

repository.ub.ac

UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK KASAR RUMPUT LAUT HIJAU *Ulva reticulata*
DENGAN KONSENTRASI BERBEDA TERHADAP DAYA HAMBAT BAKTERI

Salmonella typhi

SKRIPSI

PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN
JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh :

CHAMIM CHABIBI

NIM. 105080313111011



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

RINGKASAN

CHAMIM CHABIBI laporan skripsi tentang Uji Efektivitas Ekstrak Kasar Laut Hijau *Ulva reticulata* dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Daya Hambat Bakteri *Salmonella typhi*. (dibawah bimbingan Dr.Ir. Kartini Zaelanie, MS dan Dr. Ir. Yahya, MP)

Dari hasil penelitian didapatkan jumlah rata-rata dari setiap perlakuan mulai dari kontrol DMSO 10% tanpa ekstrak hingga menggunakan konsentrasi 10.000 ppm. Kontrol DMSO 10% didapatkan rata-rata 0,9 mm pada etanol dan 0,6 mm pada kontrol metanol. Konsentrasi 500 ppm dengan pelarut etanol memiliki rata-rata zona hambat sebesar 2 mm dan dengan pelarut metanol memiliki zona hambat sebesar 1,6 mm. Konsentrasi 5000 ppm dengan pelarut etanol didapatkan rata-rata zona hambat sebesar 3 mm dan dengan pelarut metanol didapatkan rata-rata zona hambat sebesar 2,6 mm. Konsentrasi 10.000 ppm dengan menggunakan pelarut etanol didapatkan rata-rata zona hambat sebesar 4,6 mm dan dengan pelarut metanol didapatkan rata-rata zona hambat sebesar 4,4 mm.

Hasil uji fitokimia dari *Ulva reticulata* terdapat senyawa flavonoid dan saponin. Untuk hasil GC-MS didapatkan empat senyawa tertinggi yaitu 9-*Octadecenoic acid*, *hexadecanoic acid (palmitic acid)*, *Cycloheptasiloxane* dan *Neophytadiene*.

Maksud dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat efektivitas ekstrak kasar *Ulva reticulata* terhadap bakteri *Salmonella typhi* dengan konsentrasi dan pelarut yang berbeda dengan metode uji cakram. Dan untuk Mengetahui senyawa bioaktif dalam *Ulva reticulata* yang didapatkan dari uji fitokimia dan GC-MS.

Metode penelitian pada penelitian ini adalah eksperimen. Dari teori-teori yang didapatkan sebelumnya diolah hingga menghasilkan suatu data yang dianalisa dengan RAL. Variabel bebas dalam penelitian adalah penggunaan jenis pelarut polar metanol pro analisis dan etanol pro analisis menggunakan DMSO 10% sebagai kontrol. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah perbedaan lebar diameter daerah hambatan antibakteri pada kedua bakteri yaitu *S.typhi* yang terlihat sebagai zona bening di sekitar kertas cakram dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm).

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Forensik dan Narkoba Polda Jatim, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang, pada Desember 2014 – Februari 2015.

Proses dari penelitian ini adalah bahan baku *Ulva reticulata* segar didatangkan dari desa Sekar kabupaten Pacitan. Setelah itu dibersihkan dan dijemur hingga kering dan dilakukan proses penggilingan. Setelah itu dilakukan ekstraksi terbagi menjadi 2 perlakuan. Maserasi adalah perendaman sampel dengan pelarut selama 24 jam dan evaporasi adalah penguapan pelarut untuk menghasilkan ekstrak kasar. Dilakukan uji cakram untuk mengetahui efektivitas dengan konsentrasi yang berbeda dari masing-masing pelarut yang berbeda menggunakan 3 ulangan. Dilakukan uji fitokimia dan uji GC-MS untuk mengetahui senyawa bioaktif pada ekstrak *Ulva reticulata*.

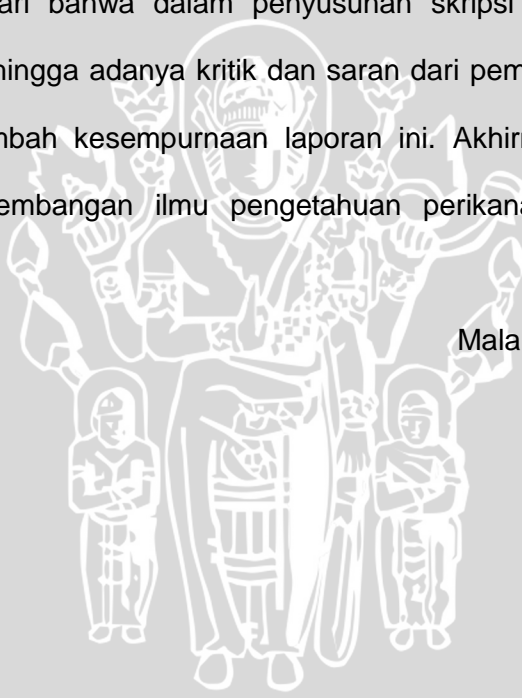
KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga tetap tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Uji Efektivitas Ekstrak Kasar Rumpun Laut Hijau *Ulva Reticulata* dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Daya Hambat Bakteri *Salmonella Typh*”.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga adanya kritik dan saran dari pembaca nantinya kami harapkan dapat menambah kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, semoga dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan bagi yang membutuhkan.

Malang, 24 Juni 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Kegunaan Penelitian.....	4
1.6 Tempat dan Waktu.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Rumput Laut Ulvareticulata	5
2.2 Pelarut	6
2.2.1 Metanol (CH ₃ OH).....	7
2.2.2 Etanol	8
2.2.3 DMSO (Dimethyl-sulfoxide) [(CH ₃) ₂ SO].....	9
2.3 Senyawa Bioaktif	11
2.3.1 Flavonoid.....	12
2.3.2 Saponin	12
2.3.3 Alkaloid.....	13
2.3.4 Terpenoid	14
2.3.5 Steroid	14
2.3.6 Tanin	15
2.4 Antibakteri.....	16
2.5 Ekstraksi	17

2.6 Evaporasi.....	18
2.7 Uji Fitokimia	19
2.8 Uji Antibakteri (Cakram).....	20
2.9 Uji GC-MS	21
2.10 Bakteri Uji (Salmonella typhi)	22

BAB III METODOLOGI

3.1 Bahan Penelitian.....	24
3.2 Alat Penelitian.....	25
3.3 Metode Penelitian	25
3.3.1 Variable Penelitian	26
3.3.2 Analisis Data	26
3.3.3 Parameter Uji	27
3.4 Prosedur Penelitian.....	28
3.4.1 Persiapan Bahan.....	28
3.4.2 Ekstraksi	29
3.4.3 Pengenceran dengan DMSO	30
3.4.4 Uji Cakram	32
3.4.5 Uji Fitokimia	33
3.4.6 Uji GC-MS.....	38

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Uji Aktivitas Antibakteri (Uji Cakram).....	39
4.2 Uji Fitokimia	41
4.2.1 Flavonoid	43
4.2.2 Saponin.....	44
4.3 Identifikasi Senyawa Aktif (GC-MS)	45
4.3.1 <i>9-Octadecenoic acid</i>	46
4.3.2 <i>Hexadecanoic acid</i>	47
4.3.3 <i>Cycloheptasiloxane</i>	47
4.3.4 <i>Neophytadene</i>	48

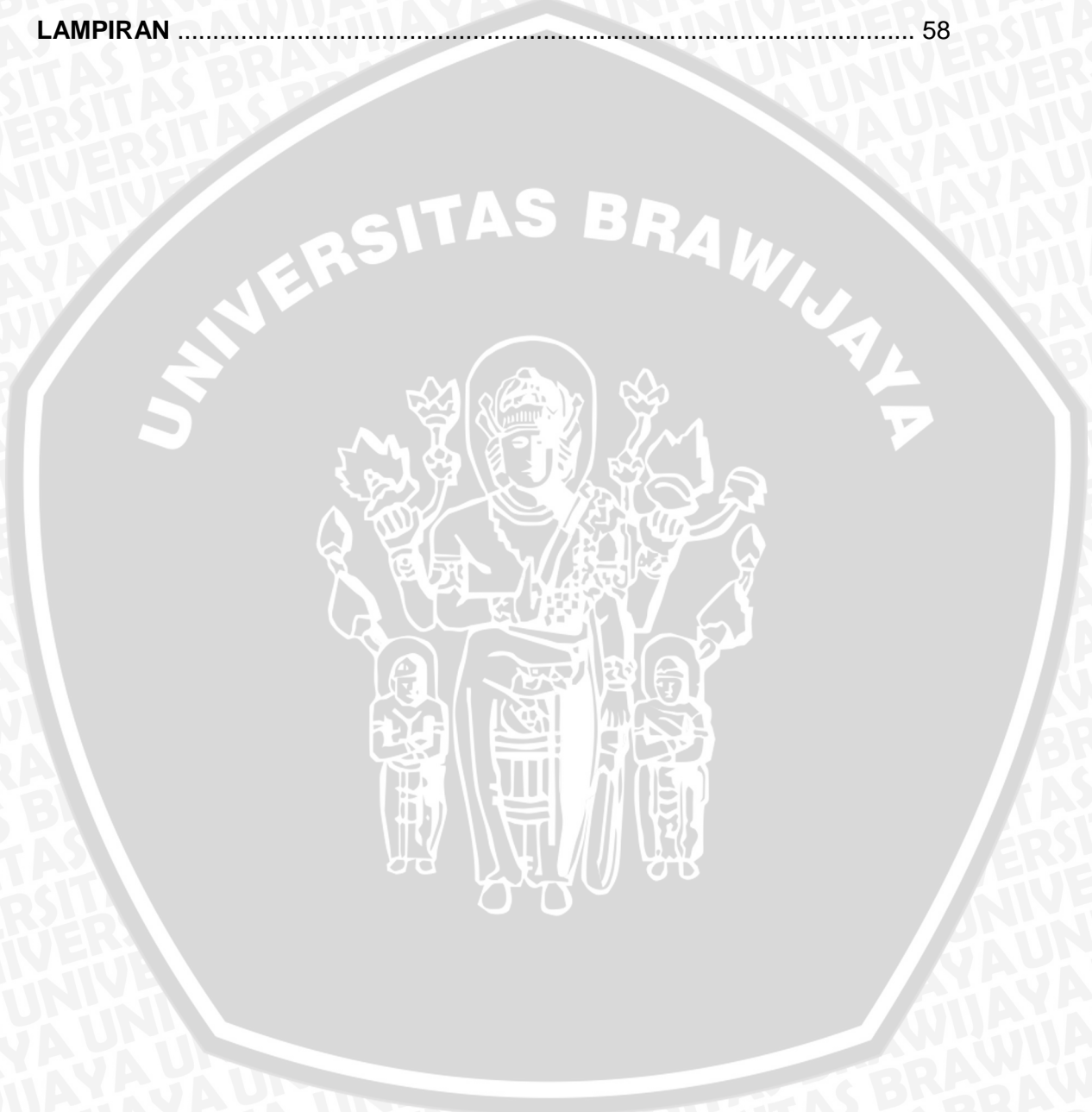
BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 49

5.2 Saran..... 49

DAFTAR PUSTAKA..... 50

LAMPIRAN 58





1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi, berbagai penyakit banyak timbul dimasyarakat, salah satunya adalah penyakit yang disebabkan karena infeksi mikroba yang hingga saat ini masih sering menjadi masalah serius dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai jenis obat antibiotik berbahan sintetik sangat banyak diproduksi. Namun dengan munculnya beberapa mikroba yang resisten terhadap bahan-bahan sintetik yang ada, maka saat ini penggunaan obat dari bahan alam sudah mulai dilirik dan banyak digunakan. Salah satunya adalah rumput laut (Dwyana dan Johannes, 2012).

Rumput laut merupakan hasil kekayaan bahari yang sangat besar yang dimiliki Indonesia. Rumput laut banyak dibudidayakan di beberapa wilayah di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Pulau Seram, Bali, Lombok, Kepulauan Riau dan Pulau Seribu. Tahun 2005 produksi rumput laut mencapai 3.400 ton dengan luas lahan 1.410 ha (Kamlasi, 2008). Jenis rumput laut yang terdapat di Indonesia yang memiliki arti ekonomis penting antara lain: (1) Rumput laut penghasil agar-agar (*agarophyte*), yaitu *Gracilaria*, *Gelidium*, *Gilidiopsis*, dan *Hypnea*, (2) Rumput laut penghasil karagenan (*Carraggenophyte*), yaitu *Euचेuma spinosum*, *Euचेuma cottonii*, *Euचेuma striatum* dan (3) Rumput laut penghasil alginat, yaitu *Sargassum*, *Macrocystis*, dan *Lessonia* (Astawan, 2004).

Rumput laut memegang peran cukup penting dalam fungsinya sebagai bahan makanan dan obat-obatan (Suriawiria, 2003). Kemampuan alga untuk memproduksi metabolit sekunder yang bersifat sebagai senyawa bioaktif dimungkinkan terjadi, karena kondisi lingkungan hidup alga yang ekstrim seperti

salinitas yang tinggi atau digunakan untuk mempertahankan diri dari ancaman predator (Dwyana dan Johannes, 2012). Sifat metabolit sekunder sebagai alat pertahanan diri organisme laut ternyata mempunyai potensi yang sangat besar sebagai bahan obat berbagai penyakit (Winston, 1998).

Dalam dekade terakhir ini, berbagai senyawa bioaktif dari isolat alga telah berhasil diisolasi. Namun pemanfaatan sumber bahan bioaktif dari alga belum banyak dilakukan (Putra, 2006). Senyawa kimia yang dihasilkan oleh jenis alga hijau *Ulva reticulata* adalah senyawa terpenoid dan senyawa aromatik yang memiliki aktivitas sebagai antiinflamasi, antimikroba, antivirus, antimutagen dan insektisida (Tamat *et al.*, 2007).

Antibakteri merupakan bahan atau senyawa yang khusus digunakan untuk kelompok bakteri. Antibakteri dapat dibedakan berdasarkan mekanisme kerjanya, yaitu antibakteri yang menghambat pertumbuhan dinding sel, antibakteri yang mengakibatkan perubahan permeabilitas membran sel atau menghambat pengangkutan aktif melalui membran sel, antibakteri yang menghambat sintesis protein, dan antibakteri yang menghambat sintesis asam nukleat sel (Dewi, 2010).

Pada penelitian yang dilakukan oleh USU (2011), dilakukan uji sensitivitas dengan metode *diffusi on* agar menggunakan cakram antimikroba. Prosedur difusi-kertas cakram-agar yang distandardisasikan (metode *Kirby-Bauer*) merupakan cara untuk menentukan sensitivitas antibiotik untuk bakteri. Sensitivitas suatu bakteri terhadap antibiotik ditentukan oleh diameter zona hambat yang terbentuk. Semakin besar diameternya maka semakin terhambat pertumbuhannya, sehingga diperlukan standar acuan untuk menentukan apakah bakteri itu resisten atau peka terhadap suatu antibiotik.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Tamat *et al.* (2011), tentang toksisitas senyawa bioaktif dari ekstrak rumput laut hijau *Ulva reticulata* dalam menghambat pertumbuhan larva *Artemia*, maka hal inilah yang menjadi dasar pikiran untuk melakukan penelitian dengan menggunakan rumput laut hijau *U. reticulata* dengan bakteri uji yang sebelumnya belum digunakan yaitu *S. typhi* yang merupakan bakteri patogen pada manusia.

1.2 Rumusan Masalah

Pemanfaatan *Ulva reticulata* masih memerlukan kajian yang meliputi:

- Perlakuan mana yang efektif antara pelarut etanol dan metanol dari ekstrak *Ulva reticulata* terhadap bakteri patogen dengan konsentrasi yang berbeda?
- Senyawa bioaktif apa yang terkandung pada ekstrak rumput laut hijau *Ulva reticulata* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Mendapatkan konsentrasi terbaik antara pelarut etanol dan metanol yang menghasilkan daya hambat terbesar dari ekstrak *Ulva reticulata* dalam menghambat bakteri patogen.
- Mengetahui senyawa bioaktif dari rumput laut *Ulva reticulata* yang didapatkan dari uji fitokimia dan GC-MS.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini adalah:

- Ada perbedaan daya hambat bakteri patogen dari pelarut metanol dan etanol terhadap daya hambat bakteri patogen dari ekstrak *Ulva reticulata*.
- Senyawa bioaktif ekstrak *Ulva reticulata* berpotensi menghambat bakteri patogen.

1.5 Kegunaan Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan:

- Memberikan informasi kepada masyarakat, pengusaha dan peneliti tentang kegunaan rumput laut hijau *Ulva reticulata* dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen.
- Masyarakat dapat memanfaatkan rumput laut hijau *Ulva reticulata* sebagai antibakteri alami yang potensial.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Forensik dan Narkoba Polda Jatim dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, pada Desember 2014 – Februari 2015.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut *Ulva reticulata*

Rumput laut terdiri dari tiga kelompok yaitu kelompok alga merah (*Rhodophyceae*), kelompok alga coklat (*Phaeophyceae*) dan kelompok alga hijau (*Chlorophyceae*) yang merupakan kelompok dari *U. reticulata*. Klasifikasi dan gambar rumput laut hijau *U. reticulata* menurut Varghese *et al.* (2010) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Chlorophyta*
Kelas : *Chlorophyceae*
Ordo : *Ulvales*
Famili : *Ulvaceae*
Genus : *Ulva Linnaeus*
Spesies : *Ulva reticulata* Forsskal



Gambar 1. Rumput laut hijau *U. reticulata*

Ulva sp. selain tumbuh menempel pada batu dapat juga tumbuh menempel pada rumput laut lainnya, karena *Ulva sp.* umumnya memiliki *thallus* yang berupa lembaran tipis dan kurang kuat menempel pada substratnya maka ia sering dijumpai terdampar di pantai (Atmadja *et al.*, 1996).

Rumput laut hijau secara umum mengandung senyawa klorofil serta senyawa karoten yang dapat berfungsi sebagai antioksidan. Rumput laut hijau atau alga hijau jenis *U. reticulata* Forsskal dapat digunakan sebagai obat karena kaya akan vitamin A, B1, C dan asam lemak (Tamat *et al.*, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian Msuya dan Neori (2002), ekstrak *U. reticulata* mengandung karbohidrat, protein dan alkaloid yang bersifat hepatotoksik dan kaya antioksidan sehingga sangat bermanfaat dalam bidang farmakologi. Komposisi gizi *Ulva reticulata* disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi gizi *Ulva reticulata*.

