada buah stroberi, maka dilakukan uji regresi. Pada uji tersebut apabila nilai regresi semakin mendekati linear maka pertumbuhan jamur pada buah stroberi dipengaruhi oleh konsentrasi lapisan minyak kemangi-kitosan. Berikut adalah grafik konsentrasi lapisan terhadap lamanya jamur tumbuh:



Gambar 42. Konsentrasi lapisan terhadap lamanya jamur tumbuh

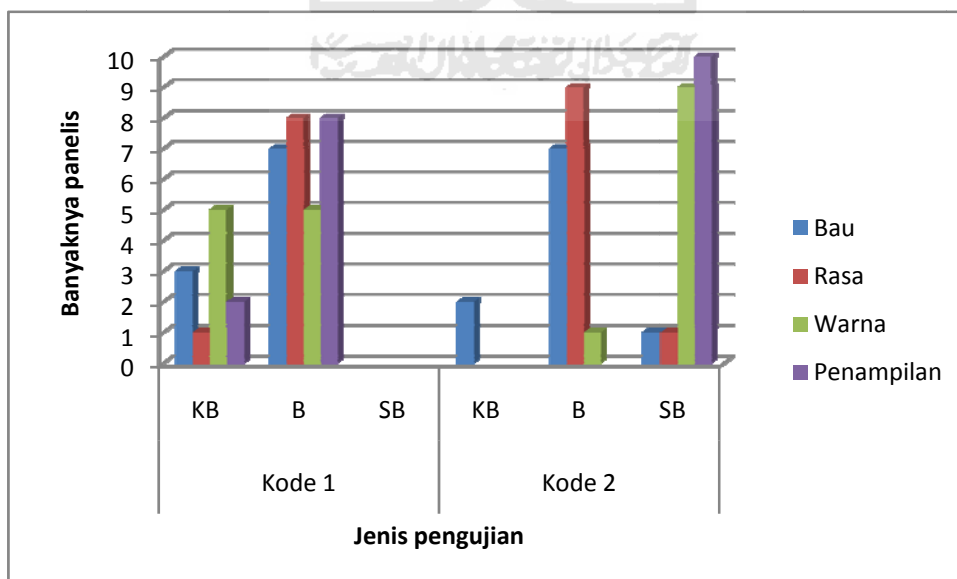
Dari grafik konsentrasi lapisan terhadap lamanya jamur tumbuh diperoleh nilai regresi sebesar 0,968. Maka aktivitas antijamur dari minyak kemangi-kitosan pada buah stroberi dipengaruhi secara linear oleh konsentrasi dari *edible coating* tersebut. Artinya, lamanya jamur tumbuh akan semakin lama sehingga menjadi efektif dengan memperbesar konsentrasi *edible coating* minyak kemangi-kitosan. Menurut Schegel (1994), kemampuan suatu bahan antimikroba dalam

meniadakan kemampuan hidup mikroorganisme tergantung pada konsentrasi bahan antimikroba tersebut. Sehingga, *edible coating* kitosan-minyak kemangi terbukti dapat memperpanjang umur penyimpanan buah stroberi.

### 5.9 Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan bantuan 10 panelis yang berasal dari mahasiswa Kimia FMIPA UII. Uji yang dilakukan meliputi bau, rasa yang ditinggalkan (*after taste*), warna, dan penampilan dari *edible coating* kitosan-minyak kemangi pada buah stroberi. Lembar uji organoleptik ditampilkan pada Lampiran 4.

Hasil dari uji organoleptik *edible coating* kitosan-minyak kemangi pada buah stroberi ditampilkan pada grafik jenis pengujian terhadap banyaknya panelis yang menyukai berikut ini:



Keterangan : KB (Kurang Bagus), B (Bagus), dan SB (Sangat Bagus)

Gambar 43. Uji Organoleptik *Edible Coating*

Dari grafik di atas, kode 1 merupakan stroberi yang tidak dilapisi *edible coating* dan kode 2 adalah stroberi yang dilapisi dengan *edible coating* kitosan-minyak kemangi. Dan tingkat penilaian dimulai dari KB (Kurang Bagus), B (Bagus), dan BS (Bagus Sekali). Tingkat kesukaan panelis nampak jelas bahwa mereka lebih suka stroberi dengan kode 2.

Bau yang ditimbulkan dari *edible coating* ini awalnya berbau lemon yang berasal dari minyak kemangi, namun kelamaan aromanya mulai samar. Dari bau atau aroma, panelis memberikan penilaian kode 1 dengan 3 orang memilih KB dan 7 orang memilih B sementara untuk kode 2 panelis memberikan penilaian 2 orang memilih KB, 7 orang memilih B dan 1 orang memilih SB.

Rasa yang ditimbulkan dari *edible coating* ini tidak mengubah rasa dari stroberi itu sendiri. Dari pengujian rasa, panelis memberikan penilaian kode 1 dengan 1 orang memilih KB dan 9 orang memilih B sementara untuk kode 2 panelis memberikan penilaian 9 orang memilih B dan 1 orang memilih SB.

Warna yang ditimbulkan dari *edible coating ini* menunjukkan warna yang lebih menarik daripada yang tidak dilapisi. Warna buah stroberi keliatan lebih merah dan lebih mengkilap. Dari pengujian warna, panelis memberikan penilaian kode 1 dengan 5 orang memilih KB dan 5 orang memilih B sementara untuk kode 2 panelis memberikan penilaian 1 orang memilih B dan 9 orang memilih SB.

Penampilan secara keseluruhan kode 2 lebih menarik dibandingkan dengan kode 1. Dari uji penampilan, panelis memberikan penilaian kode 1 dengan

2 orang memilih KB dan 8 orang memilih B sementara untuk kode 2 panelis memberikan penilaian 10 orang memilih SB.

Sehingga, dari keseluruhan panelis lebih menyukai buah stroberi yang dilapisi dengan *edible coating* kitosan-minyak kemangi.



## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat ditulis kesimpulan sebagai berikut:

1. Senyawa utama yang terkandung dalam minyak kemangi yang kemungkinan besar berperan sebagai antijamur pada *edible coating* buah stroberi adalah *Sitral* baik *cis-Sitral* maupun *trans-Sitral*.
2. Konsentrasi daya antijamur optimal kitosan dengan minyak kemangi pada *edible coating* buah stroberi yaitu konsentrasi 0,25% (v/v).
3. *Edible coating* kitosan dengan minyak kemangi terbukti dapat memperpanjang umur penyimpanan buah stroberi.

#### 6.2 Saran

1. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dicoba untuk buah selain stroberi, namun untuk buah-buah tropis Indonesia.
2. Diperlukan pula uji antijamur yang lebih diperluas parameteranya dan menggunakan jamur yang menyebabkan penyakit pada buah stroberi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001, *Spektra Massa (MS)*, Kimia Instrumen, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Anonim, 2005. *Budidaya Pertanian Stroberi*.  
<http://iptek.apjii.or.id/budidaya%20pertanian/BUAH/Stroberi.html>  
Diakses tanggal 22 September 2010.
- Anonim, 2006, *Warta Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, Vol. 28, No. 5, Balitro, Bogor.
- Anonim, 2007a. *Stroberi*. <http://id.wikipedia.org/wiki/Stroberi>  
Diakses tanggal 22 September 2010.
- Anonim, 2007b. *Sweet Wine Botrytris*.  
<http://www.thewinedoctor.com/author/sweetnoble.shtml>  
Diakses tanggal 22 September 2010.
- Anonim, 2007c. *Botrytis cinerea*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Botrytis\\_cinerea](http://en.wikipedia.org/wiki/Botrytis_cinerea).  
Diakses tanggal 22 September 2010.
- Anonim, 2010. *12 Makanan Paling Terkontaminasi Pestisida Dan Bahan Kimia*.  
<http://health.kompas.com/read/2010/04/05/1346270/12.Makanan.Paling.Terkontaminasi>  
Diakses tanggal 17 April 2011.
- Anonim, 2011a. *Buah Stroberi Sangat Populer Di Dunia*  
<http://www.scribd.com/doc/37147660/Buah-Stroberi-Sangat-Populer-Di-Dunia>  
Diakses tanggal 12 Juni 2011.
- Arreneuz, S., 1996, *Isolasi Khitin dan Transformasinya menjadi Khitosan dari Limbah Kepiting Bakau (Seylla Serrata)*, Skripsi, Universitas Jendral Ahmad Yani, Bandung.
- Attarian, A.C.L. dan Kechician, V., 2006, *Effect of Antimicrobial Edible Additives on Cassava Starch Biobased Films Characterization*, Food Engineering Laboratory, Brazil: Chemical Engineering Department.
- Chalchat, J.C. and Ozcan, M.M., 2008, *Comparative Essential Oil Composition of Flowers, Leaves and Stem of basil (Ocimum basilicum L.) Used as Herb*, *Food Chemistry*, Vol. 110, No. 2, pp. 501-503.
- Damayanti, S., 2003, *Berbagai Khasiat Daun Kemangi*, Pikiran Rakyat, 19 Januari 2003.

- Dewi, D.P., 2008, *Pemisahan Minyak Atsiri Daun Kemangi (Ocimum Basilicum) Secara Kromatografi Lapis Tipis dan Aktivitasnya Terhadap Malassezia furfur In Vitro*, Karya Tulis Ilmiah, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Dharmayanti, S., 2007, *Berbagai Khasiat Daun Kemangi*.  
<http://www.bintanglaut.wordpress.com/2007/09/28/Berbagai-khasiat-daun-kemangi>  
Diakses tanggal 15 Mei 2011.
- Fahmi, R., 1997, *Isolasi dan Transformasi Khitin Menjadi Khitosan*, Jurnal Kimia Andalas. 3(1): 61-68.
- Ferrer, J., G. Paez, Z. Marmol, E. Ramons, H., Garcia and C.F. Forster, 1996, *Acid Hydrolysis of Shrimp Shell Wastes and The Production of Single Chell Protein from The Hydrolysate*, Journal Bioresour Technology. 57(1): 55-60.
- Fitri, N. dan Firdaus, F., 2009, *Peningkatan Keawetan Dan Keamanan Buah Tropika Pasca Panen Skala Pilot Project : Protective Film Dari Komposit Hibrid Pati Tropis-CMC-Khitosan-Aloe Vera-Buah Ciplukan*, Penelitian, FMIPA UII, Jogjakarta.
- Gandjar, I., R.A. Samson, K.V.T., Vermeulen, A. Oetari dan I. Santoso, 1999, *Pengenalan Kapang Tropik Umum*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta, Hal.38, 106.
- Guenther, E., 1950, *The Essential Oils: Individual Essential Oils of The Plant Families*, Vol.IV, Van Nestard Company Inc., New York.
- Gunawan, L.W., 2003, *Stroberi*, Penebar Swadaya, Jakarta. Hal. 53-59.
- Hadipoentyanti, E. dan Supriadi, 2000, *Potensi Ocimum sebagai Sumber Bahan Baku Obat*, Buletin Kehutanan dan Perkebunan, Vol. I, No. 1, hal. 11-19, Bogor.
- Hadipoentyanti, E., dan Wahyuni, S., 2008, *Keragaman Selasih (Ocimum Spp.) Berdasarkan Karakter Morfologi, Produksi dan Mutu Herba*, Jurnal Littri 14 (4), Hal.141-148.
- Harris, Daniel, 1994, *Quantitative Chemical Analysis*, 5<sup>th</sup> edition, W.H. Freeman&Co., USA
- Istiqomah, N., 2004, *Isolasi Minyak Atsiri Daun Selasih (ocimum basilicum "lime" dan ocimum basilicum "canum sims") Serta Analisis Komponen Penyusunnya Dengan Kromatografi Gas-Spektrometri Massa Dan Spektrofotometri Inframerah*, Skripsi, FMIPA Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

- Kardinan, A., 2003, *Selasih Tanaman Keramat Multimedia*, cetakan pertama, Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Kardinan, A., 2005, *Tanaman Penghasil Minyak Atsiri Komoditas Wangi Penuh Potensi*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Kardinan, A., 2007, *Potensi Selasih Sebagai Repellent Terhadap Nyamuk Aedes aegypti*. Jurnal Littri 13(2) ISSN 0853-8212.
- Khopkar, S.M., 2003, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI Press, Jakarta.
- Knobloch, K., et al., 1989, *Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oil* Research I:119-128.
- Krochta, J.M., Baldwin E.A., Nispero-Carricdo, M.O., 1994, *Edible Coatings And Films to Improve Food Quality*, 1<sup>st</sup> ed Technomic Publishing Co. Lancaster, P.A.
- Krochta, J.M., Mulder-Johnson CDe, 1997, *Edible and Biodegradable Polymer Films*, Challenges and Opportunities Journal Food Technol. 51(2):61-74.
- Lopez, M.D., et al., 2008, *Toxic compound in Essential Oils of Coriander, Caraway and Basil Active Against Stored Rice Pest*, Journal of Stored Product Research (in-press)6p.
- Maryati, Fauzia R.S., Rahayu, T., 2007, *Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Kemangi (Ocimum Basilicum L.) Terhadap Staphylococcus aureus dan Escherichia coli*, Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi, Vol.8, No.1, 2007: 30-38.
- McHugh, T.H. and Senesi E., 2000, *Apple Wraps: A Novel Method To Improve The Quality And Extend The Shelf Life Of Fresh-Cut Apples*, Journal Of Food Science. 65(3):480-485.
- Mulja, M., dan Suharman, 1995, *Analisis Instrumental*, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Nishijima, W., 1993, *Rhizopus stolonifer*.  
[http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/r\\_stolo.htm](http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/r_stolo.htm)  
Diakses tanggal 28 Maret 2011.
- Novizan, 2002, *Petunjuk Pemupukan Yang Efektif*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Okawa, Y., Kobayashi, M., Suzuki, S. and Suzuki M., 2003, *Comparative Study of Protective Effects of Chitin, Chitosan and N-Acetyl Chitohexaose against Pseudomonas aeruginosa and Listeria monocytogeneses Infections in Mice*, Biol. Pharm. Bull. Vol. 26 No. 6P. 902-904
- Outtara, B., Simard, R.E., Pietee, G., Begin, A., Holley, R.A., 2000, *Inhibition Of Surface Spoilage Bacteria In Processed Meats By Application Of*



*Antimicrobial Films Prepared With Chitosan*, International Journal Of Food Microbiology. 62:139-148.