Komposisi	Jumlah (% bk)
Protein	18.9 ± 4.0
Karbohidrat	23.1 ± 5.4
Abu	22.2 ± 2.0
Fosfor	0.1 ± 0.0
Serat	37.7 ± 3.6

Sumber: Msuya dan Neori, 2002

2.2 Pelarut

Pelarut merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan dalam proses ekstraksi. Pemilihan pelarut didasarkan pada kemampuan dan kelarutannya dalam mengekstrak senyawa yang diinginkan (Guenther, 1987). Pelarut yang baik untuk digunakan dalam proses ekstraksi adalah pelarut yang mempunyai daya melarutkan yang tinggi terhadap senyawa yang diekstraksi. Daya melarutkan tersebut berhubungan dengan polaritas pelarut dan polaritas senyawa yang diekstraksi (Vogel, 1987). Beberapa sifat pelarut yang ideal antara lain memiliki selektifitas yang tinggi terhadap senyawa yang diekstraksi, memiliki perbedaan titik didih dan densitas yang cukup besar, bersifat inert, tidak beracun, memiliki viskositas yang kecil, tidak bersifat korosif, tidak mudah terbakar, tidak bersifat reaktif terhadap senyawa yang diekstraksi, murah dan mudah didapat (Yasita dan Rachamawati, 2013).

Bahan-bahan dan senyawa kimia akan mudah larut dalam bahan pelarut yang memiliki polaritas yang sama. Secara fisika, tingkat polaritas suatu pelarut

ditunjukkan dengan nilai konstanta dielektrik. Suatu pelarut disebut semakin polar apabila semakin besar nilai konstanta dielektriknya (Sudarmadji *et al.*, 2007). Pelarut yang bersifat polar cenderung melarutkan senyawa yang bersifat polar, dan sebaliknya pelarut non polar cenderung melarutkan senyawa non polar (Vogel, 1987). Konstanta dielektrik dan tingkat kelarutannya dalam air beberapa jenis pelarut yang umum digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konstanta dielektrik dan kelarutan beberapa pelarut yang digunakan

Pelarut	Konstanta dielektrik	Kelarutan dalam air
Metanol	33	Larut
Etanol	30	Larut
DMSO	47	Sedikit

Sumber : Lide, 2015

2.2.1 Metanol (CH₃OH)

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH₃OH. Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan atmosfer, metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi etanol industri. Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbondioksida dan air (Hikmah dan Zuliana, 2010).

Metanol biasa digunakan sebagai pelarut organik, merupakan jenis alkohol yang mempunyai struktur paling sederhana, tetapi paling toksik pada manusia. Keracunan akibat metanol biasanya terjadi karena overdosis yang secara sengaja

atau tidak sengaja tertelan sehingga menyebabkan asidosis metabolik (Nabila, 2011).

Menurut Unsal *et al.*, (2011) metanol adalah alkohol beracun yang mungkin sengaja tertelan yang dikonsumsi sebagai pengganti etanol. Umumnya dilaporkan bahwa gejala awal penggunaan metanol adalah keracunan dan bisa mematikan apabila dosis sebesar 30 – 240 ml dan dosis mematikan minimum sebesar 100 ml (1 g / kg). Sifat-sifat metanol disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Sifat-sifat Metanol

Karakteristik	Keterangan
Nama	Metanol (<i>Methanol</i>)
Sinonim	Metil alkohol (<i>Methyl alcohol</i>)
Rumus molekul	CH ₄ O; CH ₃ OH
Bentuk fisik	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Bentuk fisik	Cair
Berat molekul	32,042 g·mol ⁻¹
Titik didih	64,6 °C
Titik lebur	-97,53 °C
Densitas	0,7914 ²⁰ g/cm ³
Konstanta dielektrik	33,0
Kelarutan	Misibel dalam air, etanol, dietil eter dan aseton; sangat larut dalam benzena; dan larut dalam kloroform

Sumber: Lide (2005).

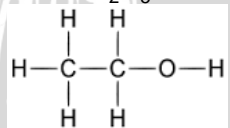
2.2.2 Etanol (C₂H₅OH)

Etanol atau *ethyl alcohol* (C₂H₅OH) termasuk kelompok *hidroksil* yang memberikan polaritas pada molekul dan mengakibatkan meningkatnya ikatan hydrogen intermolekuler. Etanol ini merupakan cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, jernih dan tidak berwarna. Etanol memiliki massa jenis 0.7893 g/mL. Titik didih etanol pada tekanan atmosfer adalah 78.32°C. Etanol digunakan pada berbagai produk meliputi campuran bahan bakar, produk minuman, penambah rasa, industri farmasi dan bahan-bahan kimia (Kurniawan *et al.*, 2010).

Etanol merupakan cairan jernih tak berwarna, rasanya pahit, mudah menguap, larut dalam air dalam semua perbandingan dan bersifat hipnotik. Kegunaan etanol selain sebagai pelarut, antiseptik, minuman juga sebagai bahan makanan, dalam industri farmasi dan sebagai bahan bakar (Hernawati, 2014). Pada umumnya pelarut yang sering digunakan adalah etanol. Etanol telah banyak digunakan sebagai pelarut di bidang pangan dan obat-obatan dan cenderung lebih aman dibandingkan eter dan aseton (Mardaningsih *et al.*, 2012).

Menurut Murty (2008), Etanol adalah racun dan terlalu tinggi menggunakan dosisnya akan memicu salah satu pertahanan utama tubuh terhadap racun, yaitu mengalami muntah. Ketika perut sudah penuh makanan, molekul alkohol memiliki sedikit kesempatan untuk datang dan kontak langsung dengan dinding perut dan alkohol akan mempengaruhi otak secara perlahan. Sifat-sifat etanol disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Sifat-sifat Etanol

Karakteristik	Keterangan
Nama	Etanol (<i>ethanol</i>)
Sinonim	Etil alkohol; hidroksietana; alkohol; etil hidrat; alkohol absolut
Rumus molekul	C ₂ H ₅ OH
Bentuk fisik	
Bentuk fisik	Cair
Berat molekul	46,07 g·mol ⁻¹
Titik didih	78,37 °C
Titik lebur	-114°C
Densitas	0,789 g/cm ³
Konstanta dielektrik	36,0
Kelarutan	Misibel dalam air, metanol, dietil eter, dan aseton; sangat larut dalam benzena; dan larut dalam kloroform

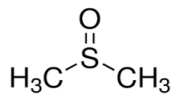
Sumber: Lide (2005).

2.2.3 DMSO (Dimethyl-sulfoxide) [(CH₃)₂SO]

Menurut Handayani *et al.* (2007), DMSO (Dimethyl-sulfoxide) merupakan salah satu pelarut yang dapat melarutkan hampir semua senyawa baik polar maupun non polar. Selain itu DMSO tidak memberikan daya hambat pertumbuhan bakteri sehingga tidak mengganggu hasil pengamatan pengujian aktivitas antibakteri dengan metode difusi agar.

Menurut Hastari (2012), faktor lain yang dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan koloni bakteri adalah pelarut ekstrak. Salah satu zat yang sering digunakan untuk melarutkan ekstrak adalah *Dimethyl-sulfoxide* (DMSO). *Dimethyl-sulfoxide* (DMSO) merupakan salah satu pelarut dalam uji antibakteri maupun uji antifungal suatu ekstrak atau obat baru. Penelitian ini menggunakan dimethyl-sulfoxide dengan konsentrasi 10 %, karena pada konsentrasi ini DMSO tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Sifat-sifat DMSO disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Sifat-sifat DMSO

Karakteristik	Keterangan
Nama	DMSO, Dimetil Sulfoksida (<i>Dimethyl sulfoxide</i>)
Sinonim	Metilsulfonilmetan
Rumus molekul	(CH ₃) ₂ SO
Bentuk fisik	
Bentuk fisik	Cair
Berat molekul	78.13 g mol ⁻¹
Titik didih	189 °C
Titik lebur	19 °C
Densitas	1.1004 g cm ⁻³
Konstanta dielektrik	47,0
Kelarutan	Misibel dalam senyawa polar dan sebagian nonpolar.

Sumber: Lide (2005)

Menurut penelitian Oktaviani (2011), DMSO yang berada di dalam sel dapat mencegah presipitasi dari larutan seperti protein dan garam. Konsentrasi DMSO

kurang dari 2% tidak efektif dalam mempresrvasi mikroalga, sedangkan apabila konsentrasi DMSO lebih dari 12% akan menyebabkan toksik bagi mikroalga. Konsentrasi DMSO yang terlalu tinggi dapat mendenaturasi enzim pada suhu ruang dan menyebabkan ketidakstabilan protein.

2.3 Senyawa Bioaktif

Bioaktif adalah zat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang memiliki manfaat kesehatan dalam tubuh. Ditinjau secara biologi, alga merupakan kelompok tumbuhan yang berklorofil yang terdiri dari satu atau banyak sel dan berbentuk koloni. Alga mengandung bahan-bahan organik seperti polisakarida, hormon, vitamin, mineral dan juga senyawa bioaktif (Simanjuntak, 1995). Ditambahkan pula oleh Kannan *et al.* (2009) bahwa komponen bioaktif merupakan kelompok senyawa fungsional yang terkandung dalam bahan pangan dan dapat memberikan pengaruh biologis.

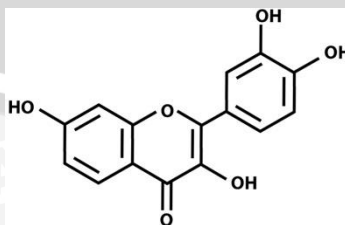
Banyaknya senyawa bioaktif dari alga dapat digunakan sebagai sumber bahan obat-obatan. Alga hijau, alga merah ataupun alga coklat merupakan sumber potensial senyawa bioaktif yang sangat bermanfaat bagi pengembangan industri farmasi seperti sebagai antibakteri dan antikanker. Selain itu, dalam industri agrokimia juga dapat dimanfaatkan untuk fungisida dan herbisida. Kemampuan alga untuk memproduksi metabolit sekunder terhalogenasi yang bersifat sebagai senyawa bioaktif dimungkinkan terjadi karena kondisi lingkungan hidup alga yang ekstrem seperti salinitas yang tinggi atau akan digunakan untuk mempertahankan diri dari ancaman predator. Namun pemanfaatan sumber bahan bioaktif dari alga belum banyak dilakukan (Eri, 2007).

Kandungan metabolit sekunder dari rumput laut berpotensi sebagai metabolit bioaktif yang beragam dengan aktivitas yang sangat luas sebagai antibakteri dan antivirus. Rumput laut hijau, merah ataupun coklat merupakan sumber potensial senyawa bioaktif yang sangat bermanfaat bagi pengembangan industri farmasi seperti sebagai anti bakteri, anti tumor, anti kanker dan industri agrokimia terutama untuk fungisida dan herbisida (Siregar *et al.*, 2012).

2.3.1 Flavonoid

Flavonoid adalah golongan pigmen organik yang tidak mengandung molekul nitrogen. Kombinasi dari berbagai macam pigmen ini membentuk pigmentasi pada daun, bunga, buah dan biji tanaman. Pigmen juga bermanfaat bagi manusia dan salah satu manfaat yang penting adalah sebagai antioksidan (Bhat *et al.*, 2009). Ditambahkan pula oleh Sirait (2007), bahwa flavon dalam dosis kecil bekerja sebagai stimulan pada jantung dan pembuluh darah kapiler sebagai antioksidan pada lemak.

Golongan flavonoid dapat digambarkan sebagai deretan senyawa C₆-C₃-C₆. Artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C₆ (cincin benzen tersubstitusi) disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon. Pengelompokan flavonoid dibedakan berdasarkan cincin heterosiklik-oksigen tambahan dan gugus hidroksil yang tersebar menurut pola yang berlainan pada rantai C₃ (Robinson, 1995). Struktur Flavonoid disajikan pada Gambar 2.

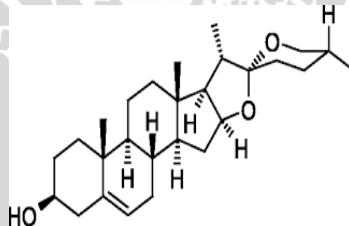


Gambar 2. Struktur Flavonoid (Google image, 2015)

2.3.2 Saponin

Saponin adalah glikosida triterpina dan setrol yang telah terdeteksi dalam lebih dari 90 genus pada tumbuhan. Glikosida adalah suatu kompleks antara gula pereduksi (glikon) dan bukan gula (aglikon). Banyak saponin yang mempunyai satuan gula sampai 5 dan komponen yang umum ialah asam glukoronat. Adanya saponin dalam tumbuhan ditunjukkan dengan pembentukan busa yang mantab sewaktu mengekstraksi tumbuhan atau memekatkan ekstrak (Harborne, 2006).

Saponin adalah senyawa aktif permukaan yang kuat yang menimbulkan busa bila dikocok dalam air dan pada konsentrasi yang rendah sering menyebabkan hemolisis pada sel darah merah (Faradisa, 2008). Ditambahkan pula oleh Mi Jeong dan Ji Wong (2005), bahwa saponin pada akar tanaman dapat digunakan sebagai obat generik yang dapat mengobati penyakit diabetes. Struktur Saponin disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Saponin (Google image, 2015)

2.3.3 Alkaloid

Alkaloid merupakan metabolit sekunder terbesar yang banyak ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi dan mempunyai susunan basa nitrogen, yaitu satu atau dua atom nitrogen (Bhat *et al.*, 2009). Alkaloid sering beracun bagi manusia dan mempunyai efek fisiologis yang menonjol, sehingga sering digunakan untuk pengobatan. Fungsi alkaloid dalam tumbuhan belum diketahui secara pasti, namun

alkaloid berfungsi sebagai pengatur tumbuh atau penghalau dan penarik serangga (Harborne, 2006).

Alkaloid dibentuk berdasarkan prinsip pembentukan campuran dan terbagi menjadi 3 bagian, yaitu elemen yang mengandung N terlibat pada pembentukan alkaloid, elemen tanpa N yang ditemukan dalam molekul alkaloid dan reaksi yang terjadi untuk pengikatan khas elemen-elemen pada alkaloid (Sirait, 2007). Senyawa alkaloid dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif. Senyawa alkaloid dapat menyebabkan lisis sel dan perubahan morfologi bakteri (Karou *et al.*, 2006). Struktur saponin disajikan pada Gambar 4.

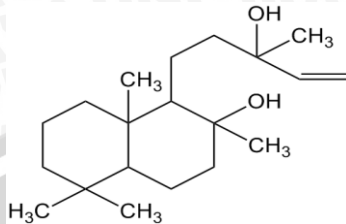


Gambar 4. Struktur Alkaloid (Google image, 2015)

2.3.4 Terpenoid

Terpenoid memiliki berat molekul sebesar 464,6 g/mol (Cruz, 2007). Terpena adalah senyawa hidrokarbon yang mempunyai struktur umum $C_{10}H_{16}$ dan terdapat dalam bentuk diterpena, triterpena, tetraterpena dan sesquiterpena berturut-turut dengan C_{20} , C_{30} , C_{40} , C_5 dan C_{15} . Terpena yang mengandung elemen lain biasanya oksigen disebut terpenoid. Mekanisme terpenoid sebagai antibakteri yaitu bereaksi dengan protein transmembran pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga berakibat rusaknya protein transmembran. Rusaknya protein transmembran ini merupakan pintu keluar masuknya senyawa, akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri yang mengakibatkan sel bakteri

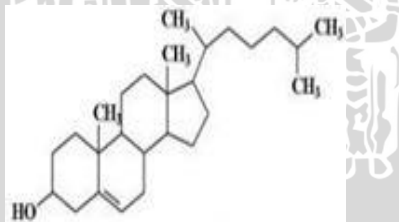
akan kekurangan nutrisi. Sehingga pertumbuhan bakteri terhambat atau mati (Cowan, 1999). Struktur terpenoid disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Terpenoid (Google image, 2015)

2.3.5 Steroid

Rumus kimia steroid adalah $C_{17}H_{19}N_5$ dan berat molekul sebesar 293,366 g/mol (Druglead, 2009). Tiga senyawa yang biasa disebut fitosterol terdapat pada hampir setiap tumbuhan tinggi yaitu: sitosterol, stigmasterol dan kampasterol. Steroid adalah triterpenoid yang mengandung inti siklopentana perhidrofenantren yaitu dari tiga cincin sikloheksana dan sebuah cincin siklopentana. Dahulu sering digunakan sebagai hormon kelamin dan asam empedu, tetapi pada tahun terakhir ini banyak steroid yang ditemukan dalam jaringan tumbuhan (Harborne, 1987). Struktur Steroid disajikan pada Gambar 6.



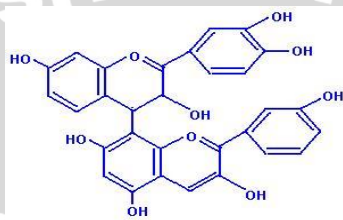
Gambar 6. Struktur Steroid (Google image, 2015)

2.3.6 Tanin

Tanin adalah senyawa yang berasal dari tumbuhan, memiliki kemampuan untuk mengendapkan protein dengan membentuk kopolimer mantap yang tidak larut dalam air. Secara kimia terdapat dua jenis utama tanin yang tersebar tidak merata dalam dunia tumbuhan, yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis. Tanin

terkondensasi hampir terdapat disemua paku-pakuan dan pada jenis tumbuhan berkayu. Sedangkan tanin terhidrolisis penyebarannya hanya terbatas pada tumbuhan berkeping dua (Harborne, 2006).

Tanin merupakan golongan senyawa aktif tumbuhan yang bersifat fenol mempunyai rasa sepat dan mempunyai kemampuan menyamak kulit. Secara kimia tanin dibagi menjadi dua golongan, yaitu tanin terkondensasi atau tanin katekin dan tanin terhidrolisis (Robinson, 1995). Struktur tanin disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Struktur Tanin (Google image, 2015)

2.4 Antibakteri

Antibakteri adalah obat atau senyawa yang digunakan untuk membunuh bakteri khususnya bakteri yang merugikan manusia. Suatu antibakteri yang ideal memiliki toksisitas selektif, berarti obat antibakteri tersebut hanya berbahaya bagi bakteri, tetapi relatif tidak membahayakan bagi hospes. Berdasarkan sifat toksisitas selektif, ada bakteri yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik) dan ada yang bersifat membunuh bakteri (bakterisida). Kadar minimal yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan bakteri atau membunuhnya, masing-masing dikenal sebagai Kadar Hambat Minimum (KHM) dan Kadar Bunuh Minimum (KBM). Antibakteri tertentu aktivitasnya dapat meningkat dari bakteriostatik menjadi bakterisida bila kadar antibakterinya ditingkatkan melebihi KHM (Setiabudy dan Gan, 1995).

Menurut Jawetz *et al.* (1995), antimikroba yang baik harus memenuhi syarat-syarat yaitu mempunyai kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang luas (*broad spectrum antibacteria*), tidak menimbulkan efek samping (*side effect*) yang buruk pada tubuh, seperti reaksi alergi, kerusakan syaraf, iritasi lambung dan sebagainya, serta tidak mengganggu keseimbangan flora normal tubuh seperti flora usus dan flora kulit.