Park, 2002, *Morphological Diversity of Marine Microorganisms On Different Isolation Media*, Korea: Microbiology Laboratory Korea Ocean Research And Development Institute.

Pitojo, 1996, *Kemangi Dan Selasih*, Trubus Agriwidya, Ungaran.

Plantus, 2007, *Kemangi Versus Selasih*, Pikiran Rakyat, 26 Januari 2006.

Politeo, O., Jukic, M. and Milos, M., 2007, *Chemical Composition and Antioxidant Capacity of Free Volatile Aglycones from Basil (*Ocimum basilicum* L.)*, Food Chemistry, Vol. 101, No. 1, pp. 379-385.

Prasetyo, K.W., 2004, *Pemanfaatan Limbah Cangkang Udang Sebagai Bahan Pengawet Kayu Ramah Lingkungan*, S. Hut. UPT Balitbang Biomaterial LIPI Cibinong, Bogor.

Qodriyah, R., 1989, *Isolasi dan Identifikasi Komponen Utama Minyak Daun Jeruk Purut (*Citrus Hystrix* D.C.)*, Skripsi, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Rubiyanto, D. dan Istiqomah, N., 2006, *Profil Kromatografi dan Spektra Infra Merah dari Minyak Daun Selasih Tipe *Ocimum basilicum* "Lime" dan *Ocimum basilicum* "Canum Sims"*, Jurnal EKSAKTA, Jogjakarta.

Rubiyanto, D., 2008, *The Essential Oil Of "Daun Kemangi" (*Ocimum Citriodorum* Sp.) and Preliminary Study Of Its Impact On The Grasshopper Feeding*, Malaysian International Conference on Essential Oils, Flavor and Fragrance Materials V (MICEOFF 5), 28-30 Oktober 2008, Institut Kimia Malaysia, Malaysia.

Rubiyanto, D., 2009a, *Isolasi dan Analisis Komponen Utama Minyak Atsiri Daun Kemangi (*Ocimum citriodorum*) serta Pengujian Bioaktivitasnya terhadap Belalang*, Jurnal LOGIKA, ISSN 1410-2315, Vol. 6, No. 2, Jogjakarta.

Rubiyanto, D., 2009b, *Chemical Composition Changes During Storage Of Lemon Basil Essential Oil (*Ocimum Citriodorum* Sp.)*, Prosiding International Seminar on Essential Oils (ISEO) 2009, 26-28 Oktober 2009, IPB, Bogor.

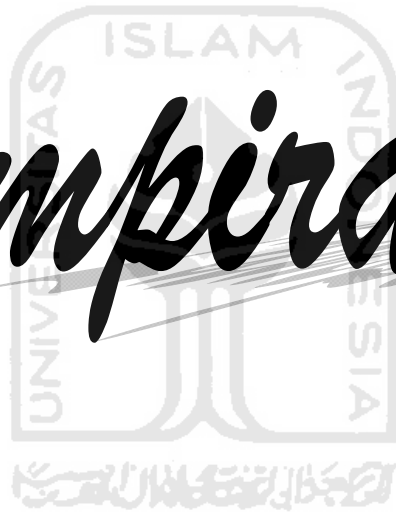
Samosir, J., 2007, *Inventarisasi Jamur Penyebab Penyakit Pada Tanaman Stroberi Di Kecamatan Berastagi*, Penelitian, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Saptarini, Hana N.S.H., 2008, *Aplikasi Kitosan Dengan Penambahan Ekstrak Bawang Putih Sebagai Pengawet Dan Edible Coating Bakso Sapi*, Tesis, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sastrohamidjojo, H., 1985, *Kromatografi*, Liberty, Yogyakarta.

- Sastrohamidjojo, H., 2001, *Spektroskopi*, Edisi Kedua, Liberty, Yogyakarta.
- Sastrohamidjojo, H., 2004, *Kimia Minyak Atsiri*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sastroutomo, S.S., 1992, *Dasar-Dasar Dan Dampak Penggunaan Pestisida*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Schegel, G.H., 1994, *Mikrobiologi Umum*, edisi ke-enam (terjemahan Prof. Dr. R.M Tedjo Baskoro), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Semangun, H., 1996, *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, Hal.245-249, 264-265.
- Spark, N.R. dan Di Illio, C.C., 1976, *Mechanical Refrigeration*, second edition. McGraw-Hill Book Company, Tokyo.
- Thaweboon, S., dan Boonyanit Thaweboon, 2009, *In Vitro Antimicrobial Activity of Ocimum americanum L. Essential Oil Against Oral Microorganisms*, Southeast Asian J Trop Med Public Health Vol 40 No 5.
- Villaloboz, M.J., *et al.*, 2003, *Chemical Variation in an ocimum basilicum germplasm collection and activity of the essential oils on Callosobruchus maculatu*, Biochemical Systematics and Ecology, 31:673-679.
- Viña, A. and Murillo, E., 2003, *Essential Oil Composition from Twelve Varieties of Basil (Ocimum spp) Grown in Colombia*, J. Braz. Chem. Soc., Vol. 14, No. 5, pp. 744-749.

# Lampiran



**Lampiran 1. Penentuan Konsentrasi Kitosan Optimal**

✓ **Pelarut Kitosan:**

0,1 mL asam asetat glasial diencerkan dengan labu ukur 100 mL sampai tanda batas.

✓ **Larutan Kitosan:**

Dibuat larutan induk 8% (b/v):

8 gram kitosan diencerkan dengan 100 mL asam asetat glasial 0,1%.

✓ **Variasi Larutan Kitosan:**

✓ Konsentrasi 0,5% (b/v)

$$\frac{0,5 \times 100}{8} = 6,25 \text{ gram}$$

6,25 gram kitosan dilarutkan dengan 100 mL akuades sampai tanda batas.

✓ Konsentrasi 0,75% (b/v)

$$\frac{0,75 \times 100}{8} = 9,375 \text{ gram}$$

9,375 gram kitosan dilarutkan dengan 100 mL akuades sampai tanda batas.

✓ Konsentrasi 1,0% (b/v)

$$\frac{1,00 \times 100}{8} = 12,5 \text{ gram}$$

12,5 gram kitosan dilarutkan dengan 100 mL akuades sampai tanda batas.

✓ Konsentrasi 1,25% (b/v)

$$\frac{1,25 \times 100}{8} = 15,625 \text{ gram}$$

15,625 gram kitosan dilarutkan dengan 100 mL akuades sampai tanda batas.

- ✓ Konsentrasi 1,5% (b/v)

$$\frac{1,50 \times 100}{8} = 18,75 \text{ gram}$$

18,75 gram kitosan dilarutkan dengan 100 mL akuades sampai tanda batas.

### **Penentuan Konsentrasi Kitosan-Minyak Kemangi Optimal**

- ✓ **Pelarut :**

Menggunakan pelarut kitosan optimal yaitu kitosan 1%

- ✓ **Variasi Larutan Kitosan:**

- ✓ Konsentrasi 0,05% (v/v)

0,05 mL minyak kemangi dilarutkan dengan 100 mL kitosan 1% sampai tanda batas.

- ✓ Konsentrasi 0,1% (v/v)

0,1 mL minyak kemangi dilarutkan dengan 100 mL kitosan 1% sampai tanda batas.

- ✓ Konsentrasi 0,15% (v/v)

0,15 mL minyak kemangi dilarutkan dengan 100 mL kitosan 1% sampai tanda batas.

- ✓ Konsentrasi 0,2% (v/v)

0,2 mL minyak kemangi dilarutkan dengan 100 mL kitosan 1% sampai tanda batas.

- ✓ Konsentrasi 0,25% (v/v)

0,25 mL minyak kemangi dilarutkan dengan 100 mL kitosan 1% sampai tanda batas.



## Lampiran 2. Data Berat Lapisan Kitosan

### ✓ Data berat lapisan kitosan

- Konsentrasi 0,5 % :

Sebelum : 9,82 ; 9,55 ; 10,24 ; 7,97 ; 10,13 gram

Sesudah : 10,24 ; 9,98 ; 10,68 ; 8,43 ; 10,52 gram

**Rata-rata lapisan : 0,428 gram**

- Konsentrasi 0,75 % :

Sebelum : 7,30 ; 8,94 ; 13,46 ; 8,60 ; 8,64 gram

Sesudah : 7,81 ; 9,44 ; 14,00 ; 9,05 ; 9,12 gram

**Rata-rata lapisan : 0,496 gram**

- Konsentrasi 1,00 % :

Sebelum : 8,62 ; 9,27 ; 11,87 ; 9,43 ; 9,21 gram

Sesudah : 9,19 ; 9,85 ; 12,44 ; 10,01 ; 9,79 gram

**Rata-rata lapisan : 0,576 gram**

- Konsentrasi 1,25 % :

Sebelum : 9,81 ; 9,11 ; 11,76 ; 12,49 ; 11,64 gram

Sesudah : 10,39 ; 9,70 ; 12,36 ; 13,07 ; 12,24 gram

**Rata-rata lapisan : 0,59 gram**

- Konsentrasi 1,5 % :

Sebelum : 9,13 ; 8,27 ; 10,54 ; 9,49 ; 9,13 gram

Sesudah : 9,75 ; 8,90 ; 11,16 ; 10,09 ; 9,78 gram

**Rata-rata lapisan : 0,624 gram**

✓ **Data berat lapisan kitosan-minyak kemangi**

- Konsentrasi 0,5 % (b/v)

Sebelum : 12,08 ; 13,86 ; 11,65 ; 9,82 ; 13,12 gram

Sesudah : 12,53 ; 14,34 ; 12,08 ; 10,24 ; 13,58 gram

**Rata-rata lapisan : 0,448 gram**

- Konsentrasi 1,0 % (b/v)

Sebelum : 11,31 ; 13,00 ; 13,29 ; 9,88 ; 11,47 gram

Sesudah : 11,82 ; 13,48 ; 13,83 ; 10,35 ; 11,97 gram

**Rata-rata lapisan : 0,50 gram**

- Konsentrasi 1,5 % (b/v)

Sebelum : 9,56 ; 12,27 ; 13,41 ; 11,45 ; 10,65 gram

Sesudah : 10,14 ; 12,87 ; 13,90 ; 12,01 ; 11,22 gram

**Rata-rata lapisan : 0,56 gram**

- Konsentrasi 2,0 %

Sebelum : 11,51 ; 12,64 ; 11,31 ; 11,24 ; 12,42 gram

Sesudah : 12,11 ; 13,23 ; 11,93 ; 11,85 ; 13,04 gram

**Rata-rata lapisan : 0,608 gram**

- Konsentrasi 2,5 %

Sebelum : 12,66 ; 12,21 ; 11,25 ; 11,16 ; 10,95 gram

Sesudah : 13,31 ; 12,83 ; 11,89 ; 11,82 ; 11,59 gram

**Rata-rata lapisan : 0,642 gram**

### Lampiran 3. Pembuatan Nutrisi Agar

Sabouraud Dextrose Agar (SDA) dalam aturannya sebanyak 65 gram dilarutkan dalam 1000 mL akuades, sehingga untuk membuat 30 mL:

$$\checkmark \frac{30}{1000} \times 65 \text{ g} = 1,95 \text{ gram}$$

$$\checkmark 1,95 \text{ g} \times 8 = 15,6 \text{ gram}$$

15,6 gram SDA dimasukkan dalam erlenmeyer 500 mL dan ditambah ± 250 mL akuades. Setelah disterilisasi kemudian dibagi menjadi 8 (dalam gelas beaker 100 mL) dan masing-masing berisi ± 30 mL.



**Lampiran 4. Gambar larutan**



Gambar Larutan Induk Kitosan 8%



Gambar Variasi Larutan Kitosan



Gambar Larutan Kitosan 1%



Gambar Minyak Kemangi



Gambar Variasi Larutan Kitosan-Minyak Kemangi

**Lampiran 5. Hasil Uji Organoleptik**



## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN DAN MINYAK DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)

Nama Panelis : Asep Syaefun Nazmi

No. HP : 085 295900158

Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (cek list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau	✓				✓	
Rasa		✓			✓	
Warna		✓				✓
Penampilan		✓				✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus

B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : Jika dilihat seperti strawberry sebelum dan sudah dicelup tidak ada perbedaan, namun aroma dari baunya beda lebih fresh

## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTLJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN DAN MINYAK DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)

Nama Panelis : Resi Arie Andini

No. HP : 085 247056054

Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (check list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau	✓				✓	
Rasa		✓			✓	
Warna	✓					✓
Penampilan		✓				✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus

B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : .....

## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI EDIBLE COATING KITOSAN DAN MINYAK DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)

Nama Panelis : Pendy  
No. HP : 0812 28 4444 58  
Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (cek list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau		✓				✓
Rasa		✓			✓	
Warna		✓				✓
Penampilan		✓				✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus

B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : .....

## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN DAN MINYAK DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)

Nama Panelis : Restu Ayu M.

No. HP : 085647622299

Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (cek list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau		✓		✓		
Rasa		✓			✓	
Warna	✓					✓
Penampilan		✓				✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus

B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : .....

## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI EDIBLE COATINGKITOSAN DAN MINYAK DALUH KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)

Nama Panelis : Febi Indah Fajarwati

No. HP : 085 693 644462

Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (chek list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau		✓			✓	
Rasa		✓				✓
Warna	✓				✓	
Pcnampilan	✓					✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus

B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : Back to nature .....

## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN DAN MINYAK DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)

Nama Panelis : Rahmi Muthmainnah

No. HP : ~~087896519528~~ 087896519528

Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (cek list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau	✓	✗			✓	
Rasa		✓			✓	
Warna	✓					✓
Penampilan		✓				✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus

B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : .....



## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN DAN MINYAK DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)

Nama Panelis : Damara Yudha A.

No. HP : 0856 9317 8330

Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (chek list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau		✓		✓		
Rasa		✓		✓		
Warna	✓					✓
Penampilan	✓					✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus

B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : Back to nature.

## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING*KITOSAN DAN MINYAK DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum*)/SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca* L.)

Nama Panelis : Basitoh Dj

No. HP : 085759433039

Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (chek list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau		✓			✓	
Rasa	✓				✓	
Warna		✓				✓
Penampilan		✓				✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus

B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : .....

## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN DAN MINYAK DALIN KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)

Nama Panelis : Nunul Abikal  
No. HP : 08 5654151128  
Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (check list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau		✓			✓	
Rasa		✓			✓	
Warna		✓				✓
Penampilan		✓				✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus

B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : .....

## LEMBAR UJI ORGANOLEPTIK

(AKTIVITAS ANTIJAMUR DARI *EDIBLE COATING* KITOSAN DAN MINYAK DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum*) SEBAGAI ALTERNATIF BIOPESTISIDA PADA BUAH STROBERI (*Fragaria vesca L.*)

Nama Panelis : Desi Nurrita

No. HP : 085220236723

Instruksi :

- Dihadapan anda terdapat dua macam buah stroberi
- Berilah penilaian anda (cek list) pada kolom kode sampel

Pengujian	Kode sampel					
	01			02		
	KB	B	SB	KB	B	SB
Bau		✓			✓	
Rasa		✓			✓	
Warna		✓				✓
Penampilan		✓				✓

Keterangan : KB : Kurang Bagus


B : Bagus

SB : Sangat Bagus

Komentar : .....

**Lampiran 7. Kondisi Operasi Kromatografi Gas-Spektrometer Massa**



 Lab Kimia Organik FMIPA - UGM

GCMS-QP2010S SHIMADZU  
 Kolom : Rastek RXi 5MS  
 Panjang : 30 meter  
 ID : 0.25 mm  
 Gas pembawa : Helium  
 Pengionan : EI  
 70 Ev

## Method

[Comment]

----- Analytical Line 1 -----

[GC-2010]  
 Column Oven Temp. : 50.0 °C  
 Injection Temp. : 290.00 °C  
 Injection Mode : Split  
 Flow Control Mode : Pressure  
 Pressure : 10.0 kPa  
 Total Flow : 82.5 mL/min  
 Column Flow : 0.52 mL/min  
 Linear Velocity : 26.1 cm/sec  
 Purge Flow : 3.0 mL/min  
 Split Ratio : 153.0  
 High Pressure Injection : OFF  
 Carrier Gas Saver : OFF  
 Splitter Hold : OFF  
 Oven Temp. Program

Rate	Temperature(°C)	Hold Time(min)
-	50.0	5.00
5.0	290.0	25.00

< Ready Check Heat Unit >  
 Column Oven : Yes  
 SPL1 : Yes  
 MS : No  
 < Ready Check Detector(ETD) >  
 < Ready Check Baseline Drift >  
 < Ready Check Injection Flow >  
 SPL1 Carrier : Yes  
 SPL1 Purge : Yes  
 < Ready Check APC Flow >  
 < Ready Check Detector APC Flow >  
 External Wait : No  
 Equilibrium Time : 1.0 min

[GC Program]

[GCMS-QP2010]  
 IonSourceTemp : 250.00 °C  
 Interface Temp. : 300.00 °C  
 Solvent Cut Time : 3.80 min  
 Detector Gain Mode : Relative  
 Detector Gain : 0.00 kV  
 Threshold : 0

[MS Table]

Group : 1  
 Start Time : 4.00min  
 End Time : 78.00min  
 ACQ Mode : Scan  
 Interval : 0.50sec  
 Scan Speed : 1250  
 Start m/z : 33.00  
 End m/z : 600.00

Sample Inlet Unit : GC

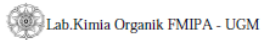
[MS Program]

Use MS Program : OFF



**Lampiran 8. Data Kromatogram dan Spektra Massa Minyak Kemangi**

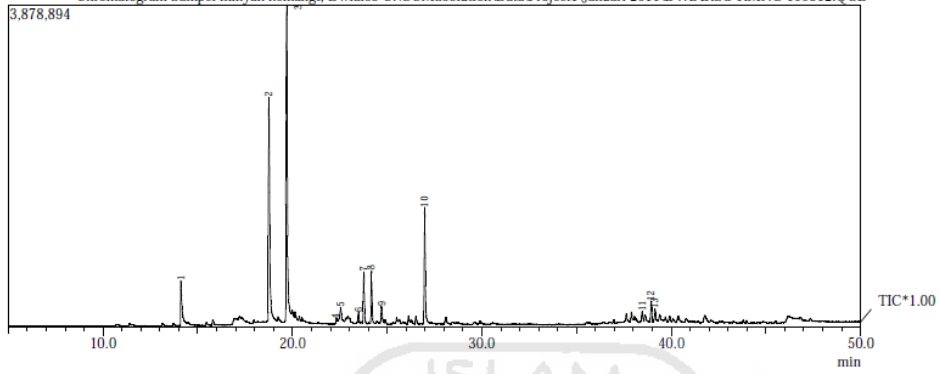




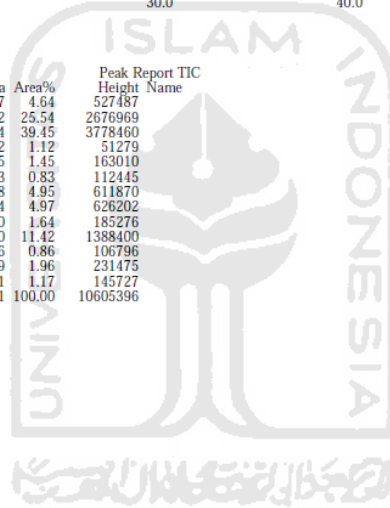
Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Sample Name : Sampel minyak kemangi, Dwiwarso  
 Sample ID : 357.11  
 Data File : C:\GCMSsolution\Data\Project1\Januari 2011\DWIARSO KMNG 160312.QGD  
 Method File : C:\GCMSsolution\Data\Project1\Januari 2011\Dwiwarso (70-5-5-290-25)1.qgm  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\02 MARET 2011.qgt

Chromatogram Sampel minyak kemangi, Dwiwarso C:\GCMSsolution\Data\Project1\Januari 2011\DWIARSO KMNG 160312.QGD



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Name
1	14.112	14.083	14.275	2151647	4.64	527487	
2	18.764	18.700	18.958	11837432	25.54	2676969	
3	19.701	19.625	19.900	18286534	39.45	3778460	
4	22.308	22.283	22.508	520152	1.12	51279	
5	22.549	22.508	22.642	673865	1.45	163010	
6	23.491	23.442	23.567	385213	0.83	112445	
7	23.773	23.708	23.875	2296278	4.95	611870	
8	24.174	24.108	24.275	2305824	4.97	626202	
9	24.703	24.650	24.808	758200	1.64	185276	
10	26.982	26.925	27.142	5291560	11.42	1388400	
11	38.471	38.417	38.542	399026	0.86	106796	
12	38.942	38.883	39.033	908679	1.96	231475	
13	39.141	39.083	39.217	540491	1.17	145727	
				46354901	100.00	10605396	

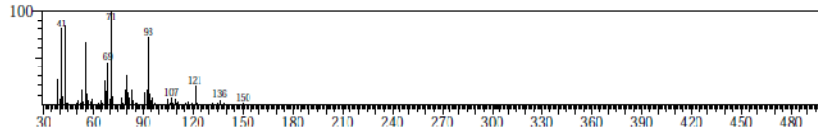




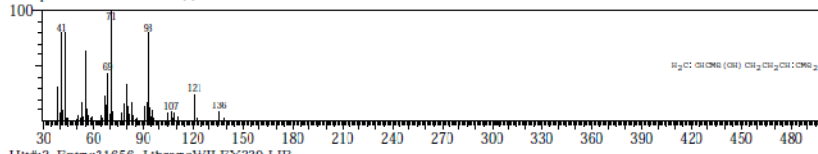
Library

<< Target >>

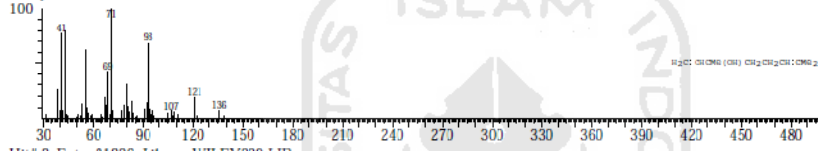
Line#1 RTime:14.108(Scan#:1214) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:60  
 RawMode:Single 14.108(1214) BasePeak:71.65(64875)  
 BG Mode:Peak Start 14.083(1211)



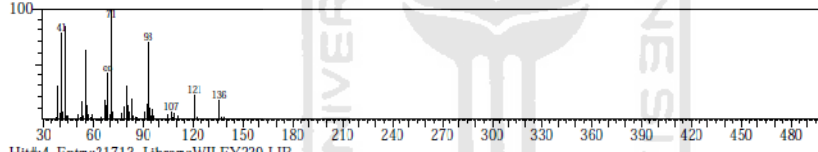
Hit#:1 Entry:31693 Library:WILEY229.LIB  
 SI:98 Formula:C10 H18 O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:0  
 CompName:LINALOOL L \$\$



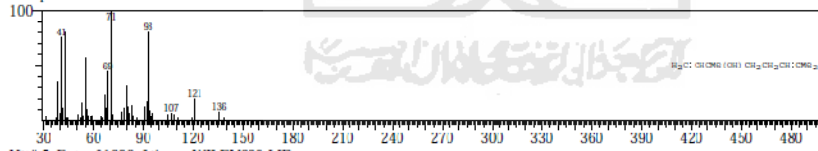
Hit#:2 Entry:31656 Library:WILEY229.LIB  
 SI:97 Formula:C10 H18 O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:0  
 CompName:LINALOOL \$\$



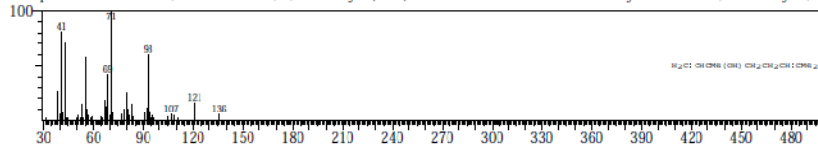
Hit#:3 Entry:31826 Library:WILEY229.LIB  
 SI:96 Formula:C10 H18 O CAS:0-0-0 MolWeight:154 RetIndex:0  
 CompName:LINALOOL \$\$



Hit#:4 Entry:31713 Library:WILEY229.LIB  
 SI:96 Formula:C10 H18 O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:0  
 CompName:LINALOOL \$\$

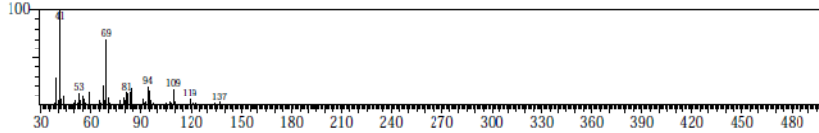


Hit#:5 Entry:31232 Library:WILEY229.LIB  
 SI:96 Formula:C10 H18 O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:0  
 CompName:Linalool \$\$ 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Linalol \$\$ .beta.-Linalool \$\$ Linalyl alcohol \$\$ 3,7-Dimethyl-1,6-

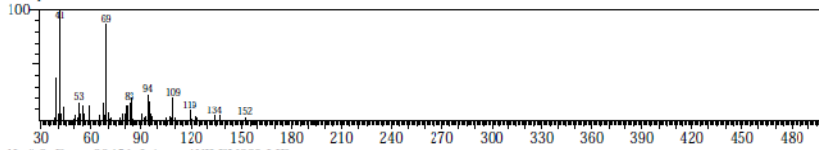


<< Target >>

Line#:2 R Time:18.767(Scan#:1773) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:49  
 RawMode:Single 18.767(1773) BasePeak:41.05(544571)  
 BG Mode:Peak Start 18.700(1765)



Hit#:1 Entry:29688 Library:WILEY229.LIB  
 SE:95 Formula:C10H16O CAS:0-0-0 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:NERAL \$\$ Z-CITRAL \$\$ CITRAL B \$\$



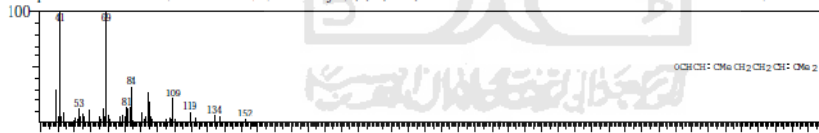
Hit#:2 Entry:29451 Library:WILEY229.LIB  
 SE:95 Formula:C10H16O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:neral \$\$



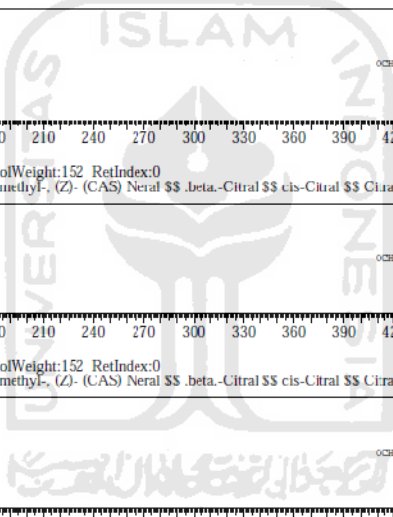
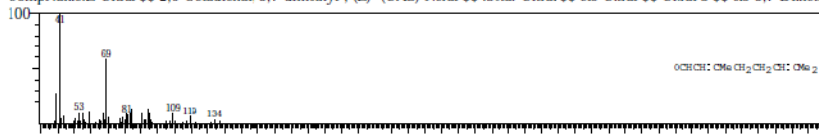
Hit#:3 Entry:29303 Library:WILEY229.LIB  
 SE:95 Formula:C10H16O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:Z-Citral \$\$ 2,6-Octadienal 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral \$\$ .beta.-Citral \$\$ cis-Citral \$\$ Citral b \$\$ cis-3,7-Dimethyl-