Mekanisme penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri oleh senyawa antibakteri dapat berupa perusakan dinding sel dengan cara menghambat pembentukannya atau mengubahnya setelah selesai terbentuk, perubahan permeabilitas membran sitoplasma sehingga menyebabkan keluarnya bahan makanan dari dalam sel, perubahan molekul protein dan asam nukleat, penghambatan kerja enzim, dan penghambatan sintesis asam nukleat dan protein. Di bidang farmasi, bahan antibakteri dikenal dengan nama antibiotik, yaitu suatu substansi kimia yang dihasilkan oleh mikroba dan dapat menghambat pertumbuhan mikroba lain. Senyawa antibakteri dapat bekerja sebagai bakteristatik, bakterisidal, dan bakterilitik (Agustin dan Kusmiyati, 2006).

Ditambahkan pula oleh Salosso (2011), bahwa penghambatan bakteri disebabkan oleh adanya senyawa fenol yang menyebabkan perusakan pada membran sitoplasma. Ion H dari senyawa fenol dan turunannya (flavonoid) akan menyerang gugus polar (gugus fosfat) sehingga molekul fosfolipida pada dinding sel bakteri akan terurai menjadi gliserol, asam karboksilat dan asam fosfat. Dalam keadaan demikian, fosfolipida tidak mampu mempertahankan bentuk membran sitoplasma akibatnya membran sitoplasma akan bocor dan bakteri akan mengalami hambatan pertumbuhan bahkan kematian. Sifat-sifat fenol disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Sifat-sifat Fenol

Karakteristik	Keterangan
Nama	Fenol (<i>Phenol</i>)
Sinonim	Asam karbolat, Benzenol, Asam fenilat, Hidroksibenzena, Asam fenat
Rumus molekul	C_6H_6O
Bentuk fisik	
Bentuk fisik	Padat kristal
Berat molekul	$94.11 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Densitas	$1.07 \text{ g}/\text{cm}^3$
Konstanta dielektrik	33,0
Kelarutan	Misibel dalam air, Aseonitril

2.5 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan metode pemisahan berdasarkan kelarutan suatu zat yang tidak saling campur (Lenny, 2008). Ekstraksi digolongkan ke dalam dua bagian besar berdasarkan bentuk fase yang diekstraksi, yaitu ekstraksi cair-cair dan ekstraksi cair padat. Ekstraksi cair padat terdiri dari beberapa cara yaitu maserasi, perkolasi dan ekstraksi sinambung. Prinsip ekstraksi adalah melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan senyawa nonpolar dalam pelarut nonpolar (Harborne, 1987).

Proses ekstraksi senyawa antibakteri dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu *aqueus phase* dan *organic phase*. Ekstraksi *aqueus phase* dilakukan dengan pelarut air, sedangkan ekstraksi *organic phase* menggunakan pelarut organik. Prinsip kelarutan yaitu polar melarutkan senyawa polar, pelarut semi polar melarutkan senyawa semi polar, dan pelarut non polar melarutkan senyawa non polar (Agustin dan Kusmiyati, 2006).

Maserasi adalah cara ekstraksi yang paling sederhana. Bahan yang dihaluskan sesuai dengan syarat-syarat farmakope (umumnya terpotong-potong atau berupa serbuk kasar) disatukan dengan bahan pengekstraksi. Selanjutnya rendaman tersebut disimpan terlindung dari cahaya (mencegah reaksi yang dikatalis cahaya atau perubahan warna) dan diaduk kembali (Sa'ad, 2009).

2.6 Evaporasi

Evaporasi (penguapan) atau pemekatan merupakan proses yang melibatkan perpindahan panas dan massa secara simultan. Prinsip dari proses evaporasi adalah penguapan sebagian pelarut dalam suatu produk sehingga diperoleh suatu produk yang kental (konsentrat). Kecepatan penguapan dipengaruhi oleh efektifitas pindah panas dan pindah massa. Penguapan terjadi apabila suhu suatu bahan sama atau lebih tinggi dari titik didih cairan. Pada produk yang sensitif terhadap suhu tinggi, titik didih cairan atau pelarut harus diturunkan sehingga lebih rendah dari titik didih pada kondisi normal. Menurunkan titik didih pelarut atau cairan dilakukan dengan cara menurunkan tekanan di atas permukaan cairan menjadi lebih rendah dari tekanan atmosfer atau disebut vakum (Joharman, 2006).

Pemekatan dengan *rotary vacuum evaporator* merupakan teknik pemekatan ekstrak tanpa merusak senyawa yang diisolasi dari ekstrak karena rangkaian alat ini menggunakan pompa vakum sehingga di dalam evaporator terjadi pengurangan tekanan yang menyebabkan pelarut dapat menguap di bawah titik didihnya. Teknik pemekatan sesuai untuk ekstrak yang mempunyai sensitifitas terhadap suhu tinggi (Siadi, 2012).

2.7 Uji Fitokimia

Senyawa fitokimia memberikan aroma khas, rasa dan warna tertentu bagi tanaman dalam berintegrasi dengan lingkungan. Fitokimia mempunyai pengaruh biologis sebagai antioksidan yang pengaruh untuk menghambat pertumbuhan kanker, mempunyai sifat menghambat pertumbuhan bakteri, menurunkan kolesterol, menurunkan kadar glukosa darah, bersifat antibiotik dan menimbulkan pengaruh peningkatan kekebalan tubuh. Fitokimia yang telah diketahui adalah sekitar 30.000 jenis dan sebanyak 5.000-10.000 jenis terdapat dalam bahan pangan serta hampir 400.000 jenis tanaman mengandung fitokimia (Andriana, 2009).

Fitokimia yang merupakan hasil metabolit sekunder tumbuhan digolongkan menjadi alkaloid, antrakuinon, kumarin, minyak esensial (sebagian terpenoid dan fenilpropanoid), flavonoid, steroid dan terpenoid (Channel, 1998). Kandungan kimia tumbuhan dapat digolongkan berdasarkan asal biosintesis, sifat kelarutan dan adanya gugus fungsi tertentu (Harborne, 2006).

Menurut Astuti (2014) dalam penelitiannya tentang pengujian kualitatif fitokimia dijelaskan sebagai berikut:

Uji Fenolik, tambahkan ke dalam larutan sampel beberapa tetes larutan besi (III) klorida (FeCl_3) 1%. Adanya senyawa kelompok fenol ditandai dengan munculnya warna hijau, merah, ungu atau hitam.

Uji Flavonoid, tambahkan beberapa tetes HCl pekat dan 1,5 gram logam magnesium. Adanya flavonoid, diindikasikan dari terbentuknya warna *pink* atau merah magenta dalam waktu 3 menit.

Uji Saponin, campurkan 10 ml filtrat dengan 5 ml *aquadest* dan kocok hingga terbentuk busa stabil. Tambahkan *olive oil* dan kocok dengan keras, adanya saponin ditandai dengan terbentuknya emulsi yang stabil.

Uji Steroid, tambahkan asam asetat anhidrat 2 ml pada 0,5 ekstrak etanol. Kemudian tambahkan 2 ml asam sulfat pekat. Adanya steroid ditandai dengan perubahan warna dari violet menjadi biru atau hijau

Uji Terpenoid, campur 5 ml ekstrak dengan 2 ml kloroform. Kemudian tambahkan dengan hati-hati 3 ml asam sulfat pekat. Terbentuknya warna coklat kemerahan pada permukaan dalam larutan, menunjukkan adanya terpenoid.

Uji Alkaloid, tambahkan 5 ml HCl 2 M ke dalam 20 gram ekstrak, aduk dengan sedikit pemanasan selama 5 menit. Tambahkan 0,5 gram NaCl, aduk dan saring, setelah itu tambahkan HCl 0.2 M, untuk membilas filter. Pekatkan filtrat sampai memperoleh volume 5 ml. Masukkan filtrat pada 2 tabung reaksi kecil, masing-masing 1 ml. Tabung 1 diberi pereaksi *Mayer* dan tabung 2 diberi pereaksi *Wagner*, amati terjadinya kekeruhan dan endapan. Untuk menentukan adanya senyawa fenolik dan flavonoid sebagai konfirmasi, gunakan uji kuantitatif dengan alat Spektrofotometer UV.

2.8 Uji Antibakteri (Cakram)

Beberapa bahan antimikroba tidak membunuh tetapi hanya menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Bahan antimikroba bersifat menghambat apabila digunakan dalam konsentrasi kecil, namun bila digunakan dalam konsentrasi tinggi dapat mematikan mikroorganisme. Salah satu cara untuk menguji bahan antimikroba dapat dilakukan dengan uji cakram. Uji cakram diperkenalkan oleh Willian Kirby dan Alfred Bauer pada tahun 1966, kertas cakram yang berisi zat antimikroba diletakkan di atas lempengan agar yang telah disemai dengan mikroorganisme penguji. Penghambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh zat antimikroba terlihat sebagai wilayah yang jernih sekitar pertumbuhan mikroorganisme (Lay, 1994).

Lebar daerah hambatan ini tergantung pada konsentrasi obat yang digunakan. Cakram ini bisa untuk menggolongkan pengaruh obat antimikroba yaitu sensitif (S) dan resisten (R), *intermediate* (I). Saat meletakkan kertas cakram tidak boleh ada pergeseran sedikitpun dan pengukuran diameter daerah hambatan dalam milimeter (Bonang dan Koeswardono, 2011). Ditambahkan menurut Lay (1994), adapun cara peletakkan kertas cakram dengan petridis minimal 15 mm dan jika jumlah cakram lebih dari satu, maka jarak antar cakram minimal 24 mm.

2.9 Uji GC-MS

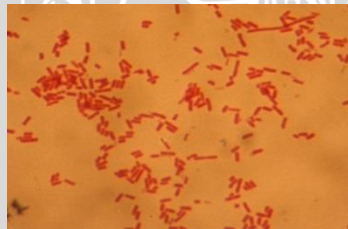
Metode yang digunakan dalam uji GC-MS adalah metode EICI (*Electron Impact Ionization Chemical Ionization*). Kromatografi merupakan metode pemisahan. Dibandingkan dengan metode pemisahan klasik seperti destilasi, kristalisasi, pengendapan ekstraksi, dan lain-lain, mempunyai kelebihan dalam pelaksanaan yang lebih sederhana. Penggunaan waktu yang singkat dan terutama mempunyai kepekaan serta kemampuan memisahkan serta kemampuan pemisahan yang tinggi. Prosedur kromatografi dapat digunakan jika metode klasik tidak dapat dilakukan karena jumlah cuplikan rendah, kompleksitas campuran yang hendak dipisahkan atau sifat kekerabatan zat yang hendak dipisah. Kromatografi kertas, kromatografi lapis tipis, kromatografi kolom, dan kromatografi gas dapat dilakukan dalam laboratorium dan sangat sesuai dengan identifikasi dan pemeriksaan kemurnian senyawa obat dan campuran senyawa obat. Prosedur kromatografi tunggal dapat dibedakan menurut jenis pemisahan zat atau menurut jenis pemisahan zat atau menurut materi pemisahan yang digunakan. Seringkali berbagai prinsip pemisahan dijadikan satu. Untuk karakterisasi hasil pemisahan dikenal dengan parameter pengenalan (Roth dan Blaschke, 1985).

Kegunaan umum kromatografi gas adalah untuk melakukan pemisahan dinamis dan identifikasi semua jenis senyawa organik yang mudah menguap dan juga untuk melakukan analisis kualitatif dan kuantitatif senyawa dalam suatu campuran. Kromatografi gas dapat bersifat destruktif dan dapat bersifat non destruktif tergantung detektor yang digunakan (Gandjar dan Rohman, 2007).

2.10 Bakteri Uji (*Salmonella typhi*)

Menurut Universitas Sumatera Utara (2012), taksonomi dan gambar dari *Salmonella typhi* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Class	: Gamma Proteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Family	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Salmonella</i>
Spesies	: <i>Salmonella enterica</i>
Subspecies	: <i>enteric (I)</i>
Serotipe	: <i>typhi</i>



Gambar 9. *Salmonella typhi* (Dokumentasi FKUB, 2015)

Salmonella typhi merupakan bakteri gram negatif, berbentuk batang diameter 1-3,5 μm x 0,5-0,8 μm , bergerak dengan flagel peritrich mudah tumbuh pada perbenihan biasa dan tumbuh baik pada perbenihan yang mengandung empedu. Tumbuh pada suasana aerob dan fakultatif anaerob, pada suhu 15-41°C dengan suhu pertumbuhan optimum 37,5°C dan pH pertumbuhan 6-8. Sebagian besar bersifat patogen pada binatang dan merupakan sumber infeksi bagi manusia. Bakteri ini dapat mati pada suhu 56°C juga pada keadaan kering, dalam air biasa

tahan selama 4 minggu. Hidup subur pada medium yang mengandung garam empedu, tahan terhadap zat warna hijau, senyawa tertanonat dan natrium deoksikholat. Dalam air susu dapat berkembang biak dan hidup lebih lama sehingga sering merupakan media untuk penularan penyakit. Pada manusia bakteri ini menimbulkan penyakit typhus abdominalis dengan masa inkubasi antara 7-14 hari. Bakteri ini masuk ke dalam aliran darah dan berkembang biak dalam kantung empedu (Rostinawati, 2009).

Kontaminasi bakteri dalam pangan dapat menurunkan kualitas pangan dan mengakibatkan bahan pangan yang berasal dari hewan mudah rusak. Jika manusia mengkonsumsi bahan makanan tersebut dapat menimbulkan penyakit. *Salmonella spp* dapat menyebabkan salmonellosis, yang dapat menyerang hewan maupun manusia. Salmonellosis pada manusia terdiri dari tifoid dan non tifoid. Pencegahan masuknya infeksi *Salmonella spp* sangat penting dilakukan untuk menjaga kesehatan unggas dan industri makanan (Ikawikanti *et al.*, 2014).

S. thypi merupakan bakteri batang gram negatif. Karena habitat aslinya berada didalam usus manusia maupun binatang, bakteri ini dikelompokkan kedalam *enterobacteriaceae* (Brooks, 2005). *Salmonella thypi* bersifat aerob dan anaerob fakultatif, pertumbuhan *S. thypi* pada suhu 37 °C dan pada pH 6-8. *Salmonella thypi* memiliki flagel, jadi pada uji motilitas hasilnya positif, pada media BAP (*Blood Agar Plate*) menyebabkan hemolisis, tapi *S. thypi* memfermentasi glukosa, manitol dan maltosa disertai pembentukan asam dan gas kecuali *S. thypi* yang tidak menghasilkan gas. Kemudian pada media indol negatif, MR positif, Vp negatif dan sitrat kemungkinan positif, tidak menghidrolisis urea dan menghasilkan H₂S (Julius, 1990).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ulva reticulata* yang diperoleh dari pantai Lorok, kabupaten Pacitan Jawa Timur. Pelarut yang digunakan untuk ekstrak *U. reticulata* didapatkan dari toko Makmur Sejati yaitu *methanol (pro analisis)* dan *ethanol (pro analisis)* sebagai pelarut polar yang akan dibandingkan hasil ujinya dengan konsentrasi yang berbeda, yaitu 500 ppm, 5.000 ppm dan 10.000 ppm. Untuk cara pembuatan konsentrasi 500 ppm, 5000 ppm dan 10.000 ppm dapat dilihat pada Lampiran 3.

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam uji cakram yaitu *Dimetil Sulfoksida* (DMSO) konsentrasi 10% sebagai senyawa kontrol, kertas cakram (masing-masing berdiameter 6 mm) sebagai indikator zona bening, *cotton swap* untuk membiakkan mikroba, *tissue* untuk mengeringkan alat, aquades sebagai pelarut, kertas label untuk menandai tiap-tiap perlakuan, alkohol 70% untuk menjaga tempat tetap steril, serta biakan murni *S. typhi* sebagai bakteri uji yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Media kultur yang digunakan berupa media *Mueller Hilton Agar* (MHA) saat pengujian aktivitas antibakteri ekstrak *Ulva reticulata*. Sedangkan indikator pembanding terhadap daya hambat anti bakteri digunakan DMSO 10%.

Pada uji fitokimia bahan yang digunakan yaitu HCl, pereaksi *Mayer*, pereaksi *Wagner*, pereaksi *Dragendrof*, aquades, larutan FeCl_3 1%, kloroform, aluminium foil, metanol *pro analisis*, etanol *pro analisis*, H_2SO_4 , asam asetat anhidrat, kertas saring dan kertas label.

3.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam maserasi adalah *beaker glass* 500 ml, timbangan digital, corong. Peralatan yang digunakan dalam ekstraksi adalah corong, gelas ukur 100 ml, spatula, *rotary vacum evaporator Janke dan Kunkel RV 06-ML*, timbangan digital, botol vial. Peralatan yang digunakan untuk uji cakram antara lain autoklaf, pipet, cawan petri, bunsen, triangle, inkubator, korek api. Alat-alat yang digunakan untuk uji fitokimia adalah tabung reaksi, pipet tetes, pipet serologis, bola hisap, *beaker glass* 10 ml, corong, rak tabung reaksi, timbangan digital. Untuk identifikasi kandungan senyawa-senyawa aktif dalam ekstrak *Padina australis* digunakan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) yang terdapat pada Laboratorium Forensik, POLDA Jawa Timur.

3.3 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode ini mengarahkan ke penelitian yang secara sengaja dilakukan oleh peneliti terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu adanya perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna diamati pengaruhnya. Pondasi yang dibangun pada penelitian ini merupakan riset-riset yang telah terdahulu, studi kasus, literatur yang disebutkan serta data sekunder yang lainnya (Williams, 2007).

Penelitian ini menjadikan topik baru lebih dikenal oleh masyarakat luas, memberikan gambaran dasar mengenai topik bahasan, mengembangkan teori yang bersifat tentatif, membuka kemungkinan akan diadakannya penelitian lanjutan terhadap topik yang dibahas, serta menentukan teknik dan arah yang akan digunakan dalam penelitian berikutnya (Ida, 2004). Penelitian ini dilakukan dengan cara mengekstrak rumput laut hijau *Ulva reticulata* dengan menggunakan dua

pelarut yaitu etanol dan metanol. Setelah didapat ekstrak kasar, kemudian dilakukan tiga uji yaitu uji fitokimia, uji cakram dan Uji GC-MS.

3.3.1 Variabel Penelitian

Menurut Hartanto (2003), variabel adalah semua ciri atau faktor yang dapat menunjukkan variasi. Berdasarkan fungsinya ada 3 macam variabel yaitu variabel bebas, terkontrol dan terikat. Variabel bebas adalah variabel yang diselidiki pengaruhnya atau faktor yang menjadi pokok permasalahan yang ingin diteliti. Variabel terkontrol adalah variabel yang dikendalikan dan dibuat sama antara kelompok yang diteliti. Variabel terikat yaitu variabel yang diperkirakan akan timbul sebagai pengaruh dari variabel bebas.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penggunaan pelarut yang berbeda yaitu etanol dan metanol, menggunakan DMSO 10% sebagai kontrol. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah perbedaan lebar diameter daerah hambatan antibakteri pada kedua bakteri yaitu *S.typhi* yang terlihat sebagai zona bening di sekitar kertas cakram dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm).

3.3.2 Analisis Data

Berdasarkan variabel bebas atau perlakuan, penelitian ini dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor yaitu adanya dua pelarut etanol dan metanol serta konsentrasi ekstrak kasar *Ulva reticulata* 500 ppm, 5000 ppm dan 10.000 ppm. Sesuai rumus perhitungan dalam menentukan ulangan dalam suatu penelitian, penelitian ini dilakukan dengan 3 kali ulangan. Rumus perhitungan ulangan penelitian dan metode analisa sidik ragam yang mengikuti model sebagai berikut :

$$(t - 1) (r - 1) \geq 15$$

Keterangan:

- t = Jumlah Perlakuan
- r = Jumlah Ulangan
- $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$

Keterangan:

- Y_{ijk} = Hasil pengamatan untuk faktor A level ke-I faktor B level ke-I, pada ulangan ke-k
- μ = Rataan umum
- α_i = Pengaruh faktor A pada level ke-i
- β_j = Pengaruh faktor B pada level ke-i
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Interaksi antara A dan B pada faktor A level ke-I faktor B level ke-j
- ϵ_{ijk} = Galat percobaan untuk faktor A level ke-I, faktor B level ke-j pada ulangan/kelompok ke-k

Apabila hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh yang nyata/sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji Tukey. Tabel Tukey ini dilakukan supaya mengetahui perlakuan terbaik. Tabel Desain Rancangan Data Pengamatan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Rancangan data pengamatan daya hambat bakteri *S. typhi* dengan pelarut dan konsentrasi ekstrak kasar yang berbeda.

Pelarut	Perlakuan Konsentrasi Ekstrak Kasar	Ulangan			Total	Rata-rata
		I	II	III		
Etanol	Kontrol					
	500 ppm					
	5000 ppm					
	10.000 ppm					
Metanol	Kontrol					
	500 ppm					
	5000 ppm					
	10.000 ppm					

3.3.3 Parameter Uji

Parameter uji yang dilakukan adalah dengan parameter kuantitatif berdasarkan luas zona hambat yang dihasilkan. Untuk mengetahui perbandingan dengan kontrol dilakukan pengukuran zona hambat dari masing-masing konsentrasi

yang berbeda, bertujuan untuk mengetahui zona hambat terbaik yang dihasilkan dari konsentrasi berbeda. Menurut Windarwati (2011), diameter penghambatan adalah selisih antara diameter areal bening yang terbentuk dengan diameter sumur. Hasil zona bening yang terbentuk menurut Greenwood (1995), dapat diklasifikasikan sesuai dengan Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi Respon Hambatan

Daya hambat antibakteri	Kategori daya hambat antibakteri
≥ 20 mm	Sangat kuat
10 – 20 mm	Kuat
5 – 10 mm	Sedang
≤ 5 mm	Lemah

Sumber: Greenwood (1995).

3.4 Prosedur penelitian

3.4.1 Persiapan Bahan

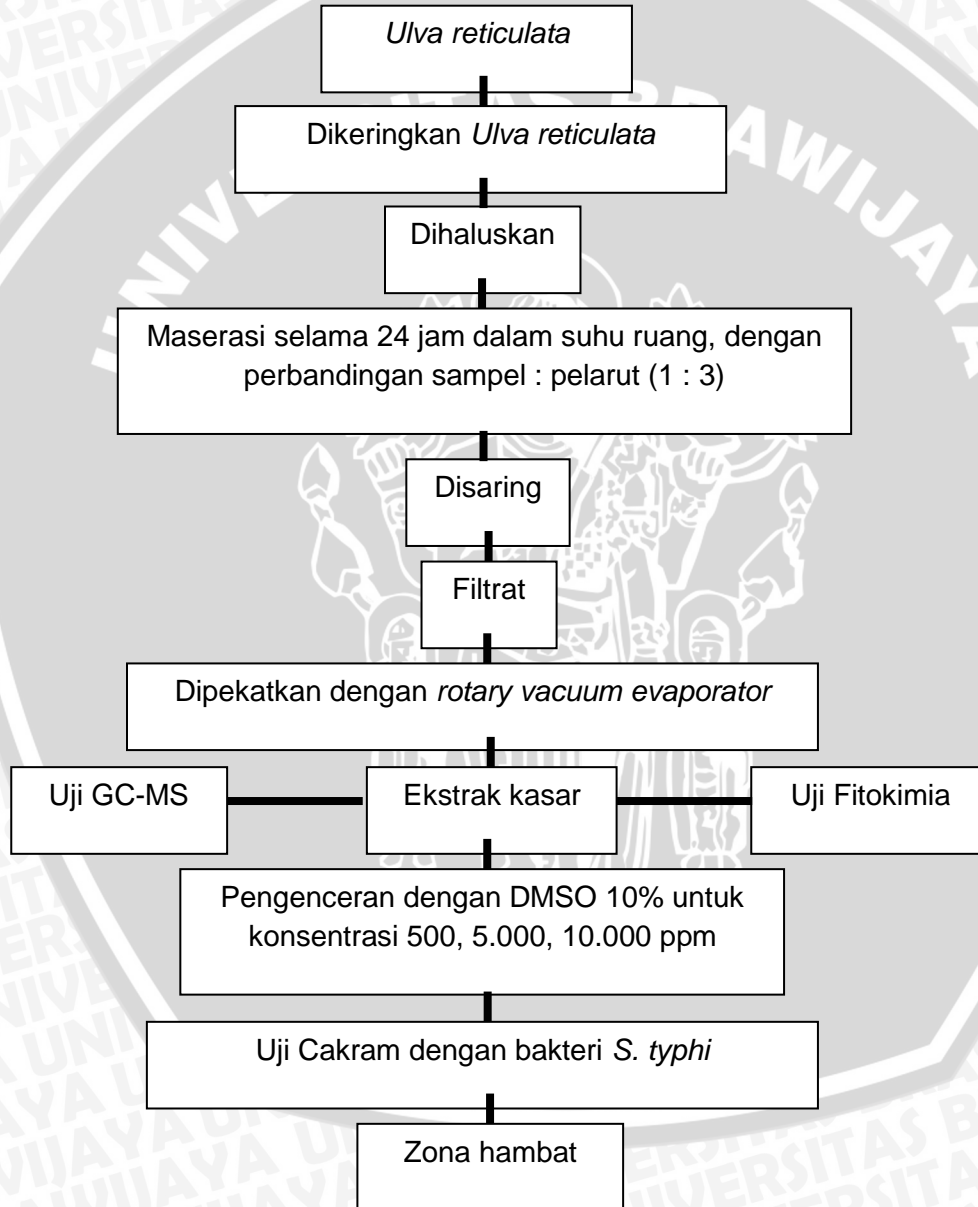
Rumput laut yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rumput laut hijau *U. reticulata* sebanyak 5 kg sebagai bahan baku utama yang diperoleh dari Perairan Lorok, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur. Sampel yang sudah didapat dijemur menggunakan alas plastik dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Proses penjemuran ini dilakukan selama 2-4 hari dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air pada *U. reticulata*. Rumput laut yang kering kemudian dihaluskan dengan alat penggiling dengan tujuan untuk mendapatkan tepung dari rumput laut *U. reticulata*. Setelah dihaluskan sampel ditimbang untuk mendapatkan rendemen.

Rendemen adalah berat akhir setelah perlakuan. Perhitungan rendemen sebanyak 2 kali yaitu pada proses pengeringan sampel dan hasil ekstraksi. Pada pengeringan sampel, perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui jumlah

kadar air yang keluar (menguap) akibat proses pemanasan. Rumus perhitungan rendemen bahan dan rendemen ekstraksi adalah:

$$\text{Rendemen bahan} = \frac{\text{berat akhir (setelah perlakuan)}}{\text{berat awal (sebelum perlakuan)}} \times 100\%$$

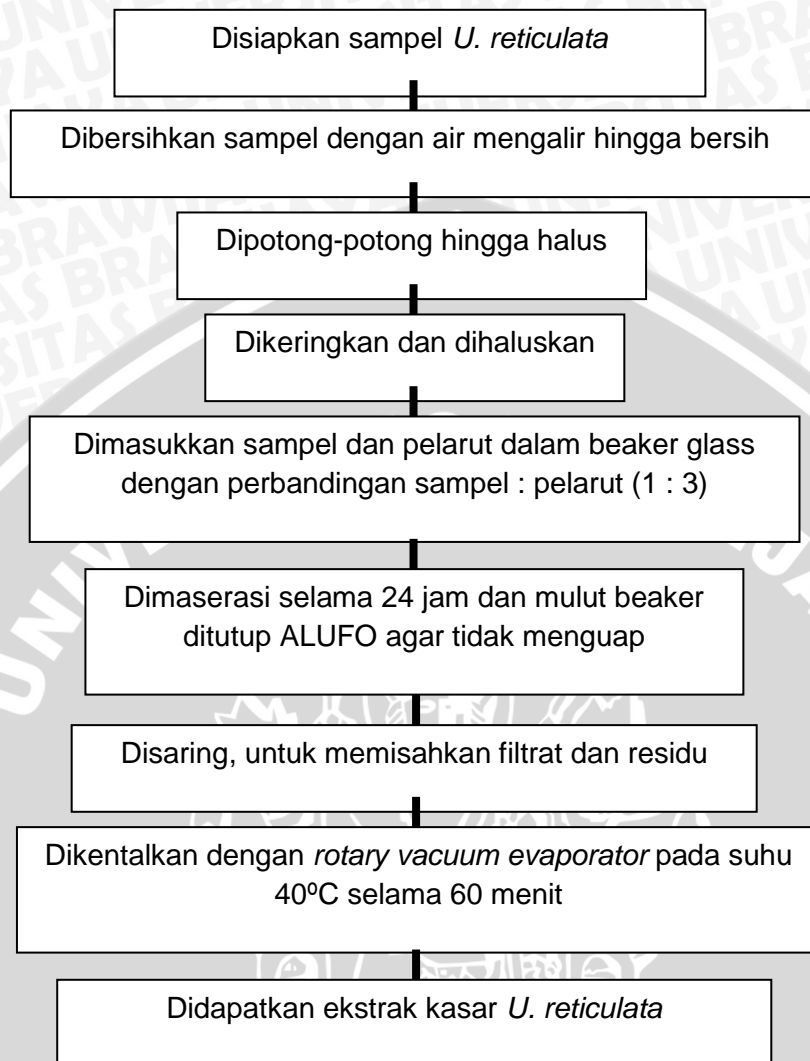
Skema kerja prosedur penelitian disajikan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Skema Kerja Prosedur Penelitian (Harborne, 1987)

3.4.2 Ekstraksi

Proses ekstraksi menggunakan metode Harborne (1987), yaitu dengan cara maserasi. Maserasi menggunakan pelarut metanol pro analisis dan etanol pro analisis dengan perbandingan 1:3 (b/v) (100 gram : 400 ml), menggunakan timbangan digital 300 gram sama dengan 400 ml. Maserasi dilakukan pada suhu ruang di dalam ruangan dengan ditutup alumunium foil selama 24 jam. Hasil maserasi kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan filtrat ditampung dalam erlenmeyer sehingga diperoleh filtrat ekstrak metanol dan etanol. Ekstrak metanol dan ekstrak etanol yang terkumpul kemudian dievaporasi dengan menggunakan rotary evaporator pada suhu 40 - 45°C sampai tidak terjadi lagi pengembunan pelarut pada kondensor (menunjukkan semua pelarut telah menguap). Kemudian didapatkan ekstrak kasar dan dimasukkan kedalam botol vial. Setelah itu ditimbang menggunakan timbangan digital agar didapatkan berat akhir. Skema kerja ekstraksi *U. reticulata* disajikan dalam Gambar 11 .

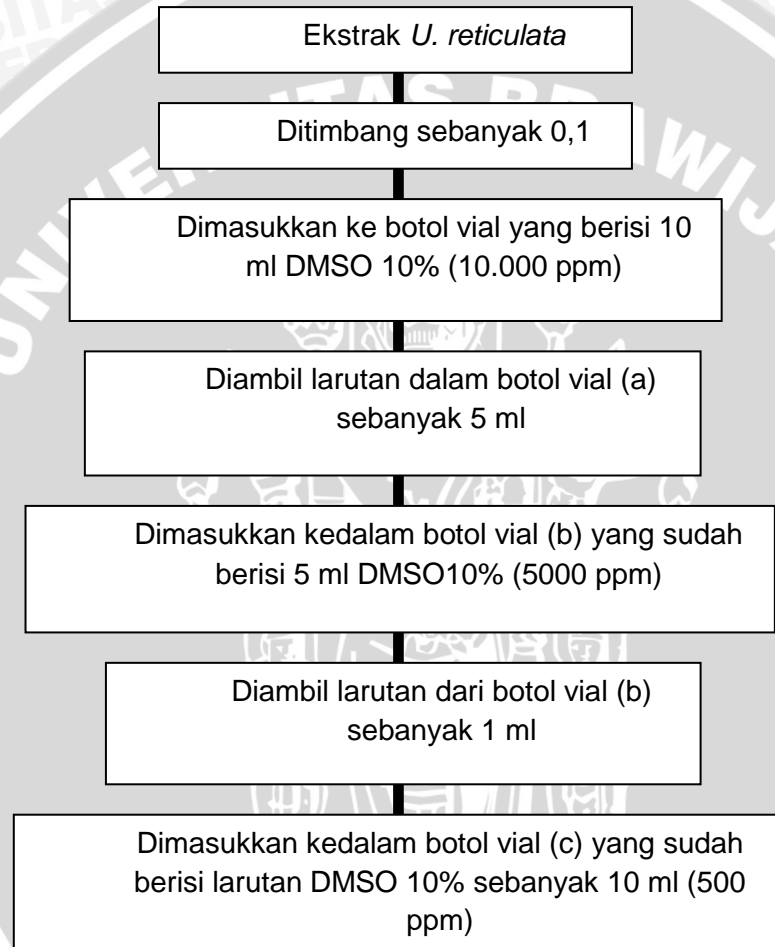


Gambar 11. Skema Kerja Ekstraksi *U. reticulata* (Harborne, 1987)

3.4.3 Pengenceran dengan DMSO

Setelah alat dan bahan untuk pengenceran siap dimulai melakukan pengenceran dari ekstrak kasar *U. reticulata* dengan DMSO 10%, yang dibuat pertama sebagai acuan adalah 10.000 ppm. Jika 1 ppm adalah 1 mg didalam 1.000.000 ml, maka 10.000 ppm jika digunakan perbandingan adalah 1mg banding 100 ml, jika hanya diperlukan sebanyak 10 ml maka perbandingannya menjadi 0,1 mg ekstrak kasar *U. reticulata* didalam 10 ml DMSO 10%. Setelah konsentrasi

10.000 ppm tersedia, diambil sebanyak 5 ml untuk diencerkan dengan DMSO 10% sebanyak 5 ml. Dan setelah didapatkan konsentrasi 5.000 ppm diencerkan kembali hingga 500 ppm, dengan cara diambil 1 ml 5000 ppm dan ditambahkan 10 ml DMSO 10% dan didapatkan konsentrasi 500 ppm. Skema kerja pengenceran DMSO 500, 5.000 dan 10.000 ppm disajikan dalam Gambar 12.



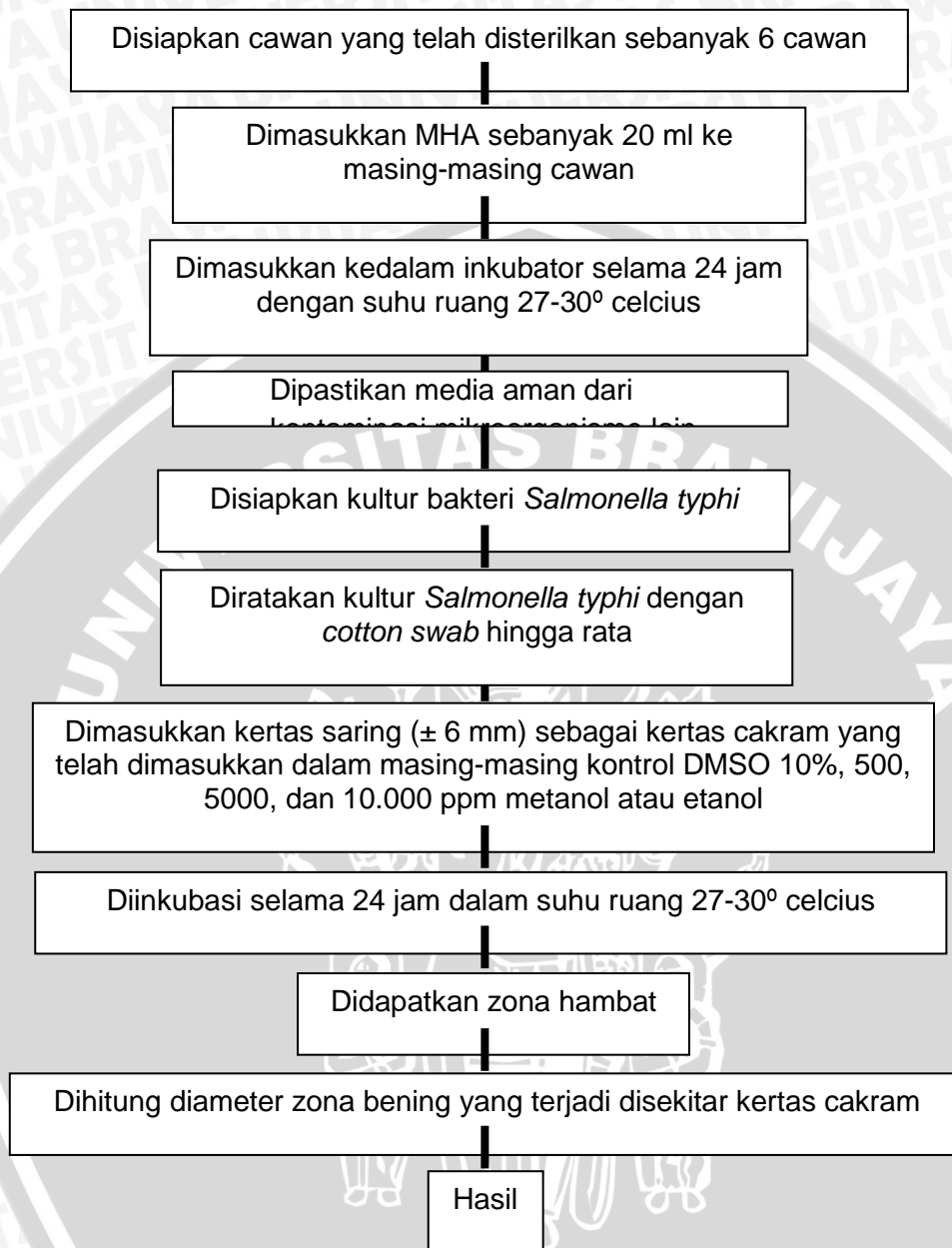
Gambar 12. Skema Kerja Pengenceran DMSO 500, 5.000 dan 10.000 ppm (Lay, 1994)

3.4.4 Uji Cakram

Menurut Wiyanto (2010), uji cakram yang distandarisasikan (Kirby-Bauer, 1966) merupakan cara untuk menentukan sensitivitas antibakteri. Sensitivitas suatu bakteri terhadap antibakteri ditentukan oleh diameter zona hambat yang

terbentuk. Menurut Panagan dan Niwan (2009) uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri patogen dengan cara Kirby-Bauer dilakukan sebagai berikut: diencerkan 2,74 gr MHA dengan 80 ml aquades, dipanaskan di waterbath hingga homogen. Setelah itu dimasukkan kedalam cawan petri yang sudah aseptis sebanyak 20 ml tiap cawan. Diinkubasi selama 24 jam untuk mengetahui bahwa media yang dibuat terkontaminasi atau tidak.