Hit#:4 Entry:29299 Library:WILEY229.LIB  
 SE:94 Formula:C10H16O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:Z-Citral \$\$ 2,6-Octadienal 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral \$\$ .beta.-Citral \$\$ cis-Citral \$\$ Citral b \$\$ cis-3,7-Dimethyl-



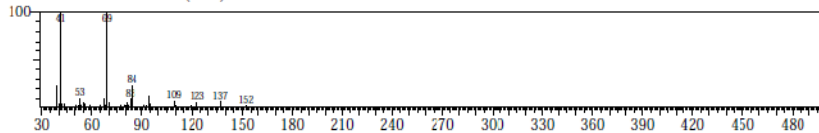
Hit#:5 Entry:29301 Library:WILEY229.LIB  
 SE:93 Formula:C10H16O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:Z-Citral \$\$ 2,6-Octadienal 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral \$\$ .beta.-Citral \$\$ cis-Citral \$\$ Citral b \$\$ cis-3,7-Dimethyl-



&lt;&lt; Target &gt;&gt;

Line#: 3 R.Time: 19.700(Scan#:1885) Retention index: \$TargetRetIndex\$ MassPeaks: 39  
RawMode: Single 19.700(1885) BasePeak: 41.10(941627)

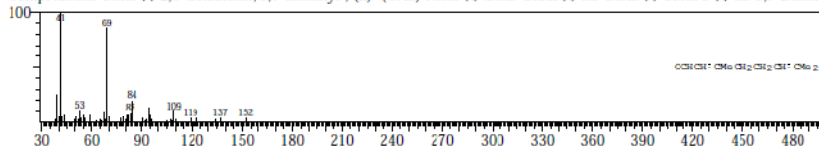
BG Mode: Peak Star: 19.625(1876)



Hit#: 1 Entry: 29298 Library: WILEY229.LIB

SI: 95 Formula: C10H16O CAS: 106-29-3 MolWeight: 152 RetIndex: 0

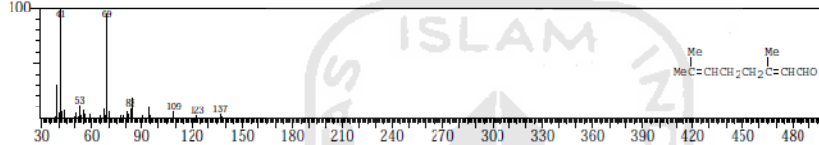
CompName: Z-Citral \$\$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral \$\$ .beta.-Citral \$\$ cis-Citral \$\$ Citral b \$\$ cis-3,7-Dimethyl-



Hit#: 2 Entry: 29309 Library: WILEY229.LIB

SI: 95 Formula: C10H16O CAS: 5392-40-5 MolWeight: 152 RetIndex: 0

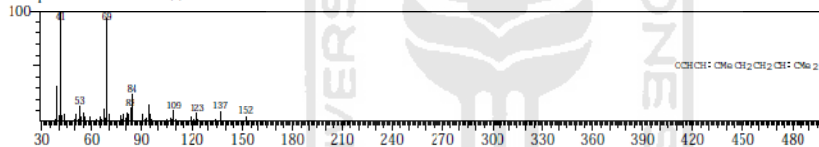
CompName: Citral \$\$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl- (CAS) 3,7-Dimethyl-2,6-octadienal \$\$ 3,7-Dimethyl-1,2,6-octadienal \$\$



Hit#: 3 Entry: 29555 Library: WILEY229.LIB

SI: 95 Formula: C10H16O CAS: 141-27-5 MolWeight: 152 RetIndex: 0

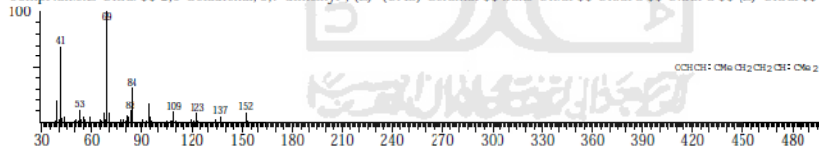
CompName: GERANIAL \$\$



Hit#: 4 Entry: 29290 Library: WILEY229.LIB

SI: 94 Formula: C10H16O CAS: 141-27-5 MolWeight: 152 RetIndex: 0

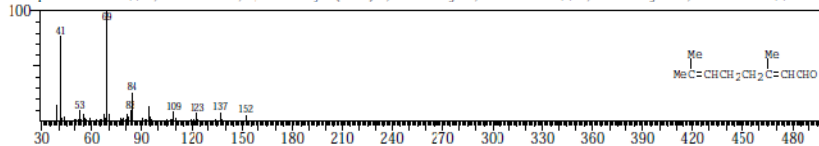
CompName: E-Citral \$\$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Geranial \$\$ trans-Citral \$\$ Citral a \$\$ Citral-a \$\$ (E)-Citral \$\$ C



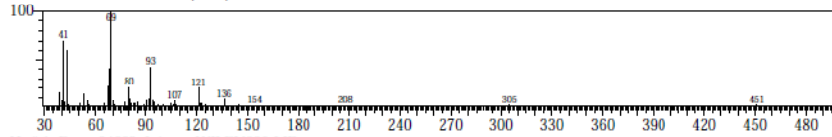
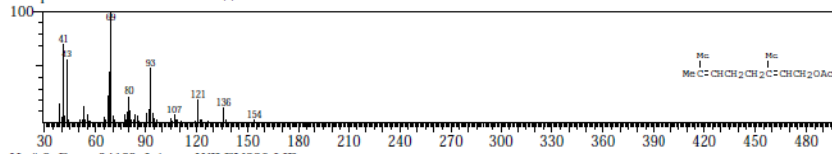
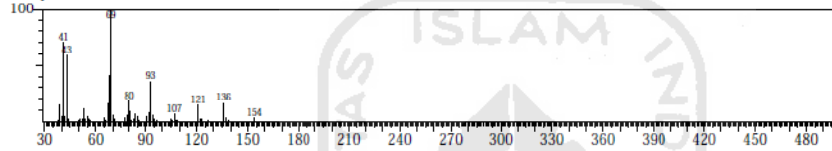
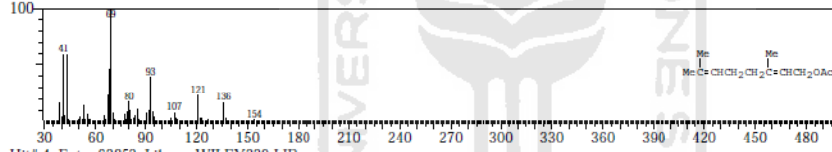
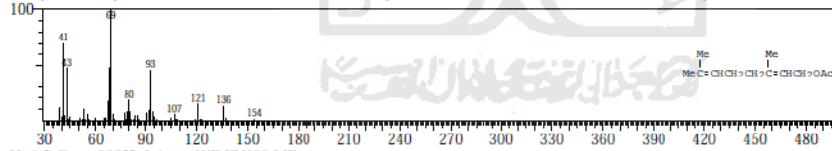
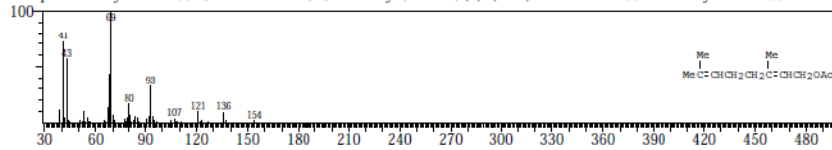
Hit#: 5 Entry: 29305 Library: WILEY229.LIB

SI: 94 Formula: C10H16O CAS: 5392-40-5 MolWeight: 152 RetIndex: 0

CompName: Citral \$\$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl- (CAS) 3,7-Dimethyl-2,6-octadienal \$\$ 3,7-Dimethyl-1,2,6-octadienal \$\$

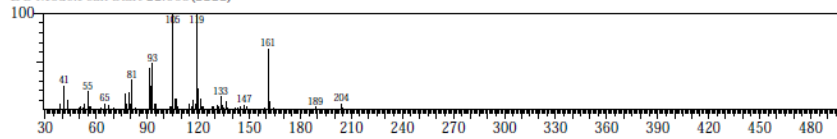


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

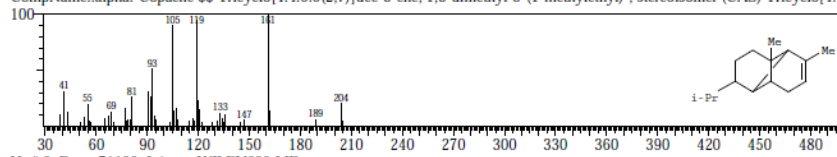
Line#:4 R-Time:22.308(Scan#:2198) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:49  
RawMode:Single 22.308(2198) BasePeak:69.05(9536)  
BG Mode:Peak Start 22.283(2195)Hit#:1 Entry:64033 Library:WILEY229.LIB  
SI:96 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0  
CompName:NERYL ACETATE \$\$Hit#:2 Entry:64133 Library:WILEY229.LIB  
SI:95 Formula:C12 H20 O2 CAS:0-0-0 MolWeight:196 RetIndex:0  
CompName:NERYL ACETATE \$\$Hit#:3 Entry:64032 Library:WILEY229.LIB  
SI:94 Formula:C12 H20 O2 CAS:105-87-3 MolWeight:196 RetIndex:0  
CompName:GERANYL ACETATE \$\$Hit#:4 Entry:63852 Library:WILEY229.LIB  
SI:94 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0  
CompName:Neryl acetate \$\$ 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- (CAS) Nerol acetate \$\$ cis-Geranyl acetate \$\$Hit#:5 Entry:63855 Library:WILEY229.LIB  
SI:93 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 RetIndex:0  
CompName:Neryl acetate \$\$ 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- (CAS) Nerol acetate \$\$ cis-Geranyl acetate \$\$

&lt;&lt; Target &gt;&gt;

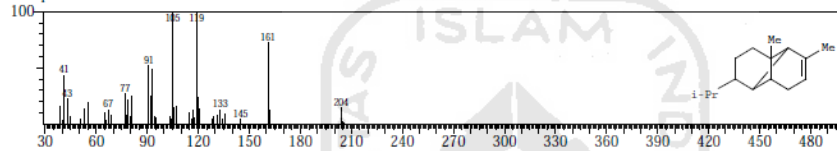
Line# 5 R.Time:22.550(Scan#:2227) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:63  
 RawMode:Single 22.550(2227) BasePeak:119.15(11598)  
 BG Mode:Peak Start 22.508(2222)



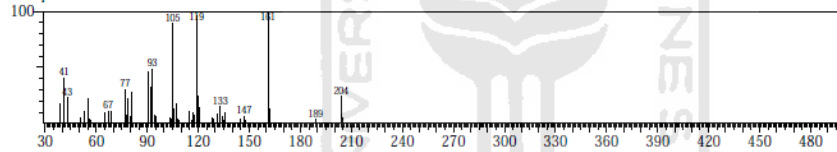
Hit#:1 Entry:71080 Library:WILEY229.LIB  
 SI:92 Formula:C15 H24 CAS:3856-25-5 MolWeight:204 RetIndex:0  
 CompName:.alpha.-Copaene \$\$ Tricyclo[4.4.0.0(2,7)]dec-3-ene, 1,3-dimethyl-8-(1-methylethyl)-, stereoisomer (CAS) Tricyclo[4.4.



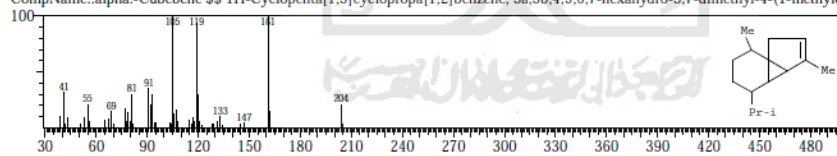
Hit#:2 Entry:71189 Library:WILEY229.LIB  
 SI:92 Formula:C15 H24 CAS:3856-25-5 MolWeight:204 RetIndex:0  
 CompName:.ALPHA.-COPAENE \$\$



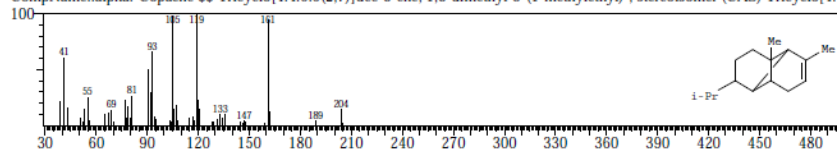
Hit#:3 Entry:71319 Library:WILEY229.LIB  
 SI:92 Formula:C15 H24 CAS:0-0-0 MolWeight:204 RetIndex:0  
 CompName:.ALPHA.-COPAENE \$\$



Hit#:4 Entry:71086 Library:WILEY229.LIB  
 SI:91 Formula:C15 H24 CAS:17699-14-8 MolWeight:204 RetIndex:0  
 CompName:.alpha.-Cubebene \$\$ 1H-Cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]benzene, 3a,3b,4,5,6,7-hexahydro-3,7-dimethyl-4-(1-methyl-



Hit#:5 Entry:71083 Library:WILEY229.LIB  
 SI:91 Formula:C15 H24 CAS:3856-25-5 MolWeight:204 RetIndex:0  
 CompName:.alpha.-Copaene \$\$ Tricyclo[4.4.0.0(2,7)]dec-3-ene, 1,3-dimethyl-8-(1-methylethyl)-, stereoisomer (CAS) Tricyclo[4.4.