Langkah selanjutnya yaitu disiapkan *cotton swab* dan bakteri yang sudah siap. Dimasukkan *cotton swab* kedalam kultur bakteri dan pastikan kultur bakteri tidak menetes dari *cotton swab* saat diangkat, lalu diratakan ke media yang sudah siap dengan gerakan zig-zag perlahan agar media tidak rusak, dibiarkan sekitar 5 menit agar mengering. Diatas medium yang berisi bakteri dimasukkan kertas saring berdiameter 6 mm (kertas cakram) yang telah dicelupkan ke larutan DMSO yang telah dibuat sebelumnya, yaitu 500, 5000, dan 10.000 ppm dalam larutan uji dan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali. Selanjutnya diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 derajat celsius. Pengujian aktivitas antibakteri dinyatakan aktif apabila disekitar kertas cakram terdapat zona bening atau zona hambat yang terbentuk melingkari kertas cakram. Diameter zona hambat yang terukur adalah hasil rata-rata dari pengukuran. Skema kerja uji cakram disajikan pada Gambar 13.

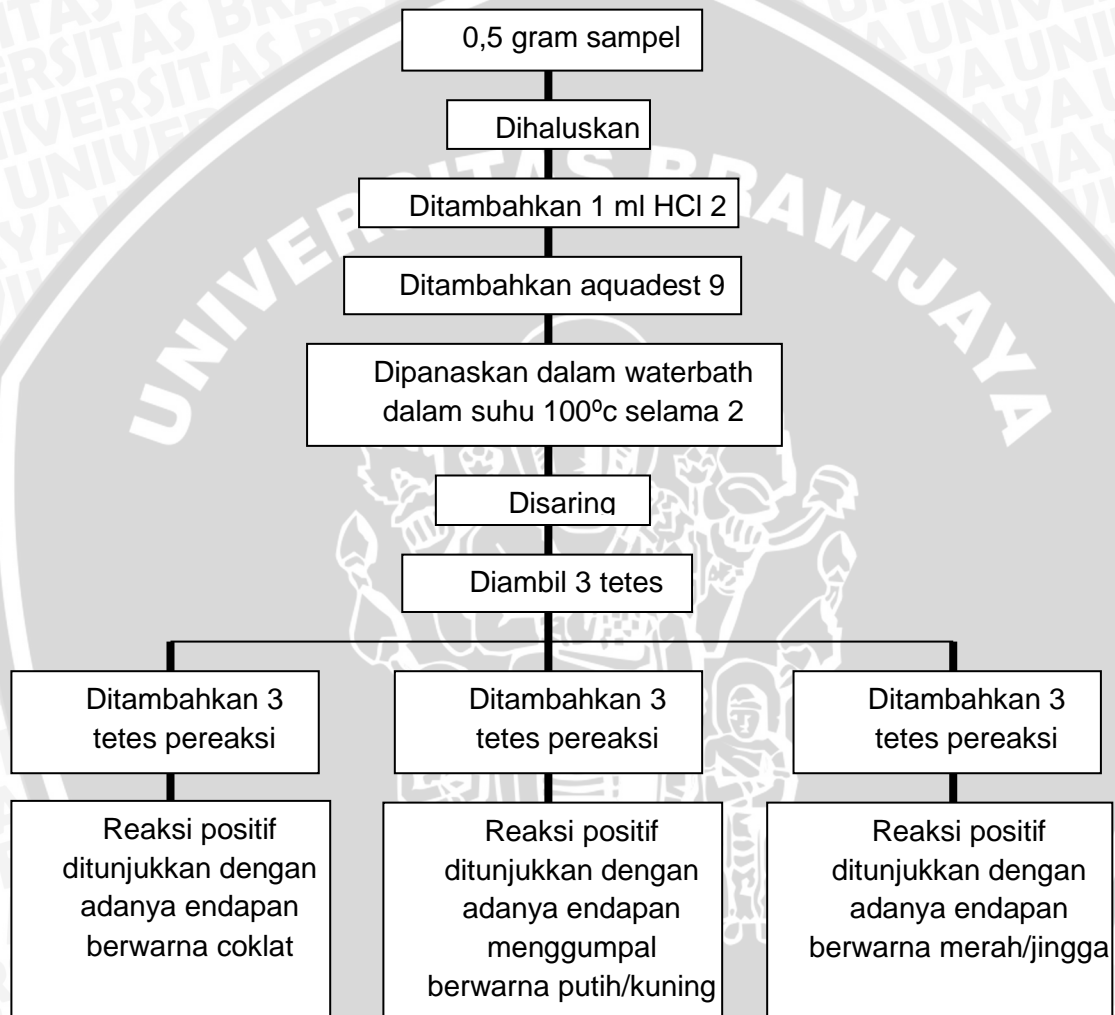


Gambar 13 . Skema Kerja Uji Cakram (Lay, 1994)

3.4.5 Uji Fitokimia

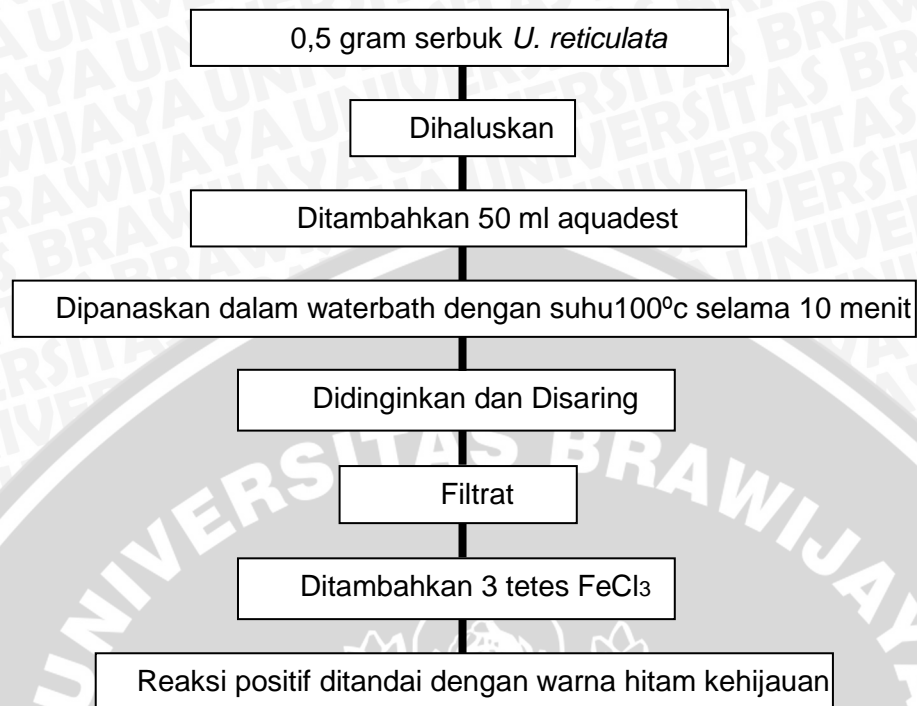
Uji fitokimia dilakukan pada setiap ekstrak. Analisa fitokimia yang dilakukan adalah uji alkaloid, tanin, terpenoid, steroid, flavonoid dan saponin. Menurut Harborne (1987), uji alkaloid dilakukan dengan melarutkan sampel dalam beberapa tetes asam sulfat 2 N kemudian diuji dengan 2 pereaksi alkaloid yaitu pereaksi

dragendorff dan pereaksi meyer. Hasil uji positif diperoleh bila terbentuk endapan merah hingga jingga dengan pereaksi dragendorff dan endapan putih kekuningan dengan pereaksi meyer. Skema kerja uji fitokimia senyawa alkaloid disajikan dalam Gambar 14.



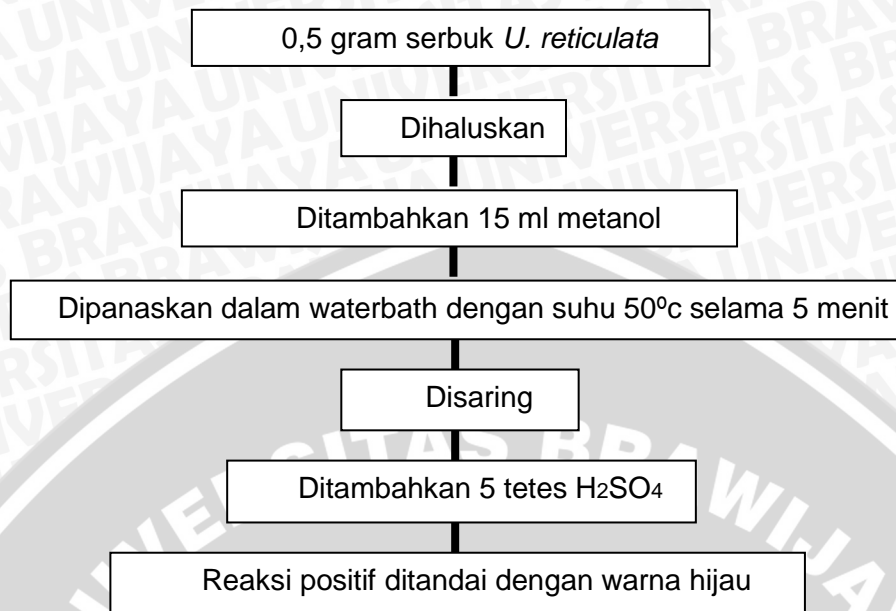
Gambar 14. Skema Kerja Uji Fitokimia Senyawa Alkaloid (Harborne, 1994)

Uji tanin dilakukan menurut Harborne (1987) yaitu sampel dididihkan kemudian disaring dan ditambahkan FeCl_3 adanya warna biru tua atau hijau kehitaman yang terbentuk menunjukkan adanya tanin. Skema kerja uji fitokimia senyawa tanin disajikan dalam Gambar 15.



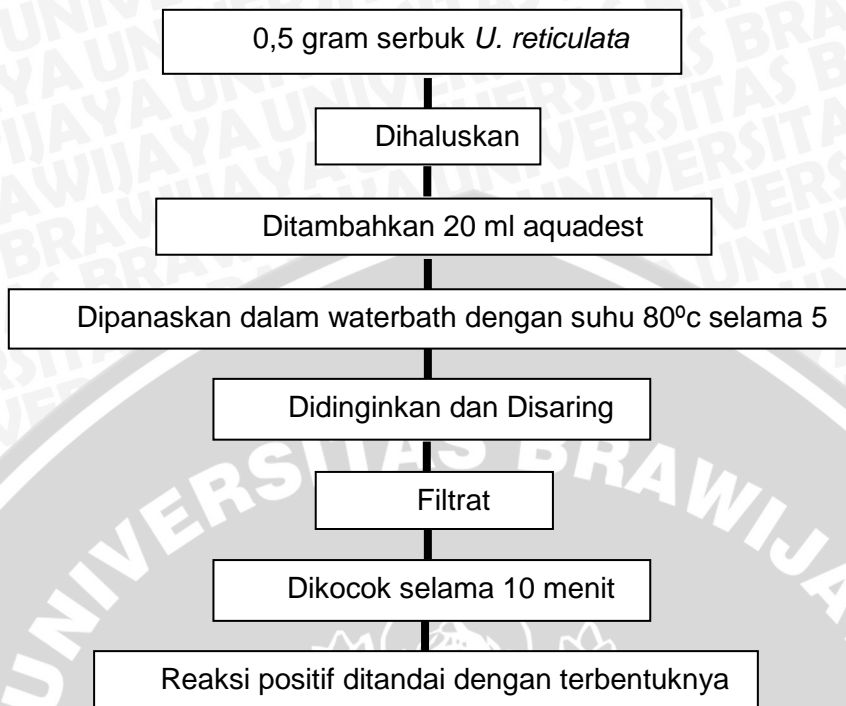
Gambar 15. Skema Kerja Uji Fitokimia Senyawa Tanin (Harborne, 1987)

Uji flavonoid dilakukan menurut Harborne (1987), yaitu 1 ml sampel ditambahkan dalam beberapa tetes sodium hidroksida. Hilangnya warna kekuningan pada ekstrak setelah ditetesi asam, menunjukkan adanya flavonoid. Skema kerja uji fitokimia senyawa flavonoid disajikan dalam Gambar 16.



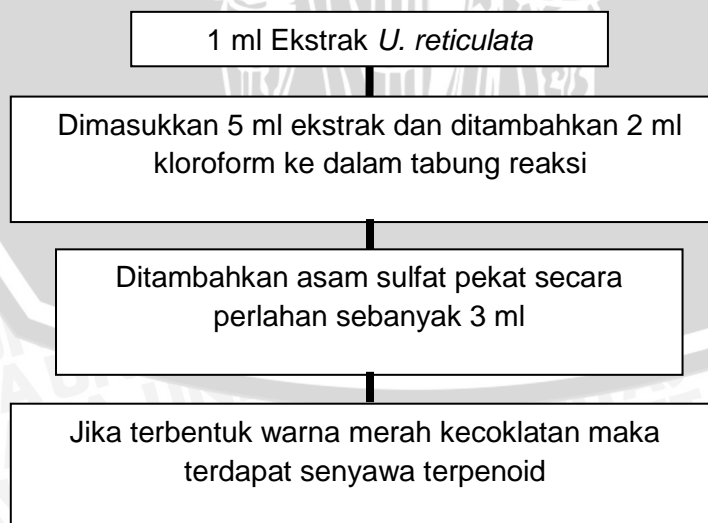
Gambar 16. Skema Kerja Uji Fitokimia Senyawa Flavonoid (Harborne, 1987)

Uji saponin dilakukan menurut Harborne (1987) yaitu sampel dididihkan dalam air panas. Busa yang stabil akan terus terlihat selama 5 menit dan tidak hilang pada penambahan 1 tetes HCl 2 N menunjukkan adanya saponin. Skema kerja uji fitokimia senyawa saponin disajikan dalam Gambar 17.



Gambar 18. Skema Kerja Uji Fitokimia Senyawa Saponin (Harborne, 1987)

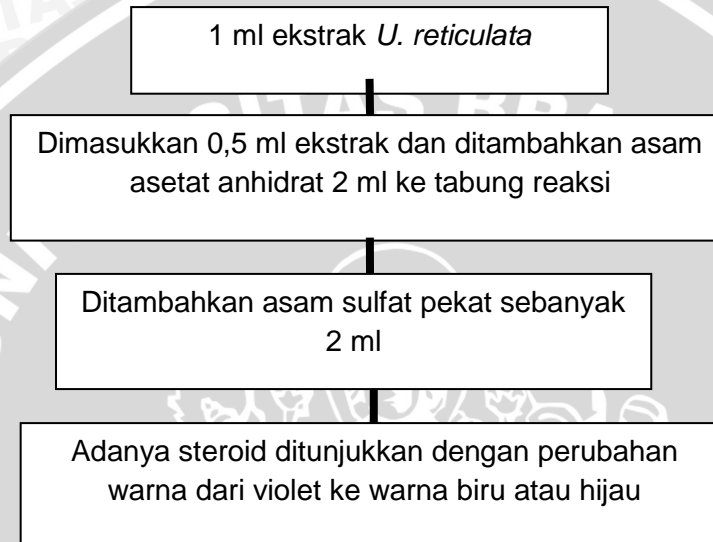
Uji terpenoid dilakukan menurut Harborne (1987) yaitu sampel ditimbang sebanyak 0,5 gr kemudian ditambahkan 2 mL kloroform lalu ditambahkan 3 mL asam sulfat secara perlahan sampai terbentuk lapisan berwarna merah kecoklatan. Skema kerja uji fitokimia senyawa terpenoid disajikan dalam Gambar 19.



Gambar 19. Skema Kerja Uji Fitokimia Senyawa Terpenoid

(Harborne, 1987)

Uji steroid dilakukan menurut Harborne (1987) yaitu ditambahkan asam asetat anhidrat 2 ml pada 0,5 ekstrak etanol. Kemudian tambahkan 2 ml asam sulfat pekat. Adanya steroid ditandai dengan perubahan warna dari violet menjadi biru atau hijau. Skema kerja uji fitokimia senyawa terpenoid disajikan dalam Gambar 20.



Gambar 20. Skema Kerja Uji Fitokimia Senyawa Steroid (Harborne, 1987)

3.4.4 Uji GC-MS

Uji GC-MS dilakukan untuk mengetahui senyawa daya antibakteri dari ekstrak terhadap bakteri *Salmonella typhi*. Prosedur kerja kromatografi didasarkan pada pemisahan campuran dua atau lebih senyawa yang berbeda yang terdistribusi antara dua fase, yaitu fase diam dan fase gerak. Solut-solut yang mudah menguap (dan stabil terhadap panas) bermigrasi melalui kolom yang memiliki fase diam dengan suatu kecepatan yang tergantung pada rasio distribusinya. Pada umumnya solut terelusi berdasarkan pada peningkatan titik didihnya, kecuali jika ada interaksi khusus antara solut dengan fase diam.

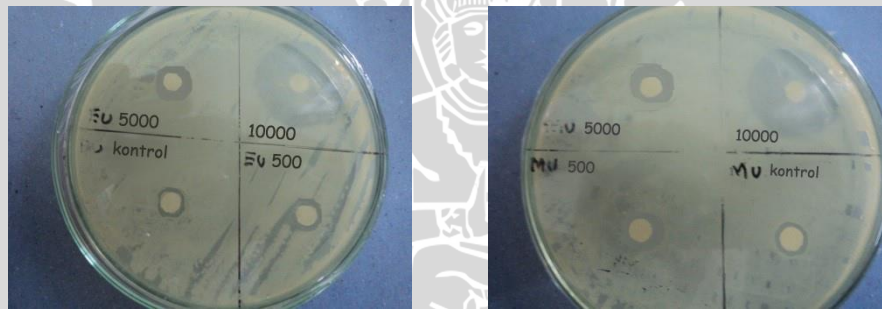
Pemisahan pada kromatografi gas didasarkan pada titik didih suatu senyawa dikurangi dengan semua interaksi yang mungkin terjadi antara solut dengan fase diam. Fase gerak yang berupa gas akan mengelusi solut dari ujung kolom lalu menghantarkannya ke detektor. Penggunaan suhu yang meningkat (biasanya pada kisaran 50° - 350°C) bertujuan untuk menjamin bahwa solut akan menguap dan karenanya akan cepat terelusi. Gas membawa sampel melalui kolom-kolom *chromatographic*, dan sampel dipisahkan pada temperatur mendidih dan afinitasnya pada kolom. Campuran diidentifikasi oleh timing pemisahan, dikenal dengan *retention time*. *Retention time* ini bersifat unik pada berbagai jenis sampel dan itu ditunjukkan pada kolom *chromatographic*.



4. PEMBAHASAN

4.1 Uji Aktivitas Antibakteri (Uji Cakram)

Uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri menggunakan ekstrak *Ulva reticulata* digunakan untuk mengetahui konsentrasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella typhi* dengan pelarut yang berbeda antara etanol dan metanol. Setelah dilakukan pengujian menggunakan uji cakram dengan penentuan luas zona bening, maka didapat hasil terbaik dari masing-masing pelarut. Hasil terbaik ekstrak *U. reticulata* dengan pelarut etanol dan metanol terhadap bakteri *S. typhi* disajikan dalam Gambar 21.



(a)

(b)

Gambar 21. Hasil terbaik ekstrak *U. reticulata* dengan pelarut etanol dan metanol terhadap bakteri *S. typhi*

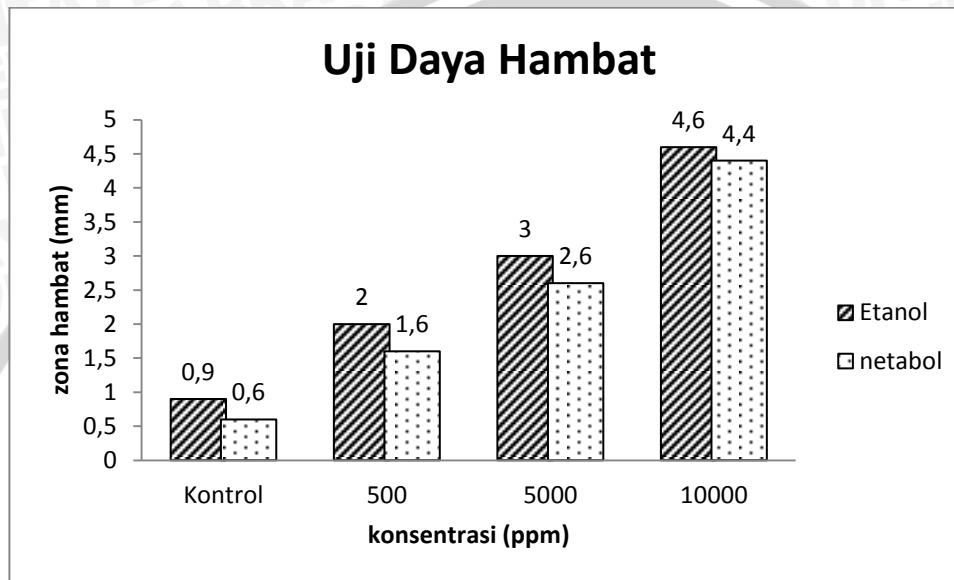
Keterangan : (a) *Salmonella typhi* pelarut etanol

(b) *Salmonella typhi* pelarut metanol

Gambar 21 menunjukkan hasil positif ekstrak rumput laut hijau *U. reticulata* dalam menghambat bakteri *S. typhi*. Hal ini dibuktikan dengan adanya zona bening yang terlihat disekitar kertas cakram yang telah diberi ekstrak kasar rumput laut *U. reticulata*. Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Lay (1994) bahwa kertas cakram yang berisi zat antimikroba diletakkan diatas lempengan agar yang telah disemai dengan mikroorganisme penguji. Penghambatan pertumbuhan

mikroorganisme oleh zat antimikroba terlihat sebagai wilayah yang jernih sekitar pertumbuhan mikroorganisme.

Grafik zona hambat bakteri *S. typhi* dengan pelarut dan konsentrasi ekstrak kasar *U. reticulata* yang berbeda disajikan pada Gambar 22.



Gambar 22. Zona hambat kontrol dan bakteri *S. typhi* dengan pelarut dan konsentrasi ekstrak kasar *U. reticulata* yang berbeda

Gambar 22 menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak *Ulva reticulata* yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *S. typhi* adalah dengan pelarut etanol pada konsentrasi 10.000 ppm yang menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 4,6 mm. Dari data diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi berpengaruh terhadap daya hambat yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pelczar dan Chan (1986), bahwa semakin tinggi konsentrasi suatu bahan antibakteri maka aktivitas antibakterinya semakin kuat pula.

Data tersebut juga menunjukkan jumlah rata-rata dari setiap perlakuan mulai dari kontrol DMSO 10% tanpa ekstrak hingga menggunakan konsentrasi 10.000 ppm. Kontrol DMSO 10% didapatkan rata-rata 0,9 mm pada etanol dan 0,6 pada

kontrol metanol. Konsentrasi 500 ppm dengan pelarut etanol memiliki rata-rata zona hambat sebesar 2 mm dan dengan pelarut metanol memiliki zona hambat sebesar 1,6 mm. Konsentrasi 5000 ppm dengan pelarut etanol didapatkan rata-rata zona hambat sebesar 3 mm dan dengan pelarut metanol didapatkan rata-rata zona hambat sebesar 2,6 mm. Konsentrasi 10.000 ppm dengan menggunakan pelarut etanol didapatkan rata-rata zona hambat sebesar 4,6 mm dan dengan pelarut metanol didapatkan rata-rata zona hambat sebesar 4,4 mm.

Penghambatan bakteri dikarenakan adanya aktifitas dari senyawa flavonoid dan saponin yang merusak membran sitoplasma dan menyebabkan kebocoran isi sel, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat. Nuria *et al.*, (2009) menjelaskan bahwa mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri adalah membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut sehingga dapat merusak membran sel bakteri dan diikuti dengan keluarnya senyawa intraseluler.

Diketahui pula dari data tersebut bahwa zona hambat *S. typhi* termasuk kecil. Hal ini disebabkan *S. typhi* merupakan bakteri gram negatif yang memiliki sifat kurang sensitif terhadap komponen antibakteri. Struktur penyusun dinding sel bakteri gram negatif lebih kompleks dan berlapis tiga, yaitu lapisan luar berupa lipoprotein, lapisan tengah berupa peptidoglikan dan lapisan dalam berupa lipopolisakarida, sehingga mempersulit senyawa antibakteri masuk kedalam selnya (Pelczar dan Chan, 1986). Hal ini menjelaskan pula bahwa senyawa antibakteri yang terdapat dalam ekstrak *U. reticulata* bersifat resisten. Meskipun belum efektif digunakan sebagai antibakteri pada bakteri *S. typhi*, namun dari penelitian ini mampu didapatkan informasi adanya aktivitas antibakteri dari senyawa bioaktif ekstrak *U. reticulata*.

4.2 Uji Fitokimia

Pada penelitian ini uji fitokimia yang digunakan meliputi alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, terpenoid dan steroid. Hasil pengujian kandungan fitokimia yang terdapat pada ekstrak rumput laut *U. reticulata* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kandungan Fitokimia Ekstrak *U. reticulata* dengan pelarut etanol dan metanol

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan Hasil
alkaloid	-	Tidak menunjukkan perubahan warna
tanin	-	Tidak menunjukkan perubahan warna
saponin	+	Positif dengan membentuk busa
flavonoid	+	Positif dengan adanya warna hijau/biru
terpenoid	-	Tidak menunjukkan perubahan warna
steroid	-	Tidak menunjukkan perubahan warna

Keterangan :

+ : positif
- : negatif

Pada Tabel 8 memperlihatkan bahwa pada ekstrak *Ulva reticulata* mengandung senyawa saponin dan flavonoid. Pada saponin dan flavonoid menunjukkan hasil positif. Menurut Septiana *et al.* (2012) hasil uji kualitatif menunjukkan bahwa metode ekstraksi dan jenis pelarut tidak mempengaruhi kandungan flavonoid dan saponin. Hal ini diduga karena berdasarkan strukturnya, flavonoid maupun saponin mempunyai bagian yang bersifat polar maupun non polar dengan bagian yang hampir sama. Seperti halnya flavonoid dan saponin, terpenoid mempunyai bagian polar dan non polar, tetapi non polar pada terpenoid jauh lebih banyak dibandingkan bagian polar sehingga terpenoid cenderung lebih mudah larut dalam pelarut non polar.

Mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri adalah membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut sehingga dapat merusak

membran sel bakteri dan diikuti dengan keluarnya senyawa intraseluler (Nuria *et al.*, 2009). Sedangkan mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri adalah menurunkan tegangan permukaan sehingga mengakibatkan naiknya permeabilitas atau kebocoran sel dan mengakibatkan senyawa intraseluler akan keluar (Robinson, 1995).

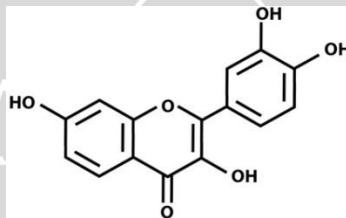
Berdasarkan hasil pengujian fitokimia, maka *Ulva reticulata* dapat digunakan sebagai antibakteri karena mengandung berbagai senyawa bioaktif yang bisa menghambat dan membunuh bakteri yaitu senyawa fenol yang ada dalam flavonoid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dwyana *et al.*, (2012) bahwa fenol merupakan suatu alkohol yang bersifat asam sehingga disebut juga asam karbolat. Fenol memiliki kemampuan untuk mendenaturasi protein dan merusak membran sel. Kondisi asam oleh adanya fenol dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri.

Senyawa fenol dan turunannya berikatan dengan protein pada bakteri melalui ikatan non spesifik membentuk kompleks protein fenol. Pada konsentrasi rendah, terbentuk kompleks protein fenol dengan ikatan yang lemah dan segera mengalami penguraian. Fenol kemudian merusak membran sitoplasma dan menyebabkan kebocoran isi sel, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat. Sedangkan pada konsentrasi tinggi zat tersebut berkoagulasi dengan protein seluler dan membran sitoplasma mengalami lisis. Senyawa fenol bersifat bakteriostatik atau bakterisida tergantung konsentrasinya (Salosso *et al.*, 2011).

4.1 Flavonoid

Ciri khas senyawa-senyawa flavonoid adalah memiliki gugus yang memiliki bentuk $C_6-C_3-C_6$. Mekanisme kerjanya senyawa flavonoid diduga mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran sel tanpa dapat diperbaiki lagi. Flavonoid juga bersifat lipofilik yang akan merusak membran mikroba. Di dalam flavonoid

mengandung senyawa fenol. Fenol merupakan suatu alkohol yang bersifat asam sehingga disebut juga asam karbolat. Fenol memiliki kemampuan untuk mendenaturasi protein dan merusak membran sel. Kondisi asam oleh fenol dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Kelebihan senyawa fenol ini adalah memiliki gugus OH. (Dwyana *et al.*, 2012). Menurut Sastrohamidjojo (2007) Flavonoid merupakan senyawa yang mengandung C_{15} terdiri atas dua inti fenolat yang dihubungkan dengan tiga satuan karbon. Cincin A memiliki karakteristik bentuk hidroksilasi phloroglusinol atau resorsinol dan cincin B biasanya 4, 3, 4 atau 3, 4, 5-terhidroksilasi. Struktur flavonoid disajikan dalam Gambar 23.

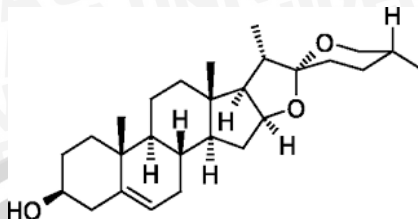


Gambar 23. Struktur Flavonoid ($C_{15}H_{10}O_5$)
(Google_image, 2015)

4.2 Saponin

Rumus molekul saponin adalah $C_{27}H_{42}O_3$ (Chemical, 2010). Saponin merupakan jenis glikosida yang banyak ditemukan dalam tumbuhan, memiliki karakteristik yang dapat membentuk buih, ketika direaksikan dengan air dan dikocok maka terbentuk buih yang dapat bertahan lama. Saponin mudah larut dalam air dan tidak larut dalam eter, memiliki rasa pahit menusuk dan menyebabkan bersin serta iritasi pada selaput lendir. Saponin merupakan racun yang dapat menghancurkan butir darah atau hemolisis pada darah. Bersifat racun bagi hewan berdarah dingin dan banyak diantaranya digunakan sebagai racun ikan (Hartono, 2009). Menurut Robinson (1995), mekanisme saponin sebagai antibakteri dengan menurunkan

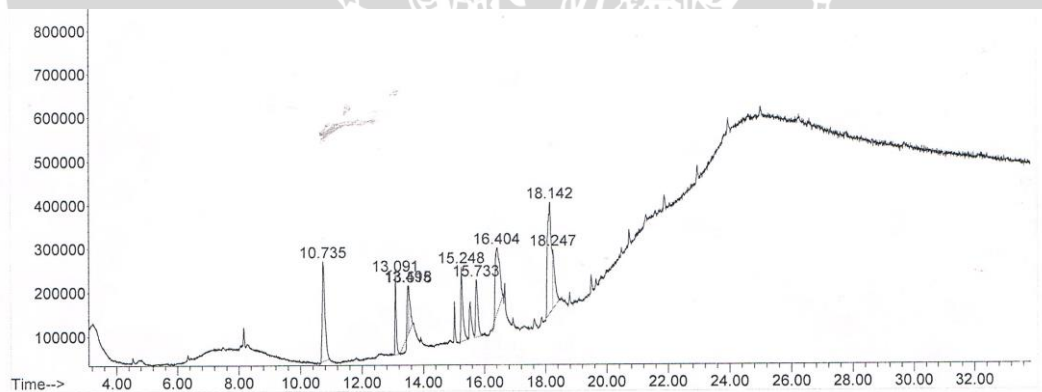
tegangan permukaan, mengakibatkan naiknya permeabilitas atau kebocoran sel dan senyawa intraseluler akan keluar. Struktur Saponin disajikan pada Gambar 24.



Gambar 24. Struktur Saponin ($C_{27}H_{42}O_3$)
(Google_image, 2015)

4.3 Identifikasi Senyawa Aktif (GC-MS)

Identifikasi untuk menentukan profil senyawa antibakteri dalam ekstrak *Ulva reticulata* dengan pelarut metanol dilakukan dengan menggunakan uji GC-MS. Adapun hasil dari GC-MS adalah berupa kromatogram yang ditunjukkan dengan suatu grafik dengan beberapa puncak, setiap satu puncak mewakili satu senyawa. Spektra Gas Kromatografi ekstrak *Ulva reticulata* disajikan pada Gambar 25.



Gambar 25. Spektra Gas Kromatografi Ekstrak *Ulva reticulata*

Setelah mengetahui hasil identifikasi GC-MS dari ekstrak *Ulva reticulata* dengan menggunakan pelarut etanol, ada sembilan senyawa yang terbaca pada identifikasi senyawa aktif. Dengan melihat titik-titik tertinggi yang muncul dalam hasil identifikasi di atas, diambil empat senyawa dengan puncak-puncak tertinggi dari hasil identifikasi. Titik-titik tertinggi yang muncul dapat mewakili senyawa-senyawa

aktif yang berada dalam ekstrak *U. reticulata* dalam menghambat bakteri. Tabel dibawah ini merupakan senyawa-senyawa yang memiliki titik puncak tertinggi dalam hasil identifikasi senyawa aktif dengan keterangan rumus molekul, berat molekul dan urutan waktu puncak. Empat senyawa tertinggi hasil analisis GC-MS Ekstrak *Ulva reticulata* disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Empat Senyawa tertinggi Hasil Analisis GC-MS Ekstrak *Ulva reticulata*

Nama IUPAC	Waktu retensi	Persentase area (kelimpahan)	Puncak ke
Cycloheptasiloxane	10,737	16,61	1
Neophytadiene	15,246	9,07	5
Hexadecanoic acid, palmitic acid	16,402	17,67	7
Octadecenoic acid	18,141	26,84	8

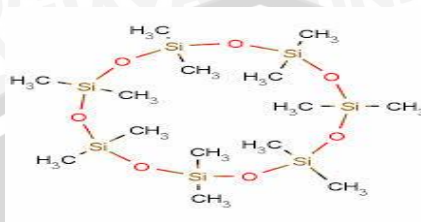
Sumber: Hasil pengujian ekstrak *U. reticulata* pelarut etanol (Data diolah)

Jika diurutkan dari urutan persentase tertinggi adalah 9-*Octadecenoic acid*, *Hexadecanoic acid* atau biasa disebut *palmitic acid*, *Cycloheptasiloxane* dan yang terendah dari keempat senyawa tersebut adalah *Neophytadiene*.

4.2.1 9-*Octadecenoic acid*

Rumus struktur dari 9-*Octadecenoic acid* $C_{19}H_{36}O_2$ dengan berat molekul 296.4879 g/mol yang mempunyai nama lain asam oleat (NIST, 2011). Menurut Puspawati *et al.* (2011), asam oleat merupakan asam lemak tak jenuh. Adanya asam oleat sangat bermanfaat untuk menurunkan *Low Density Lipoprotein* (LDL) kolesterol darah. Asam lemak tidak jenuh khususnya asam lemak omega dapat menghambat sintesis *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL), sehingga dapat mengurangi pembentukan LDL dalam darah. Rendahnya kadar VLDL dan LDL yang disekresikan dapat mengurangi kolesterol dalam darah. Hal ini dikarenakan VLDL dan LDL merupakan protein yang membawa trigliserida, kolesterol dan fosfolipid dari hati ke seluruh tubuh. Struktur asam oleat disajikan pada Gambar 26.

perawatan kulit. Bahan ini umum digunakan pada kondisioner rambut karena membuat rambut mudah untuk disikat tanpa mengalami kerusakan. Struktur *Cycloheptasilaxone, tetradecamethyl-* ($C_{14}H_{42}Si_7O_7$) disajikan dalam Gambar 28.