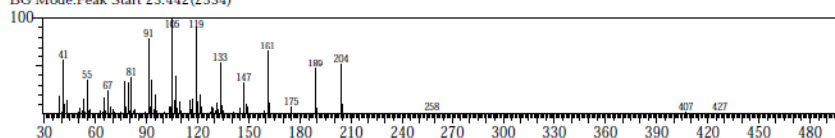


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

Line#6 R.Time:23.492(Scan#:2340) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:81

RawMode:Single 23.492(2340) BasePeak:105.10(8694)

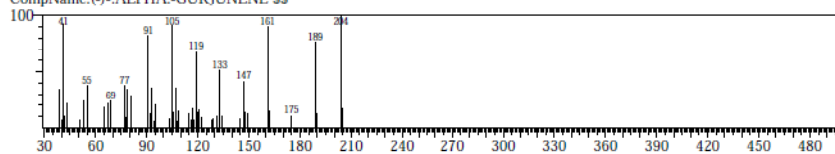
BG Mode:Peak Start 23.442(2334)



Hit#1 Entry:71324 Library:WILEY229.LIB

SI:93 Formula:C15 H24 CAS:0-0-0 MolWeight:204 RetIndex:0

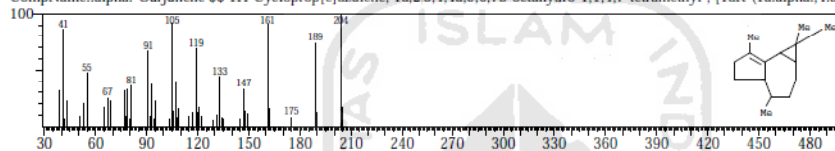
CompName:(-)-ALPHA.-GURJUNENE \$\$



Hit#2 Entry:71030 Library:WILEY229.LIB

SI:92 Formula:C15 H24 CAS:489-40-7 MolWeight:204 RetIndex:0

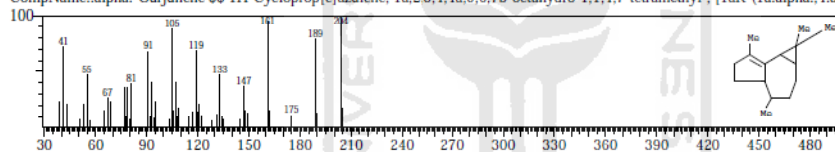
CompName:alpha.-Gurjunene \$\$ 1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1a.alpha.,4.alpha.



Hit#3 Entry:71027 Library:WILEY229.LIB

SI:92 Formula:C15 H24 CAS:489-40-7 MolWeight:204 RetIndex:0

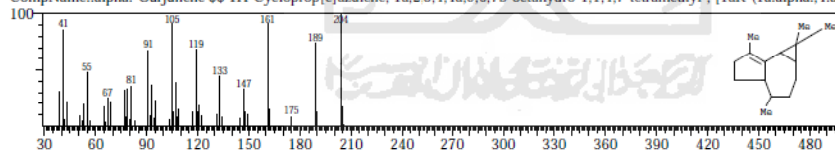
CompName:alpha.-Gurjunene \$\$ 1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1a.alpha.,4.alpha.



Hit#4 Entry:71032 Library:WILEY229.LIB

SI:92 Formula:C15 H24 CAS:489-40-7 MolWeight:204 RetIndex:0

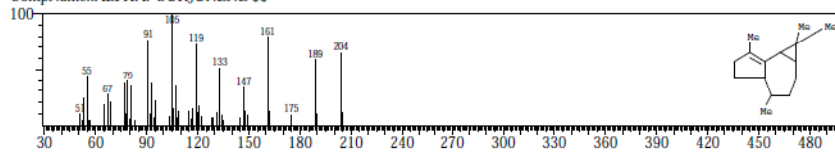
CompName:alpha.-Gurjunene \$\$ 1H-Cycloprop[e]azulene, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-octahydro-1,1,4,7-tetramethyl-, [1aR-(1a.alpha.,4.alpha.



Hit#5 Entry:71213 Library:WILEY229.LIB

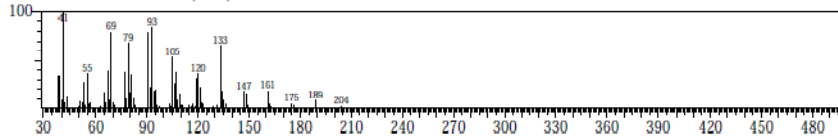
SI:91 Formula:C15 H24 CAS:489-40-7 MolWeight:204 RetIndex:0

CompName:ALPHA.-GURJUNENE \$\$



&lt;&lt; Target &gt;&gt;

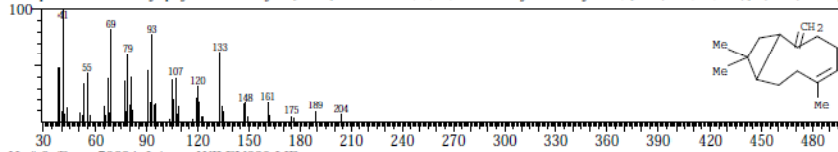
Line# 7 R.Time:23.775(Scan#:2374) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:70  
 RawMode:Single 23.775(2374) BasePeak:41.05(48210)  
 BG Mode:Peak Start 23.708(2366)



Hit#1 Entry:70843 Library:WILEY229.LIB

SI:94 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0

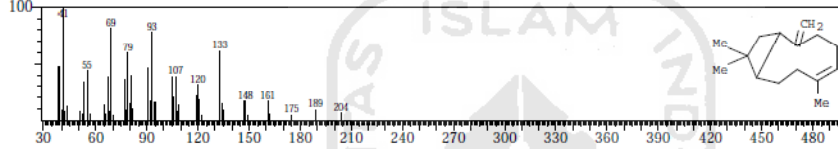
CompName:trans-Caryophyllene \$\$ Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R\*,4E,9S\*)]- (CAS) I-Cary



Hit#2 Entry:70834 Library:WILEY229.LIB

SI:94 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0

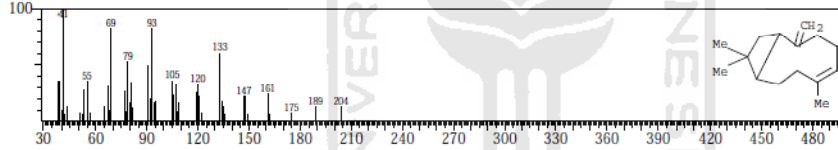
CompName:trans-Caryophyllene \$\$ Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R\*,4E,9S\*)]- (CAS) I-Cary



Hit#3 Entry:70829 Library:WILEY229.LIB

SI:94 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0

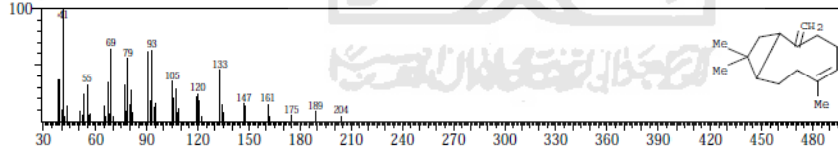
CompName:trans-Caryophyllene \$\$ Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R\*,4E,9S\*)]- (CAS) I-Cary



Hit#4 Entry:71237 Library:WILEY229.LIB

SI:94 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0

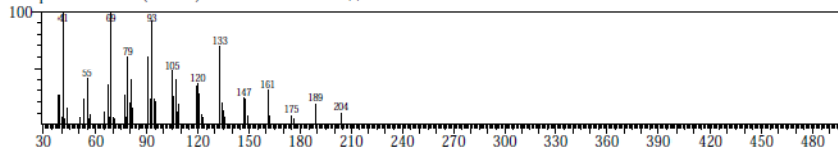
CompName:beta.-CARYOPHYLLENE \$\$



Hit#5 Entry:71299 Library:WILEY229.LIB

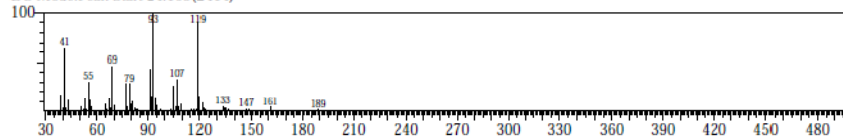
SI:94 Formula:C15 H24 CAS:0-0-0 MolWeight:204 RetIndex:0

CompName:TRANS.(BETA)-CARYOPHYLLENE \$\$



&lt;&lt; Target &gt;&gt;

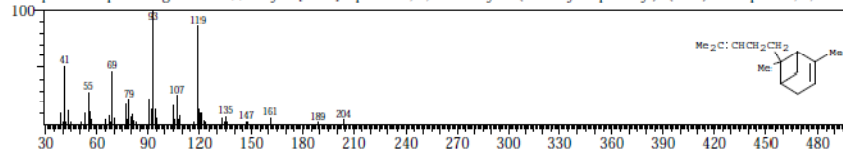
Line# 8 R.Time:24.175(Scan#:2422) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:55  
 RawMode:Single 24.175(2422) BasePeak:93.10(85760)  
 BG Mode:Peak Start 24.108(2414)



Hit#1 Entry:71011 Library:WILEY229.LIB

SI:95 Formula:C15 H24 CAS:17699-5-7 MolWeight:204 RetIndex:0

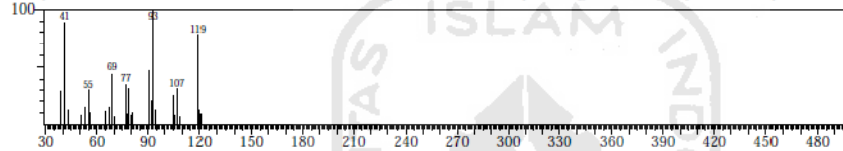
CompName:alpha.-Bergamotene \$\$ Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)- (CAS) 2-Norpinene, 2,6-dimethyl-



Hit#2 Entry:71012 Library:WILEY229.LIB

SI:92 Formula:C15 H24 CAS:13474-59-4 MolWeight:204 RetIndex:0

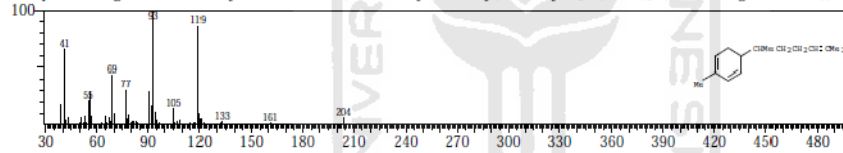
CompName:TRANS-ALPHA-BERGAMOTENE \$\$ Bergamotene \$\$ trans.-alpha.-Bergamotene \$\$ Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-



Hit#3 Entry:70751 Library:WILEY229.LIB

SI:90 Formula:C15 H24 CAS:495-60-3 MolWeight:204 RetIndex:0

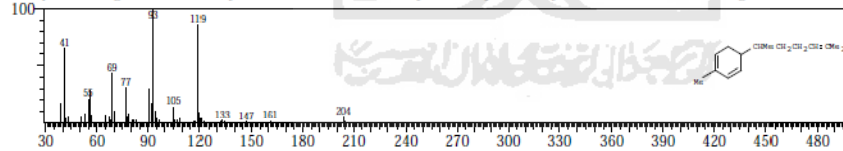
CompName:Zingiberene \$\$ 1,3-Cyclohexadiene, 5-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-2-methyl-, [S-(R\*,S\*)]- (CAS) L-Zingiberene \$\$ (-)-Zi



Hit#4 Entry:70753 Library:WILEY229.LIB

SI:90 Formula:C15 H24 CAS:495-60-3 MolWeight:204 RetIndex:0

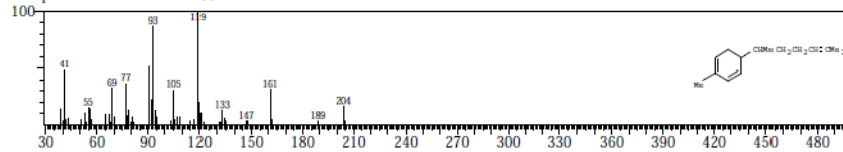
CompName:Zingiberene \$\$ 1,3-Cyclohexadiene, 5-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-2-methyl-, [S-(R\*,S\*)]- (CAS) L-Zingiberene \$\$ (-)-Zi



Hit#5 Entry:71177 Library:WILEY229.LIB

SI:89 Formula:C15 H24 CAS:495-60-3 MolWeight:204 RetIndex:0

CompName:ZINGIBERENE \$\$



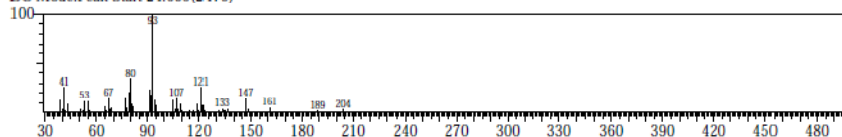


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

Line#:9 R.Time:24.700(Scan#:2485) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:52

RawMode:Single 24.700(2485) BasePeak:93.10(37075)

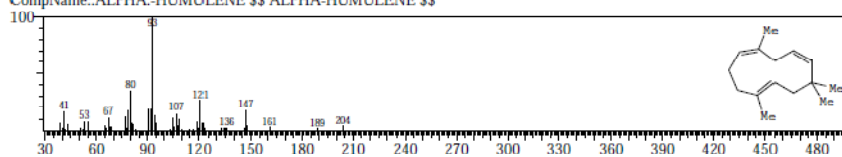
BG Mode:Peak Start 24.650(2479)