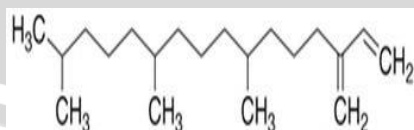


Gambar 28. Struktur *Cycloheptasilaxone, tetradecamethyl-* ($C_{14}H_{42}Si_7O_7$) (Google_image, 2015)

4.2.4 *Neophytadiene*

Rumus struktur dari *Neophytadiene* adalah $C_{20}H_{38}$ dengan berat molekul 278.51572 g/mol (Pubchem, 2005). Menurut Raman et al. (2012), *Neophytadiene* adalah sebuah terpenoid antijamur yang diidentifikasi dalam alga merah *Centroceras clavulatum* yang digunakan sebagai antipiretik, analgesik dan vermifugic sebagai obat luka dan peradangan.

Neophytadiene adalah inhibitor enzim. Produk ini mengandung hingga 15% heksana yang larut dalam kloroform, diklorometana, eter dan heksana (Rowell et al., 1997). Ditambahkan pula oleh Tejeda et al. (2001), bahwa *Neophytadiene* adalah hidrokarbon paling melimpah dipadang rumput yang dapat digunakan sebagai parameter kunci untuk membedakan antara jenis diet yang diberikan kepada hewan-hewan sebelum disembelih. Struktur *Neophytadiene* disajikan dalam Gambar 29.



Gambar 29. Struktur *Neophytadiene* ($C_{20}H_{38}$) (Google_image, 2015)

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian antibakteri menggunakan ekstrak kasar *Ulva reticulata* menghasilkan daya hambat antibakteri terhadap bakteri *Salmonella typhi* terbaik adalah menggunakan pelarut etanol pada konsentrasi 10.000 ppm sebesar 4,6 mm.

Hasil analisis uji fitokimia dari *Ulva reticulata* adalah flavonoid dan saponin yang berfungsi sebagai bahan antibakteri.

Hasil dari pengujian GC-MS dari ekstrak kasar *Ulva reticulata* mengandung senyawa bioaktif yang berfungsi sebagai antibakteri antara lain: 9-Octadecenoic acid, hexadecanoic acid (palmitic acid), Cycloheptasiloxane dan Neophytadiene.

5.2 Saran

Dari penelitian dengan judul “Uji Efektivitas Ekstrak Kasar Rumput Laut Hijau *Ulva reticulata* dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Daya Hambat Bakteri *Salmonella typhi*”, penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lebih mendalam terhadap senyawa-senyawa aktif yang terkandung dalam rumput laut hijau *Ulva reticulata* agar lebih bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, W dan Kusmiyati I. 2006. Uji Aktivitas Senyawa Antibakteri dari Mikroalga *Porphyridium cruentum*. Pusat Penelitian Bioteknologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Volume 8 Nomor 1 Hal. 48-53.
- Andriana, R. 2009. Identifikasi Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Terung Pucuk (*Solanum macrocarpon L*). Program Studi Teknologi asil Pertanian. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Astawan, 2004. Pemanfaatan Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*) untuk Meningkatkan Kadar Iodium dan Serat Pangan pada Selai dan Dodol. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol. XV No. 1. Hal. 1.
- Astuti, F. K., M. Junnus, and E. Setyowati. 2014. *The Effect of Fermentation Time and Proportion Liquid Sludge for Crude Fiber in Sluge Organic Biogas. Skripsi. Faculty Farms. Brawijaya University*
- Atmadja, W. S; Kadi A; Sulistijo dan Rachmaniar. 1996. Pengenalan Jenis-jenis Rumput Laut di Indonesia. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta. Hal. 6, 7, 33.
- Bhat, S., D. Saravanan, M. Radhakrishnan, and R. Balagurunathan. 2011. *Bioprospecting of Marine Yeast with Special Refrence to Inulinase Production. J. Chem.Tech. Research. 3 (3): 1514-1519*
- Bonang, G dan Enggar S. K. 1982. Mikrobiologi Kedokteran untuk Laboratorium dan Klinik. Jakarta: PT. Gramedia. Bonang dan Koeswardono.
- Brahmana, H. R. 1998. Penentuan Komposisi Asam Lemak dari Bahan Alam dengan Cara Kromatografi Gas terhadap Metil Ester Asam Lemak dari Minyak Nabati. Lembaga Penelitian USU, Medan.
- Brooks, G.f., Butel dan S. A. Morse. 2005. *Medical Microbiologi*. Mc Graw Hill, New York
- Cannell, R.J.P. 1998. *Natural Products Isolation*. Human Press, New Jersey.
- Chemical. 2010. Saponin. [http:// www. Chemical book.com/ Chemical ProductProperty EN CB9393639](http://www.Chemicalbook.com/ChemicalProductPropertyENCB9393639). Htm. Diakses tanggal 23 Februari 2015
- Cowan, M. 1999. *Plants Product as Antimicrobial Agent. Clinical Microbiology Reviews, 12 (4)*, hal 564-582.
- Cowan, M.M. 1999. *Biology of Conidical Fungi Vol 2*. New York : Academic Press Inc (London) Ltd. Hal. 444.

- Daintith, J. 1990. Kamus Lengkap Kimia. Erlangga. Jakarta
- Dewi, F. K. 2010. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*, Linnaeus) terhadap Bakteri Pembusuk Daging Segar. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Halaman 1-38
- Druglead, 2009. *Serpentine* (Alkaloid). <http://www.druglead.com/cds/serpentine-alkaloid.html>. Diakses tanggal 25 Februari 2015.
- Dwyana, Zaraswati., Johanes, Eva. 2012. Uji Efektivitas Ekstrak Kasar Alga Merah *Eucheuma cottonii* Sebagai Antibakteri terhadap Bakteri Patogen. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. Universitas Hasanuddin. Makassar. Halaman 1-7.
- Eri, 2007. Manfaat Rumput Laut, Cegah Kanker dan Antioksidan. Gizi Kuliner Indonesia, hlm.24.
- Gandjar, I.G dan Rohman A. 2007. Kimia Farmasi Analisis. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Googleimage. 2015. Struktur Alkaloid, Flavonoid, Saponin, Steroid, Tanin, Terpenoid. Diakses tanggal 12 Februari 2015.
- Greenwood, 1995. *Antibiotics Susceptibility (Sensitivity) Test, Antimicrobial and Chemoteraphy*. Mc Graw Hill Company, USA.
- Guenther, G. 1987. *Food Hydrocolloids*. CRC Press. Boca Raton FL.
- Handayani, D. Maipa, D., Marlina, Meilan.2007. Skrining Aktivitas Antibakteri Beberapa Biota Laut dari Perairan Pantai Painan, Sumatera Barat. Fakultas Farmasi. Universitas Andalas Padang.
- Harborne, J. B. 1987. Metode fitokimia. Penerbit ITB. Bandung
- Harborne, J. B. 2006. Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. Penerbit ITB. Bandung.
- Hartono, T. 2009. Bahan Alam Fitokimia Saponin. <http://farmasi.dikti.net/saponin/>. Diakses pada tanggal 19 Juni 2014
- Hastari, R. 2012. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Pelepah dan Batang Tanaman Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*) terhadap *Staphylococcus aureus*. Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro.
- Hernawati. 2014. Gambaran Efek Toksik Etanol Pada Sel Hati. Jurusan Pendidikan Biologi. FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.

Hikmah, Maharani Nurul dan Zuliyana. 2010. Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.

Ikawikanti, Arweniuma., Padiga, M.C., Oktainie, D. A. 2014. Isolasi dan Karakterisasi *Salmonella spp.* Pada Lingkungan Peternakan Ayam Broiler di Kota Malang. Program Studi Pendidikan Dokter Hewan Program Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya. Malang.

Joharman, T. 2006. Studi Pengaruh Suhu dan Lam Evaporasi pada Proses Pemekatan Glatin. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Kamlasi, Y. 2008. Kajian Ekologis dan Biologi untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*) di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur. Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan Nasional. Volume 11. No. 3. Hal. 1.

Kurniawan, R., Salafudin., Nugraha, H., Sandi, F. 2010. Produksi Etanol Secara Sinambung dengan Sel Tertambat Menggunakan Bioreaktor Tangki Berpengaduk. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknologi Industri Itenas. Bandung. Halaman 1-8.

Lay, B.H. 1994. Analisis Mikroba di Laboratorium. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Lide, D. R. 2005. *Physical Constants of Organic Compounds in CRC Handbook of Chemistry and Physics, Internet Version*. <http://www.hbcnetbase.com>. CRC Press. Boca Raton, FL.

Mardaningsih, F., Andriani, M. A. M., Kawiji. 2012. Pengaru Konsentrasi Etanol dan Suhu *Spray Dryer* Terhadap Karakteristik Bubuk Klorofil Daun Alfalfa (*Medicago sativa L.*) Dengan Menggunakan Binder Maltodekstrin. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Vol 1 No 1 halaman 110-117.

Msuya, F.E. dan A. Neori. 2002. *Ulva reticulata and Gracilaria crassa: Macroalgae That Can Biofilter Effluent from Tidal Fishponds in Tanzania. Western Indian Ocean*. J. Mar. Sci. Vol. 1, No. 2, pp. 117–126, 2002. Hal. 7.

Murty, R., Suparjo, Akmal, dan B. L. Ginting. 2008. Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan. Laboratorium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. Jambi

Nabila, Norma. 2011. Pengaruh Pemberian Metanol dan Etanol Terhadap Tingkat Kerusakan Sel Hepar Tikus Wistar. Program Pendidikan Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro. Semarang.

- NIST, 2011. *National Institut of Standart and Technologi. The U.S Secretary of Commerce on Behalf of the United States of America.*
- Nuria, M.C., Faizatun, A. dan Sumantri. 2009. *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Jarak Pagar (Jatropha curcas L) Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus ATCC 25923, Escherichia coli ATCC 25922, dan Salmonella typhi ATCC 1408.* Mediagro. Vol. 5. No. 2. Hal: 26-37.
- Oktaviani, M. 2011. *Penggunaan Metode Freezing (-4°C) dengan Konsentrasi DMSO 5% untuk Preservasi Strain-Strain Nostoc (Vaucher 1803) Bornet et Flahault 1886.* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Departemen Biologi. DepokPambayun et al, 2009
- Pelczar, M. J. Dan Chan, E. C. S. 1988. *Dasar – Dasar Mikrobiologi, Jilid 1.* Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Prihanto, A.A, Fidaus, M. Dan Nurdiani, R. 2011. *Penapisan Fitokimia dan Antibakteri Ekstrak Metanol Mangrove (Excoecaria agallocha) Dari Muara Sungai Porong.* Berk. Penel. Hayati :17 (69-72).
- Putra, E.S. 2006. *Alkaloid: Senyawa Organik Terbanyak di Alam.* Diakses dari <http://chem-is-try.org/> tanggal 23 Maret 2015 pukul 13.00 WIB.
- Robinson, 1995. Robinson, t. 1991. *The organic constituen of higherplants. 6 th edition. Department of biochemistry.* University of massachusetts
- Rostinawati, T. 2009. *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Rosella (Hibiscus sabdariffa L.) terhadap Escherichia coli, Salmonella typhi dan Staphylococcus aureus dengan Metode Difusi Agar.*Fakultas Farmasi. Universitas Padjadjaran.
- Roth, H.J dan Blaschke, G. 1985. *Analisis Farmasi.* Alih bahasa: Dr. Sarjono Kisman. Gadjah Mada University Press.
- Rusmiyati, Ika., Husain, Dirayah R., Alam, Gemini. 2015. *Bioaktivitas Ekstrak Metanol Daun Muda Sirsak Annona muricata L. Sebagai Antibakteri Terhadap Staphylococcus aureus dan Propionibacterium acnes.* Jurusan Biologi Fakultas MIPA. Universitas Hasanuddin. Makassar. Halaman 1-8.
- Sa'ad, 2009. *Aktivitas Antibakteri Alga Laut Caulerpa racemosa Dari Perairan Pulau Nain.*Vol. VII-3.
- Salosso, Y., Prajitno, A., Abadi, A. L., Aulanni'am. 2011. *Kajian Potensi Padina australis Sebagai Antibakteri Alami Dalam Pengendalian Bakteri Vibrio alginolitycus Pada Budidaya Ikan Kerapu Tikus (Cromeleptus altivelis).* Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. Jurnal Bahan Alam Indonesia ISSN 1412-2855 Vol. 7 No. 7.

- Sari, M. 2011. Identifikasi Protein Menggunakan *Fourier Transform Infrared (FTIR)*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Sastrohamidjojo, H. 2007. Kromatografi. Yogyakarta: Liberty
- Septiana, A.T. dan Asnani, A. 2012. Kajian Sifat Fisikokimia Ekstrak Rumput Laut Coklat *Sargassum duplicatum* Menggunakan Berbagai Pelarut dan Metode Ekstraksi. *Agrointek*. Vol. 6. No. 1.
- Septiana, M., Mariana, Z.T. dan Razie F. 2012. Populasi Bakteri Pengoksidasi Besi dan Sulfur Akibat Penggenangan dan Pengeringan pada Tanah Sulfat Masam di Kalimantan Selatan. *Jurnal Agritek*. Vol. 19. No. 1. Hal 22-27.
- Setiabudy, R. Dan V.H.S. Gan. 2005. Pengantar Antimikroba dalam Farmakologi dan Terapi. Edisi keempat. Unirversitas Indonesia, Jakarta
- Siadi, K. 2012. Ekstrak Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) sebagai Biopestisida yang Efektif dengan Penambahan Larutan NaCl. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. *Jurnal MIPA*. 1 (35): 77-83.
- Simanjuntak, M.R. 2008. Ekstraksi dan Fraksinasi Komponen Ekstrak Daun Tumbuhan Senduduk (*Melastoma malabathricum L*) Serta Pengujian Efek Sediaan Krim Terhadap Penyembuhan Luka Bakar. Fakultas Farmasi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sirait, M. 2007. Penuntun Fitokimia dalam Farmasi. ITB. Bandung
- Siregar, A .F., Sabdono, A., Pringgenies, D. 2012. Potensi Antibakteri Ekstrak Rumput Laut Terhadap Bakteri Penyakit Kulit *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Micrococcus luteus*. Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Kampus Tembalang Semarang. *Journal of Marine Research*. Vol 1, No. 2 Tahun 2012 Hal. 152-160.
- Sudarmadji, S; B. Haryono dan Suhardi. 2007. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta. Hal. 50-53.
- Surakhmad, 1994. Laut Nusantara. Suatu Pendekatan Ekologis. Penerbit Djambatan. 367
- Suriawiria, 2003. Bahan Baku Industri Bernilai Tinggi. <http://kompas.com>. Diakses pada 10 Oktober 2013.
- Tamat, S.R; W. Thamrin; S. Lina. 2007. Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Senyawa Bioaktif dari Ekstrak Rumput Laut Hijau *Ulva reticulata* Forsskal. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, April 2007, Hal. 31-36 Vol. 5, No. 1. ISSN 1693-1831.

Todar, 2008. Todar, k. 2008. *Bacillus cereus* keracunan makanan. www.textbookofbacteriology.net. Oktober 2009

Varghese, K.J; T.P. Mamatha; M. Asha; H.S. Syama. 2010. *Phytochemical Investigation of Seaweed Ulva reticulata from The Coast of Bakel, Kasaragod of Kerala. International Journal of Pharma World Research*. ISSN 0976-111X. IJPWR Vol 1 ISSUE 2 (Mar-Jun)-2010.

Vogel, W. 1987. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro. Edisi kelima. Bagian I. PT Kalman Pustaka. Jakarta.

Yasita, D. dan Rachmawati, I.D. 2013. Optimasi Proses Ekstraksi Pada Pembuatan Karaginan Dari Rumput Laut *Euchema cottoni* untuk Mencapai *Foodgrade*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. UNDIP.

Yulinar., Husain, Dirayah R., Abdullah, Asadi. 2015. Bioaktivitas Minyak Atsiri Rimpang Lengkuas Merah *Alpinia purpurata* K. Schum Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Laboratorium Mikrobiologi. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin. Makassar.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Rendemen Sampel dan Rendemen Ekstrak

- **Rendemen 1 (segar ke kering)**

Berat segar : 5 kg

Berat kering : 2 kg

$$= \frac{2}{5} \times 100\%$$

$$= 0,4 \times 100\% = 40\%$$

- **Rendemen 2 (sampel kering ke serbuk)**

Berat kering : 2 kg

Berat serbuk : 1,7 kg

$$= \frac{1,7}{2,0} \times 100\%$$

$$= 0,85 \times 100\% = 85\%$$

- **Rendemen 3 (Rendemen ekstrak)**

<i>va reticulata</i>	(g)	W ₀ (g)	W ₁ (g)
metanol	0	79	30
etanol	0	79	10,34

Keterangan : W_p = berat sampel yang di ekstrak

W_{G0} = berat botol vial kosong

W_{G1} = berat botol vial isi

$$\text{Rendemen ekstrak} = \frac{W_{G1} - W_{G0}}{W_p} \times 100\%$$

Ekstrak dengan Metanol

Ekstrak dengan Etanol

$$\begin{aligned} \text{Rendemen ekstrak} &= \frac{8,80 - 6,79}{100} \times 100\% \\ &= 0,0201 \times 100\% \\ &= 2,01\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen ekstrak} &= \frac{10,34 - 6,79}{100} \times 100\% \\ &= 0,0355 \times 100\% \\ &= 3,55\% \end{aligned}$$

Lampiran 2. Pembuatan media MHA (Mueller Hinton Agar)

komposisi	jumlah (gr)
casein Hydrolysisate	5
arch	5
lar	
extraction from meat	10

Sumber : Label media MHA

Cara pembuatan:

- Dihitung

$$\text{jumlah MHA yg dibutuhkan} = \frac{34 \times \text{jumlah cawan} \times \text{isi per cawan}}{1000}$$

- Yang harus dibuat adalah 6 cawan dan dilihat dari metode masing-masing cawan berisi 20 ml.

$$\text{jumlah MHA yg dibutuhkan} = \frac{34 \times 6 \times 20}{1000}$$

= 4,08 gram MHA yang diperlukan untuk 6 cawan

Lampiran 3. Perhitungan DMSO 10% dan Konsentrasi 10.000 ppm, 5000 ppm, dan 500 ppm.

- DMSO 10% = 10 ml DMSO murni dilarutkan dalam 100 ml aquades.

$$= \frac{10}{100} \times 100 \%$$

$$= 10\%$$

- Pembuatan 10.000 ppm

$$10.000 : 1.000.000$$

$$1 : 100$$

0,1 mg : 10 ml karena hanya membutuhkan 10 ml larutan.

0,1 mg sampel dilarutkan ke dalam 10 ml DMSO 10%.