Hit#:1 Entry:71180 Library:WILEY229.LIB

SI:96 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

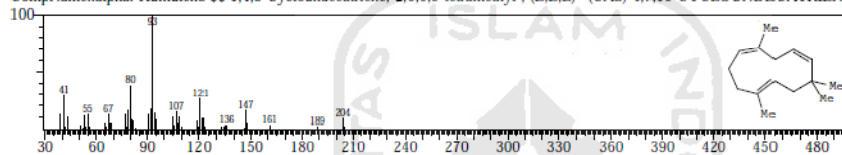
CompName:.ALPHA.-HUMULENE \$\$ ALPHA-HUMULENE \$\$



Hit#:2 Entry:70790 Library:WILEY229.LIB

SI:95 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

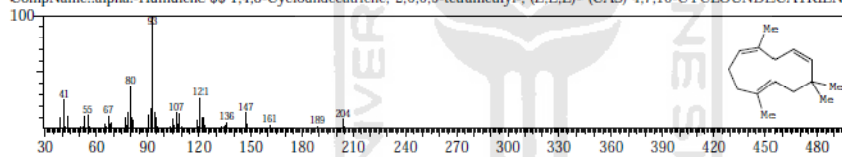
CompName:.alpha.-Humulene \$\$ 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE



Hit#:3 Entry:70794 Library:WILEY229.LIB

SI:95 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

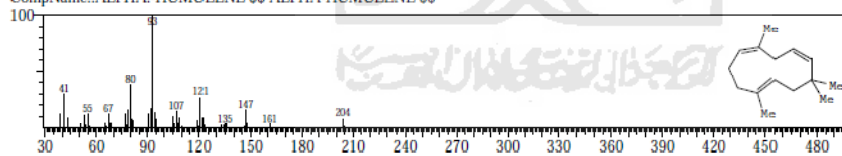
CompName:.alpha.-Humulene \$\$ 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE



Hit#:4 Entry:71181 Library:WILEY229.LIB

SI:95 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

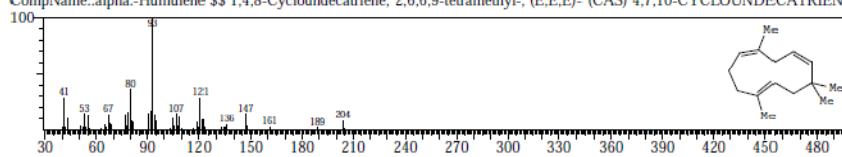
CompName:.ALPHA.-HUMULENE \$\$ ALPHA-HUMULENE \$\$



Hit#:5 Entry:70793 Library:WILEY229.LIB

SI:95 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

CompName:.alpha.-Humulene \$\$ 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE

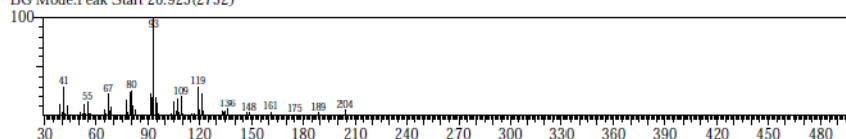


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

Line#:10 R.Time:26.983(Scan#:2759) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:56

RawMode:Single 26.983(2759) BasePeak:93.10(240694)

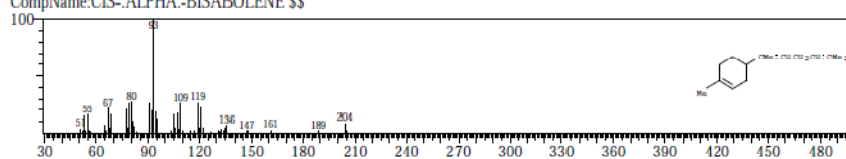
BG Mode:Peak Start 26.925(2752)



Hit#:1 Entry:71166 Library:WILEY229.LIB

SI:92 Formula:C15 H24 CAS:17627-44-0 MolWeight:204 RetIndex:0

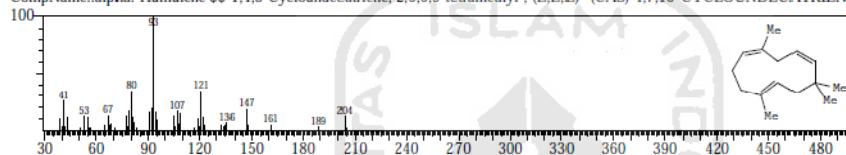
CompName:CIS-.ALPHA.-BISABOLENE \$\$



Hit#:2 Entry:70789 Library:WILEY229.LIB

SI:92 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

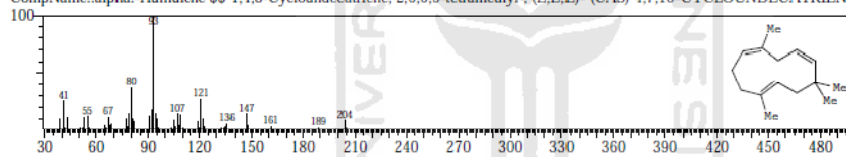
CompName:alpha.-Humulene \$\$ 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE



Hit#:3 Entry:70794 Library:WILEY229.LIB

SI:92 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

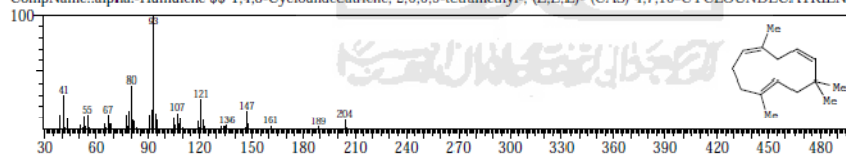
CompName:alpha.-Humulene \$\$ 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE



Hit#:4 Entry:70790 Library:WILEY229.LIB

SI:91 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

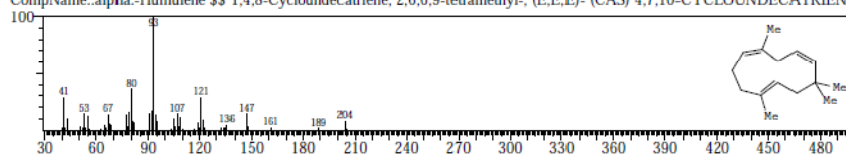
CompName:alpha.-Humulene \$\$ 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE



Hit#:5 Entry:70793 Library:WILEY229.LIB

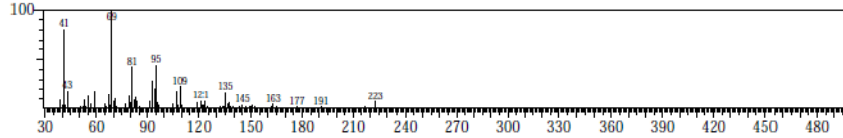
SI:91 Formula:C15 H24 CAS:6753-98-6 MolWeight:204 RetIndex:0

CompName:alpha.-Humulene \$\$ 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (CAS) 4,7,10-CYCLOUNDECATRIENE

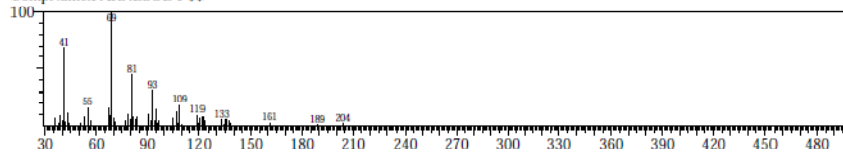


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

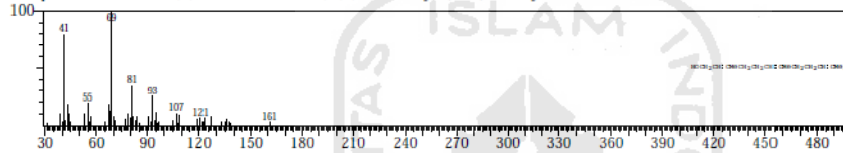
Line#:11 R.Time:38.475(Scan#:4138) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:69  
RawMode:Single 38.475(4138) BasePeak:69.10(15127)  
BG Mode:Peak Start 38.417(4131)



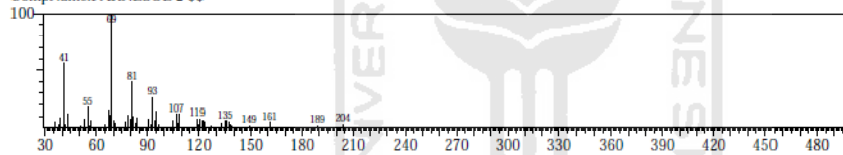
Hit#:1 Entry:86811 Library:WILEY229.LIB  
SI:87 Formula:C15 H26 O CAS:0-0-0 MolWeight:222 RetIndex:0  
CompName:FARNESOL 1 \$\$



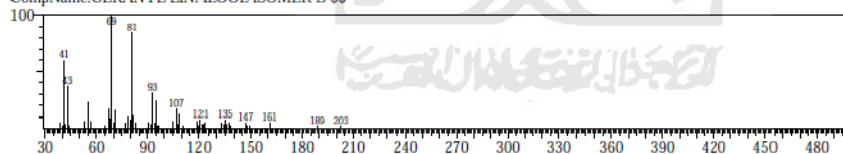
Hit#:2 Entry:86458 Library:WILEY229.LIB  
SI:86 Formula:C15 H26 O CAS:4602-84-0 MolWeight:222 RetIndex:0  
CompName:Farnesol \$\$ 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl- (CAS) Farnesyl alcohol \$\$



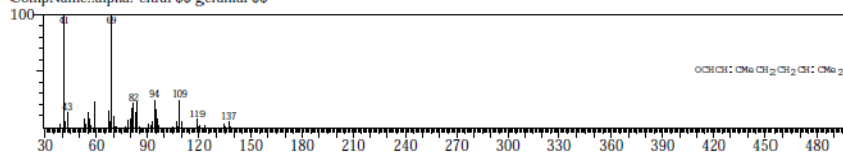
Hit#:3 Entry:86812 Library:WILEY229.LIB  
SI:85 Formula:C15 H26 O CAS:0-0-0 MolWeight:222 RetIndex:0  
CompName:FARNESOL 2 \$\$



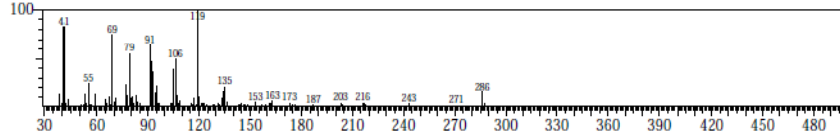
Hit#:4 Entry:139013 Library:WILEY229.LIB  
SI:85 Formula:C20 H34 O CAS:0-0-0 MolWeight:290 RetIndex:0  
CompName:GERANYL LINALOOL ISOMER B \$\$



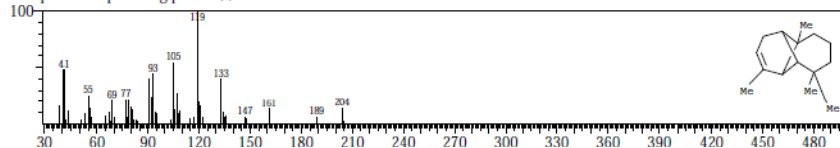
Hit#:5 Entry:29468 Library:WILEY229.LIB  
SI:85 Formula:C10 H16 O CAS:141-27-5 MolWeight:152 RetIndex:0  
CompName:alpha.-citral \$\$ geranial \$\$



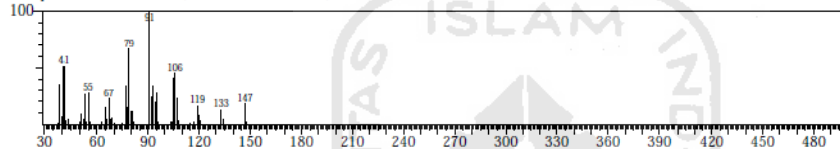
<< Target >>  
 Line#:12 R.Time:38.942(Scan#:4194) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:87  
 RawMode:Single 38.942(4194) BasePeak:119.15(22449)  
 BG Mode:Peak Start 38.883(4187)



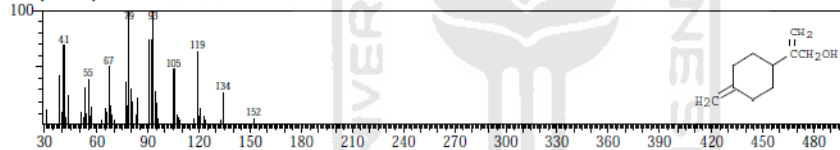
Hit#1 Entry:71133 Library:WILEY229.LIB  
 SI:79 Formula:C15 H24 CAS:5989-8-2 MolWeight:204 RetIndex:0  
 CompName:alpha.-longipinene \$\$



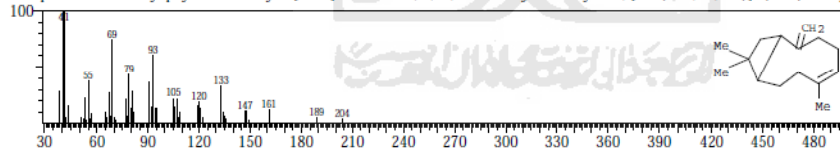
Hit#2 Entry:37236 Library:WILEY229.LIB  
 SI:78 Formula:C12 H18 CAS:0-0-0 MolWeight:162 RetIndex:0  
 CompName:2-METHYL-5,7-DIMETHYLENE-1,8-NONADIENE \$\$



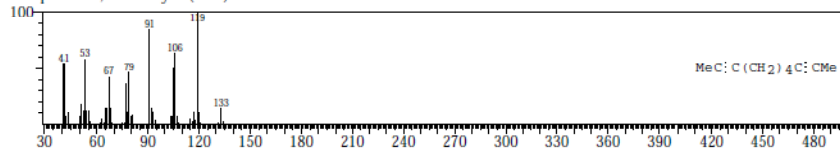
Hit#3 Entry:29400 Library:WILEY229.LIB  
 SI:77 Formula:C10 H16 O CAS:29548-13-8 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol (CAS) P-MENTHA-1(7),18-DIEN-10-OL \$\$ 1(7),8(10)-P-MENTHADIEN-9-OL \$\$ C<sub>3</sub>



Hit#4 Entry:70838 Library:WILEY229.LIB  
 SI:76 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0  
 CompName:trans-Caryophyllene \$\$ Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R\*,4E,9S\*)]- (CAS) l-Cary



Hit#5 Entry:18001 Library:WILEY229.LIB  
 SI:76 Formula:C10 H14 CAS:4116-93-2 MolWeight:134 RetIndex:0  
 CompName:2,8-Decadiyne (CAS)

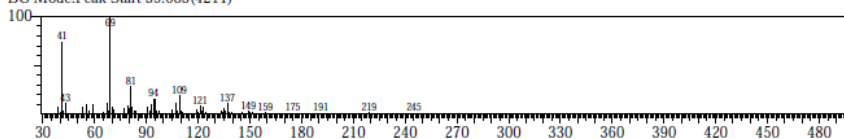


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

Line#:13 R.Time:39.142(Scan#:4218) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:60

RawMode:Single 39.142(4218) BasePeak:69.05(29683)

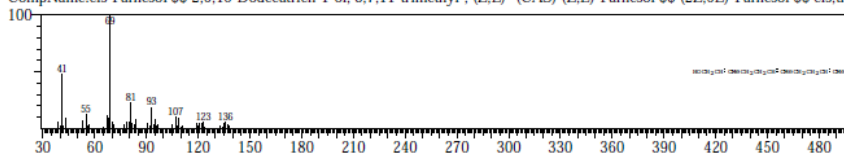
BG Mode:Peak Start 39.083(4211)



Hit#:1 Entry:86451 Library:WILEY229.LIB

SI:90 Formula:C15 H26 O CAS:3790-71-4 MolWeight:222 RetIndex:0

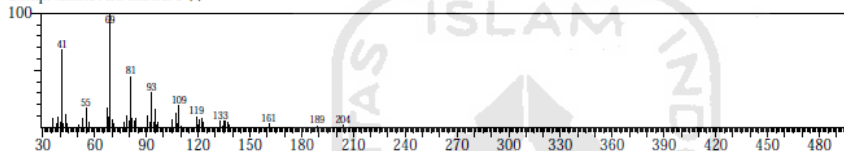
CompName:cis-Farnesol \$\$ 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)- (CAS) (Z,E)-Farnesol \$\$ (2Z,6E)-Farnesol \$\$ cis,tra



Hit#:2 Entry:86811 Library:WILEY229.LIB

SI:90 Formula:C15 H26 O CAS:0-0-0 MolWeight:222 RetIndex:0

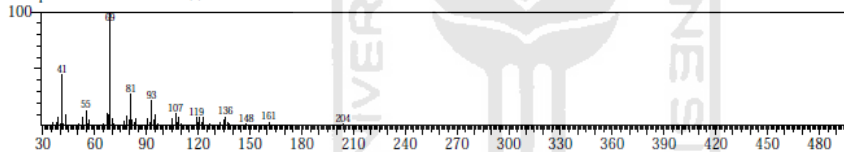
CompName:FARNESOL 1 \$\$



Hit#:3 Entry:86813 Library:WILEY229.LIB

SI:89 Formula:C15 H26 O CAS:0-0-0 MolWeight:222 RetIndex:0

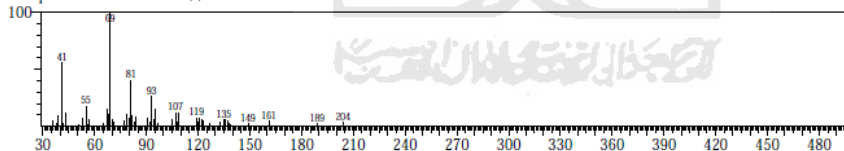
CompName:FARNESOL 3 \$\$



Hit#:4 Entry:86812 Library:WILEY229.LIB

SI:89 Formula:C15 H26 O CAS:0-0-0 MolWeight:222 RetIndex:0

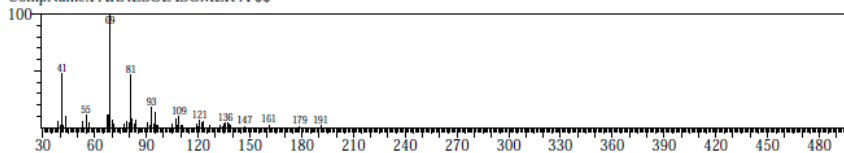
CompName:FARNESOL 2 \$\$



Hit#:5 Entry:86805 Library:WILEY229.LIB

SI:89 Formula:C15 H26 O CAS:0-0-0 MolWeight:222 RetIndex:0

CompName:FARNESOL ISOMER A \$\$

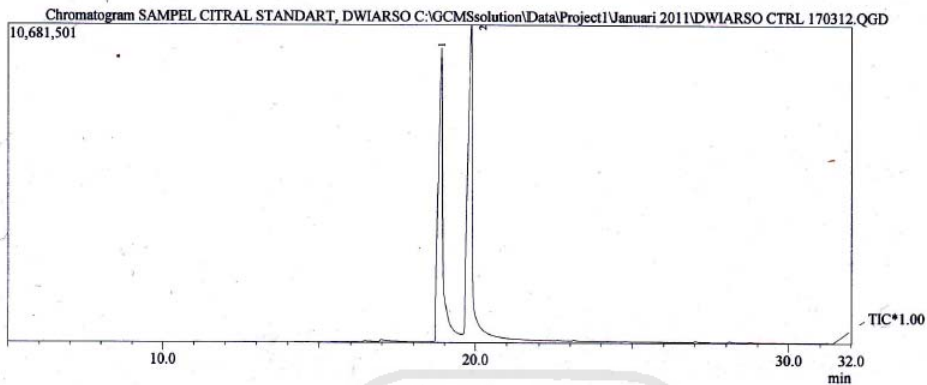


**Lampiran 9. Data Kromatogram dan Spektra Massa Sitral Standar**

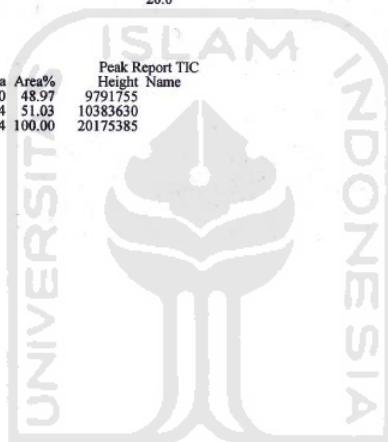




Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM  
Sample Information  
Analyzed by : Admin  
Sample Name : SAMPEL CITRAL STANDART, DWIARSO  
Sample ID : 357.11  
Data File : C:\GCMSolution\Data\Project1\Januari 2011\DWIARSO CTRL 170312.QGD  
Method File : C:\GCMSolution\Data\Project1\Januari 2011\Atsiri2 (70-3-8-290-29).qgm  
Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune\02 MARET 2011.qgt



Peak#	R. Time	I. Time	F. Time	Area	Area%	Peak Report TIC
1	18.905	18.683	19.417	102831010	48.97	9791755
2	19.863	19.600	20.375	107160114	51.03	10383630
				209991124	100.00	20175385



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

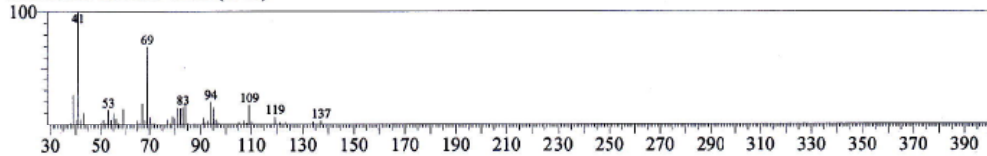
Library

<< Target >>

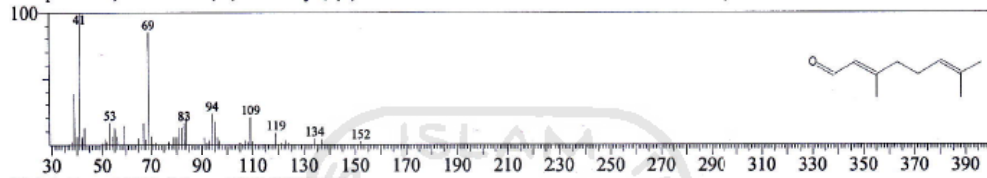
Line#:1 R.Time:18.908(Scan#:1790) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:49

RawMode:Single 18.908(1790) BasePeak:41.05(2005303)

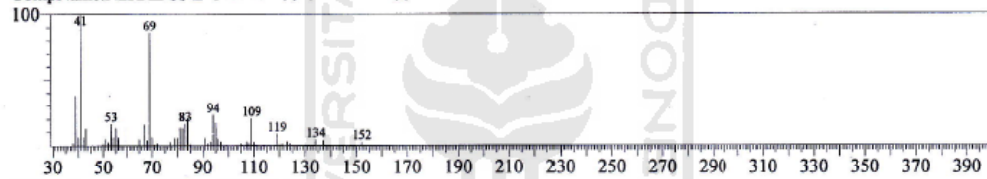
BG Mode:Peak Start 18.683(1763)



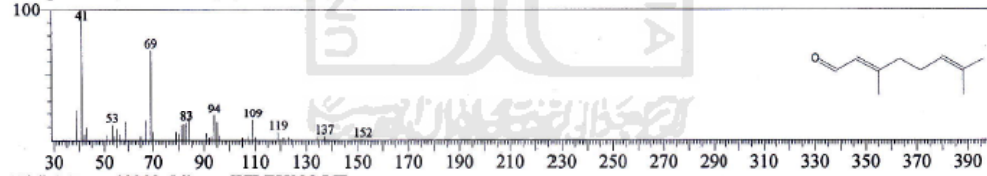
Hit#:1 Entry:10309 Library:NIST62.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- \$\$ .beta.-Citral \$\$ cis-Citral \$\$ Cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienal \$\$ Citral b \$\$ Ner-



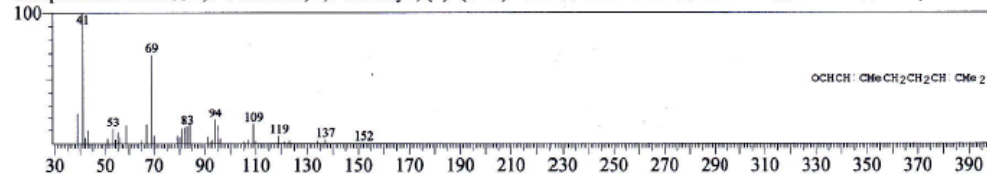
Hit#:2 Entry:29688 Library:WILEY229.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:0-0-0 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:NERAL \$\$ Z-CITRAL \$\$ CITRAL B \$\$



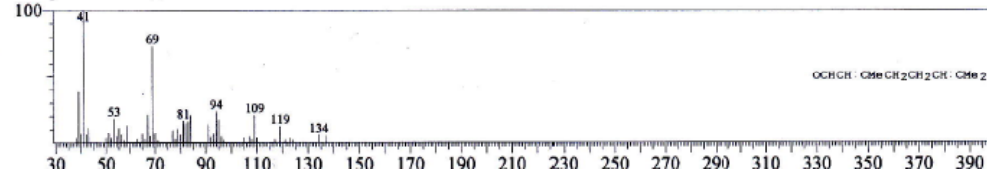
Hit#:3 Entry:4715 Library:NIST12.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)-



Hit#:4 Entry:29303 Library:WILEY229.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:Z-Citral \$\$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral \$\$ .beta.-Citral \$\$ cis-Citral \$\$ Citral b \$\$ cis-3,7-Dimeth



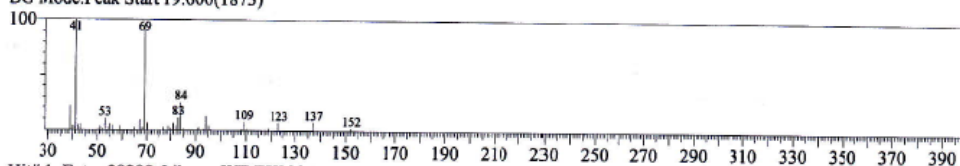
Hit#:5 Entry:29451 Library:WILEY229.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:neral \$\$



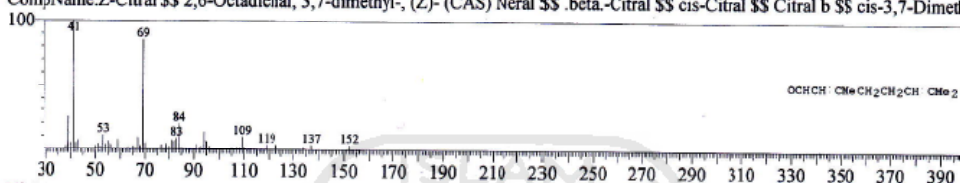


<< Target >>

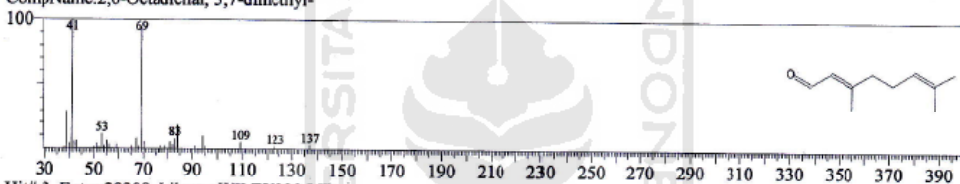
Line#:2 R.Time:19.858(Scan#:1904) Retention Index:\$TargetRetIndex\$ MassPeaks:38  
 RawMode:Single 19.858(1904) BasePeak:41.10(2578770)  
 BG Mode:Peak Start 19.600(1873)



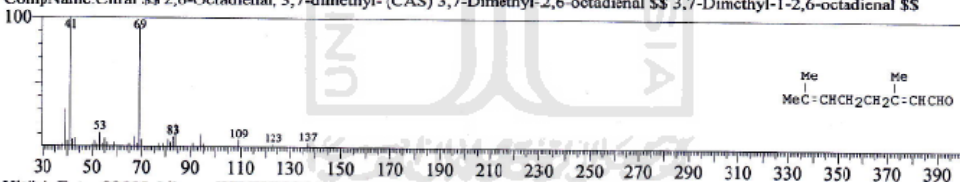
Hit#:1 Entry:29298 Library:WILEY229.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:106-26-3 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:Z-Citral \$\$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) Neral \$\$ .beta.-Citral \$\$ cis-Citral \$\$ Citral b \$\$ cis-3,7-Dimethyl-



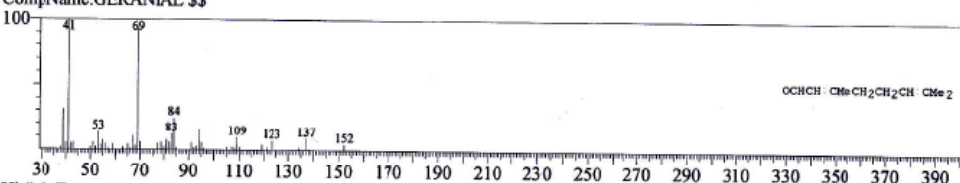
Hit#:2 Entry:4711 Library:NIST12.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:5392-40-5 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-



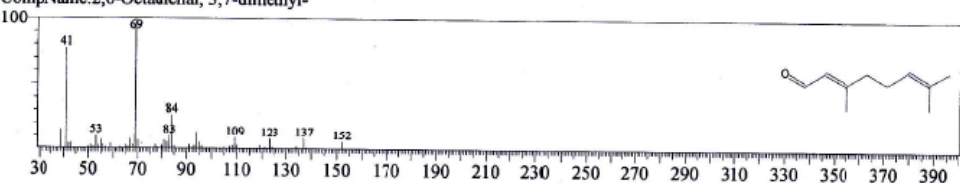
Hit#:3 Entry:29309 Library:WILEY229.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:5392-40-5 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:Citral \$\$ 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (CAS) 3,7-Dimethyl-2,6-octadienal \$\$ 3,7-Dimethyl-1-2,6-octadienal \$\$



Hit#:4 Entry:29555 Library:WILEY229.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:141-27-5 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:GERANIAL \$\$



Hit#:5 Entry:4710 Library:NIST12.LIB  
 SI:95 Formula:C10H16O CAS:5392-40-5 MolWeight:152 RetIndex:0  
 CompName:2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-



**Lampiran 10. Spektra Inframerah Kitosan, Minyak Kemangi dan Campuran**

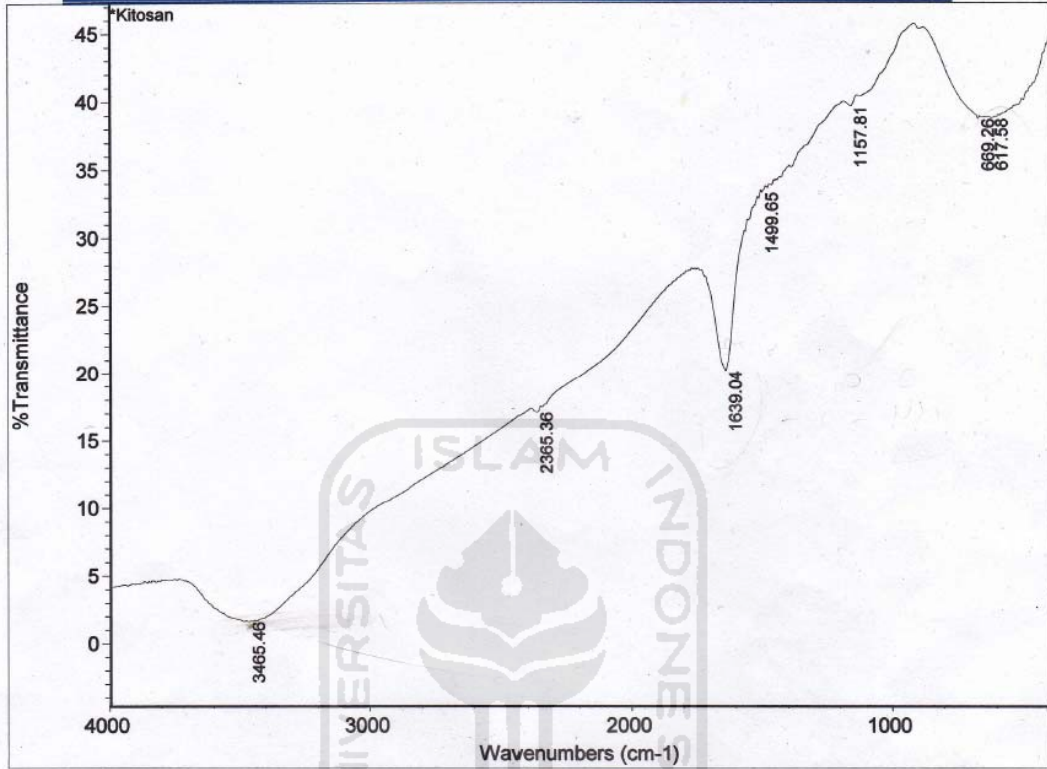
**Kitosan-Minyak Kemangi**





**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU**

Jl. Kaliurang Km.14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895920 ext. 3044 fax (0274) 896439 ext. 3020



Mon Jun 13 08:57:53 2011 (GMT+07:00)

**FIND PEAKS:**

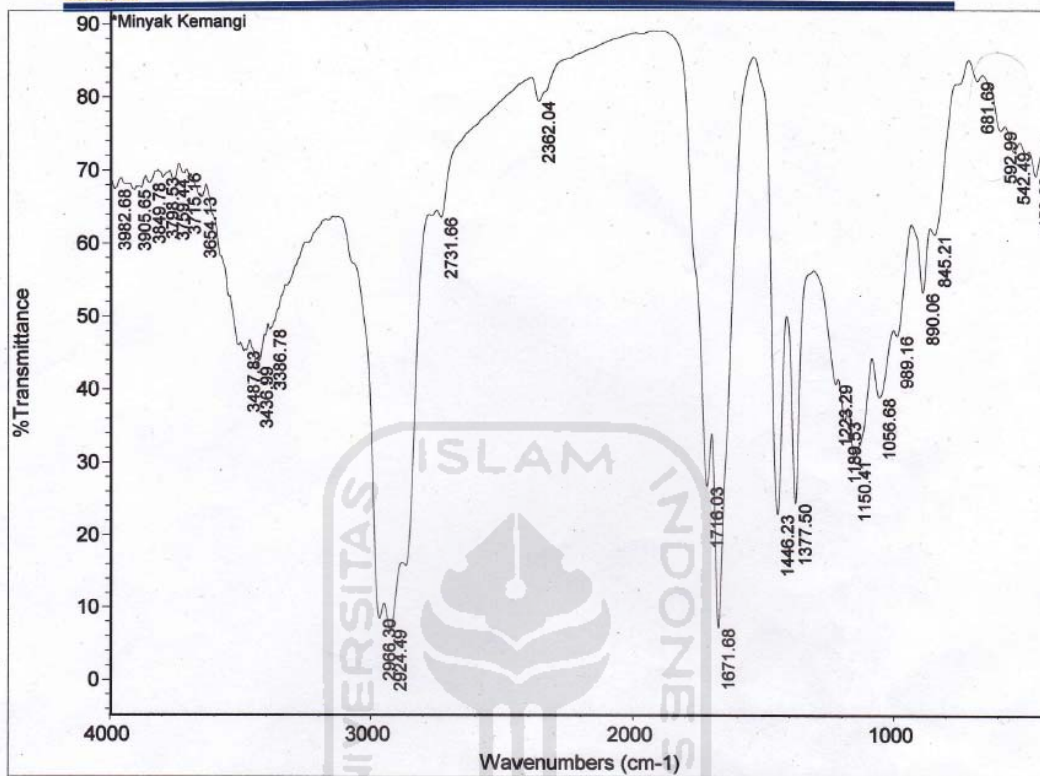
Spectrum: \*Kitosan  
Region: 4000.00 400.00  
Absolute threshold: 46.017  
Sensitivity: 95  
Peak list:

Position:	3465.46	Intensity:	1.599
Position:	2365.36	Intensity:	17.015
Position:	1639.04	Intensity:	20.096
Position:	1499.65	Intensity:	33.286
Position:	669.26	Intensity:	38.688
Position:	617.58	Intensity:	38.730
Position:	1157.81	Intensity:	39.633



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU**

Jl. Kaliurang Km.14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895920 ext. 3044 fax (0274) 896439 ext. 3020



Mon Jun 13 09:01:05 2011 (GMT+07:00)

**FIND PEAKS:**

Spectrum: \*Minyak Kemangi  
Region: 4000.00 400.00  
Absolute threshold: 89.534  
Sensitivity: 85  
Peak list:

Position:	Intensity:
2924.49	6.794
1671.68	7.087
2966.30	8.252
1446.23	22.745
1377.50	24.230
1716.03	26.564
1150.41	30.244
1189.53	35.481
1056.68	38.761
1223.29	40.593
3436.99	43.002
3487.83	45.151
989.16	47.183
2999.78	48.442

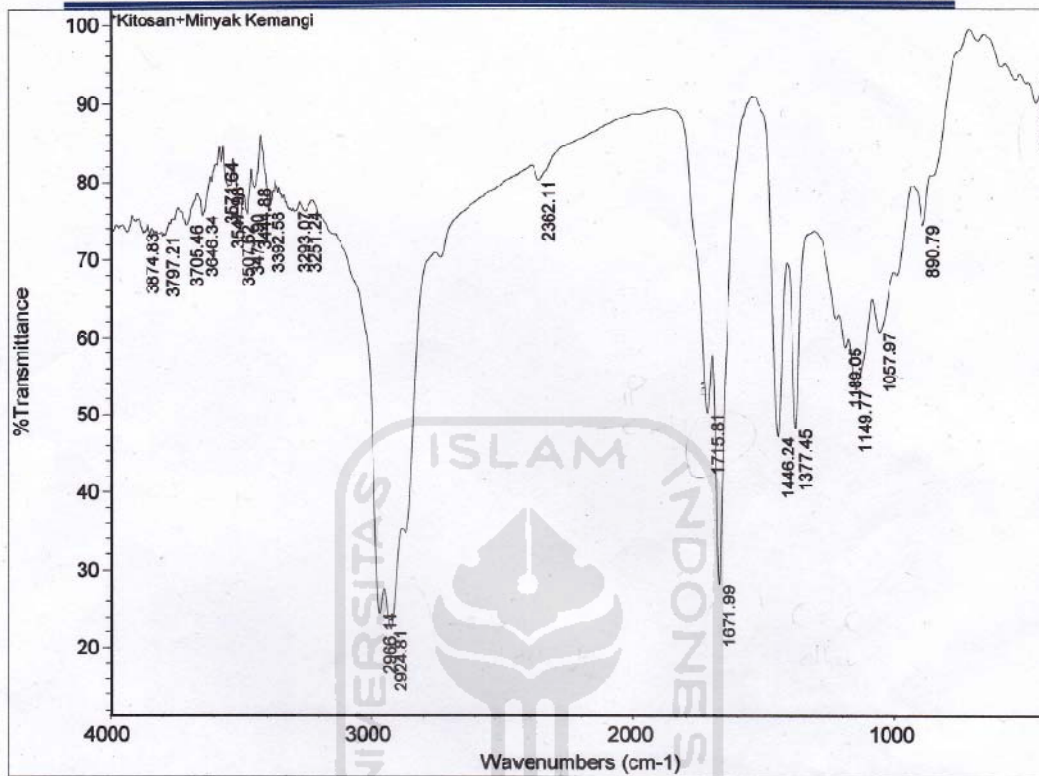
Position:	845.21	Intensity:	61.047
Position:	2731.66	Intensity:	63.466
Position:	3654.13	Intensity:	66.286
Position:	3905.65	Intensity:	67.305
Position:	3982.68	Intensity:	67.420
Position:	3849.78	Intensity:	68.250
Position:	3759.44	Intensity:	68.731
Position:	3798.53	Intensity:	68.951
Position:	458.03	Intensity:	69.059
Position:	3715.16	Intensity:	69.556
Position:	542.49	Intensity:	72.406
Position:	592.99	Intensity:	75.246
Position:	2362.04	Intensity:	79.310
Position:	681.69	Intensity:	82.104





**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU**

Jl. Kaliurang Km.14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895920 ext. 3044 fax (0274) 896439 ext. 3020



Tue Jun 21 15:42:16 2011 (GMT+07:00)

**FIND PEAKS:**

Spectrum: \*Kitosan+Minyak Kemangi  
Region: 4000.00 400.00  
Absolute threshold: 100.046  
Sensitivity: 70

**Peak list:**

Position	Intensity
2924.81	22.206
2966.14	24.423
1671.99	27.932
1446.24	46.978
1377.45	47.963
1715.81	50.066
1149.77	52.955
1189.05	58.652
1057.97	60.605
3797.21	73.033
3874.83	73.439
890.79	74.302
3705.46	74.460



Position:	3471.90	Intensity:	75.914
Position:	3392.58	Intensity:	76.209
Position:	3251.24	Intensity:	76.216
Position:	3293.07	Intensity:	76.209
Position:	3444.88	Intensity:	79.210
Position:	3547.98	Intensity:	79.315
Position:	2362.11	Intensity:	80.202
Position:	3571.64	Intensity:	82.498
Position:	458.39	Intensity:	89.988
Position:	404.55	Intensity:	92.297