- Pembuatan 5000 ppm

$$= \frac{a}{10.000} \rightarrow \text{konsentrasi yang akan dibuat}$$

$$= \frac{5000}{10.000}$$

$$= 0,5$$

Dibuat dalam 10 ml (DMSO+ekstrak)

Jadi, $0,5 \times 10$ (jumlah larutan yang akan dibuat)

$$= 5 \text{ ml (diambil dari konsentrasi 10.000 ppm)}$$

Karena volume keseluruhan yang akan dibuat adalah 10 ml, jadi larutan

DMSO 10% ditambahkan sebanyak:

$$5 + a = 10 \text{ ml} \rightarrow \text{volume keseluruhan}$$

↳ Dari konsentrasi 10.000 ppm

$$a = 10 - 5$$

$$a = 5 \text{ ml larutan DMSO 10\%}$$

- Pembuatan 500 ppm

$$= \frac{a}{5000} \rightarrow \text{konsentrasi yang akan dibuat}$$

$$= \frac{500}{5000}$$

$$= 0,1$$

Jadi $0,1 \times 10$ (jumlah larutan yang akan dibuat)

= 1 ml (diambil dari konsentrasi 5000 ppm)

Jadi larutan DMSO 10% ditambah sebanyak:

$$1 + a = 10 \text{ ml} \rightarrow \text{volume keseluruhan}$$

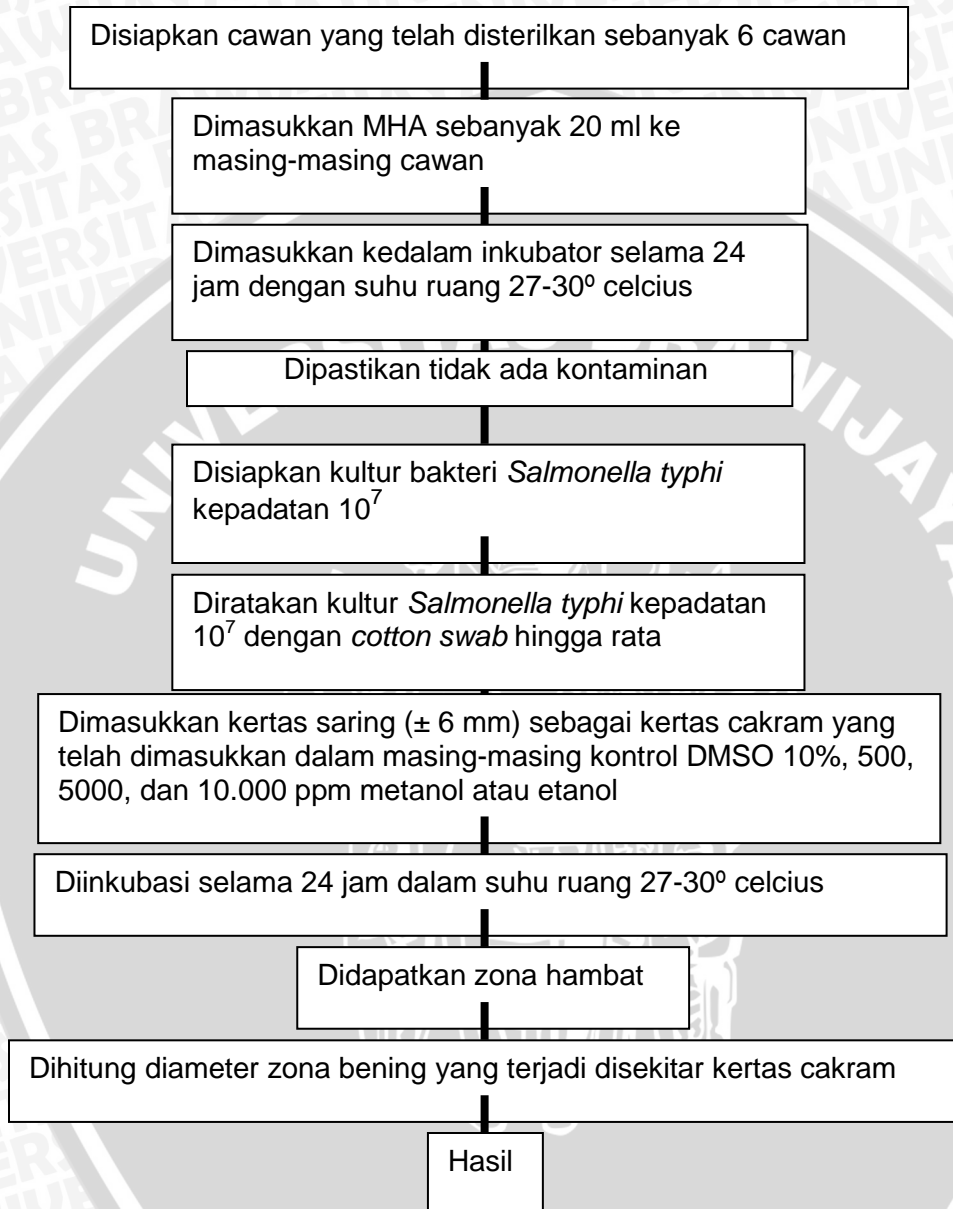
↳ Dari konsentrasi 5000 ppm

$$a = 10 - 1$$

$$a = 9 \text{ ml larutan DMSO 10\%}$$



Lampiran 4. Skema Kerja Uji Cakram Metode Difusi (Kirby bauer)



Lampiran 5. Data Hasil Zona Hambat *Ulva reticulata* terhadap *Salmonella typhi*

Perlakuan		Ulangan			rata-rata	SD
Pelarut	Konsentrasi	I	II	III		
Etanol	Kontrol	0,8	0,9	1	0,9	0,1
	500	2,1	1,7	2,2	2	0,264575
	5000	3,2	2,9	2,9	3	0,173205
	10000	4,3	4,8	4,7	4,6	0,264575
Metanol	Kontrol	0,6	0,7	0,5	0,6	0,1
	500	1,6	1,4	1,8	1,6	0,2
	5000	2,3	2,8	2,7	2,6	0,264575
	10000	4,3	4,3	4,6	4,4	0,173205

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata
Pelarut	Konsentrasi	1	2	3		
Etanol	K0	0,8	0,9	1	2,7	0,9
	K1	2,1	1,7	2,2	6	2
	K2	3,2	2,9	2,9	9	3
	K3	4,3	4,8	4,7	13,8	4,6
Metanol	K0	0,6	0,7	0,5	1,8	0,6
	K1	1,6	1,4	1,8	4,8	1,6
	K2	2,3	2,8	2,7	7,8	2,6
	K3	4,3	4,3	4,6	13,2	4,4
Total		20,2	21,5	23,4	59,1	

Tabel dua arah

	K0	K1	K2	K3	Total
Etanol	2,7	6	9	13,8	31,5
Metanol	1,8	4,8	7,8	13,2	27,6
Total	4,5	10,8	16,8	27	59,1

FK	3492,81	JKPK	46,49625
db pelarut (p)	1	JK galat	46,5225
db konsentrasi (k)	3	ktp	0,63375
db PK	3	ktk	15,27375
db galat	16	ktpk	0,01375
db total	23	kt galat	0,04125
JKT	47,15625	F hitung P	15,36363636
JKP	0,63375	f hitung K	370,2727273
JKK	45,82125	f hitung PK	0,333333333

Tabel ANOVA

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	Ftab 5%	Ftab1%
Pelurut (P)	1	0,633	0,633	15,363	4,49	8,53
Konsentrasi (K)	3	45,821	15,273	370,272	3,24	5,29
Interaksi (PxK)	3	46,496	0,013	0,333	3,24	5,29
Galat	16	46,522	0,041			
Total	23	139,472				

Descriptive Statistics

Dependent Variable: daya_hambat

Pelurut	konsentr...	Mean	Std. Deviation	N
etanol	kontrol	.9000	.10000	3
	500ppm	2.0000	.26458	3
	5000ppm	3.0000	.17321	3
	10000ppm	4.6000	.26458	3
	Total	2.6250	1.43281	12
metanol	kontrol	.6000	.10000	3
	500ppm	1.6000	.20000	3
	5000ppm	2.6000	.26458	3
	10000ppm	4.4000	.17321	3
	Total	2.3000	1.47525	12
Total	kontrol	.7500	.18708	6
	500ppm	1.8000	.30332	6
	5000ppm	2.8000	.29665	6
	10000ppm	4.5000	.22804	6
	Total	2.4625	1.43188	24

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: daya_hambat

F	df1	df2	Sig.
1.311	7	16	.307

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Pelurut + konsentrasi + Pelurut * konsentrasi

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: daya_hambat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	46.496 ^a	7	6.642	161.026	.000
Intercept	145.534	1	145.534	3.528E3	.000
Pelarut	.634	1	.634	15.364	.001
konsentrasi	45.821	3	15.274	370.273	.000
Pelarut * konsentrasi	.041	3	.014	.333	.801
Error	.660	16	.041		
Total	192.690	24			
Corrected Total	47.156	23			

a. R Squared = .986 (Adjusted R Squared = .980)

Multiple Comparisons^a

daya_hambat
Tukey HSD

(I) konsentrasi	(J) konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
kontrol	500ppm	-.11000 [*]	.17321	.001	-1.6547	-.5453
	5000ppm	-.21000 [*]	.17321	.000	-2.6547	-1.5453
	10000ppm	-.37000 [*]	.17321	.000	-4.2547	-3.1453
500ppm	kontrol	1.10000 [*]	.17321	.001	.5453	1.6547
	5000ppm	-.10000 [*]	.17321	.002	-1.5547	-.4453
	10000ppm	-.26000 [*]	.17321	.000	-3.1547	-2.0453
5000ppm	kontrol	2.10000 [*]	.17321	.000	1.5453	2.6547
	500ppm	1.00000 [*]	.17321	.002	.4453	1.5547
	10000ppm	-.16000 [*]	.17321	.000	-2.1547	-1.0453
10000ppm	kontrol	3.70000 [*]	.17321	.000	3.1453	4.2547
	500ppm	2.60000 [*]	.17321	.000	2.0453	3.1547
	5000ppm	1.60000 [*]	.17321	.000	1.0453	2.1547

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

a. Pelarut = etanol

daya_hambat^b

Tukey HSD

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
kontrol	3	.9000			
500ppm	3		2.0000		
5000ppm	3			3.0000	
10000ppm	3				4.6000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Pelarut = etanol

Multiple Comparisons^a

daya_hambat
Tukey HSD

(I) konsentrasi	(J) konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
kontrol	500ppm	-1.00000 [*]	.15811	.001	-1.5063	-.4937
	5000ppm	-2.00000 [*]	.15811	.000	-2.5063	-1.4937
	10000ppm	-3.80000 [*]	.15811	.000	-4.3063	-3.2937
500ppm	kontrol	1.00000 [*]	.15811	.001	.4937	1.5063
	5000ppm	-1.00000 [*]	.15811	.001	-1.5063	-.4937
	10000ppm	-2.80000 [*]	.15811	.000	-3.3063	-2.2937
5000ppm	kontrol	2.00000 [*]	.15811	.000	1.4937	2.5063
	500ppm	1.00000 [*]	.15811	.001	.4937	1.5063
	10000ppm	-1.80000 [*]	.15811	.000	-2.3063	-1.2937
10000ppm	kontrol	3.80000 [*]	.15811	.000	3.2937	4.3063
	500ppm	2.80000 [*]	.15811	.000	2.2937	3.3063
	5000ppm	1.80000 [*]	.15811	.000	1.2937	2.3063

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

a. Pelarut = metanol

daya_hambat^b

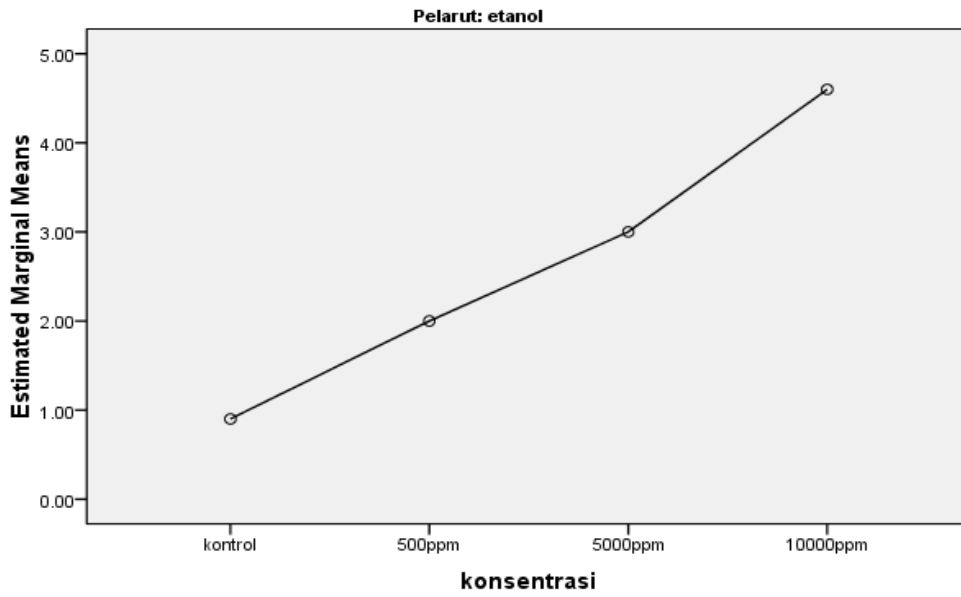
Tukey HSD

konsentrasi	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
kontrol	3	.6000			
500ppm	3		1.6000		
5000ppm	3			2.6000	
10000ppm	3				4.4000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

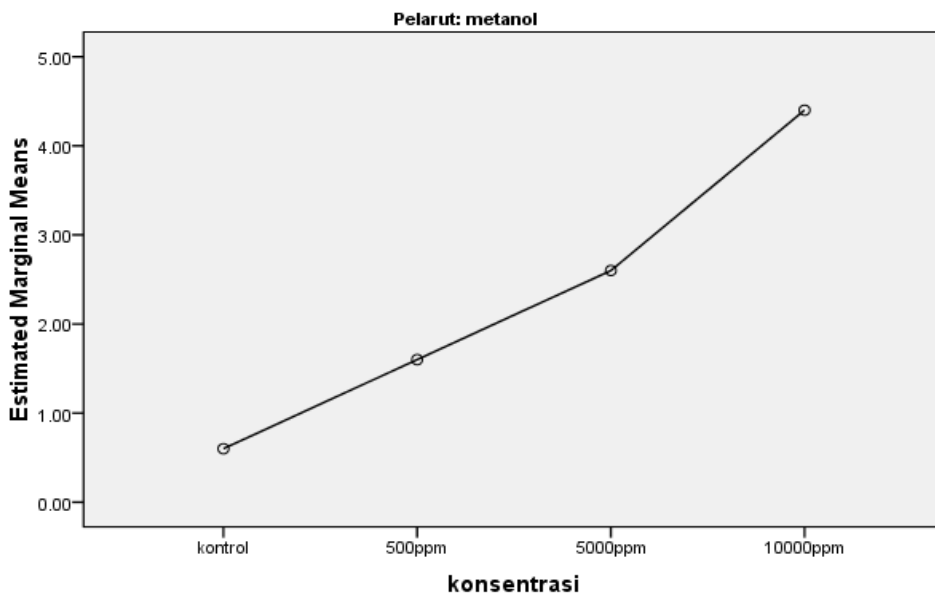
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

b. Pelarut = metanol

Estimated Marginal Means of daya_hambat

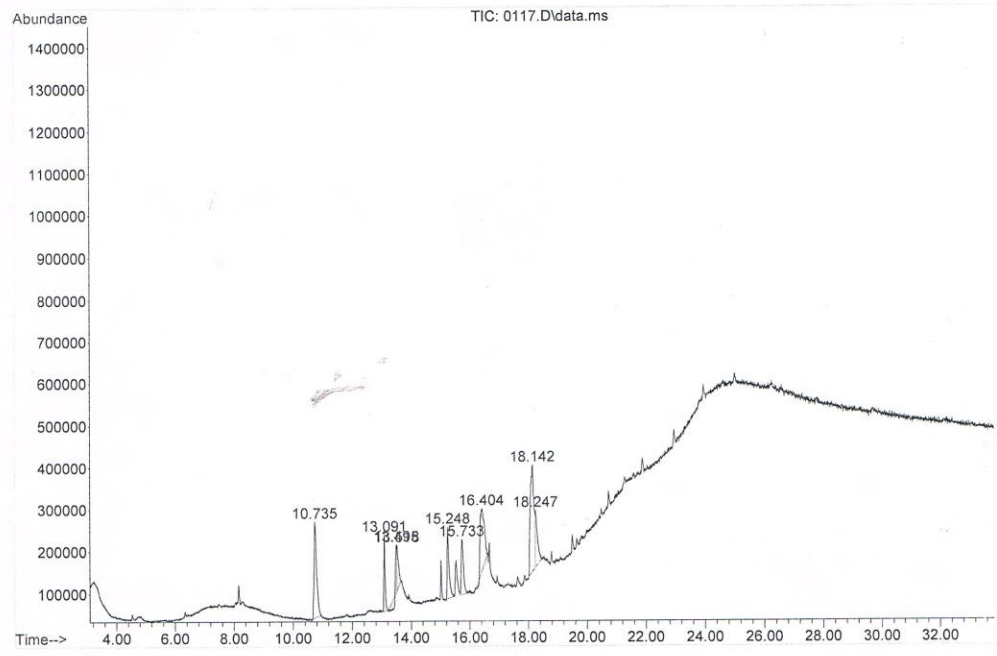


Estimated Marginal Means of daya_hambat



Lampiran 6. Hasil Analisis GC-MS

File : F:\Data\2015\0117.D
Operator : che2
Acquired : 11 Feb 2015 12:25 using AcqMethod NARKOBA.M
Instrument : GCMSD5975C
Sample Name: Rumput Laut
Misc Info : Ulfa
Vial Number: 1



117 s/ 120

Library Search Report

Data Path : D:\Data\2015\
 Data File : 0117.D
 Acq On : 11 Feb 2015 12:25
 Operator : che2
 Sample : Rumput Laut
 Misc : Ulfa
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\W9N11.L Minimum Quality: 0
 Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.737	16.61	C:\Database\W9N11.L Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl- 1- TETRADECAMETHYLCYCLOHEPTASILOXANE \$\$ Cycloheptasiloxane, tetradecame thyl- (CAS) tetradecamethyl - cyclo - hepta - siloxane (CAS)	777328 777329 777335	000107-50-6 000107-50-6 000107-50-6	94 94 91
2	13.089	6.55	C:\Database\W9N11.L Hexadecamethylcyclooctasiloxane \$\$ Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl - (CAS) Cyclooctasiloxane, hexadecamethyl- \$\$ Hexadecamethyl-cyclooctasioxan N-(4'-Chlorophenyl)-8-fluoro-3-met hyl-isoalloxazine	798045 798044 598717	000556-68-3 000556-68-3 998598-71-7	76 76 50
3	13.495	1.20	C:\Database\W9N11.L 8-Heptadecene \$\$ (8E)-8-Heptadecen e # 3-Heptadecene, (Z)- \$\$ (3E)-3-Hept adecene # 8-Heptadecene \$\$ (8E)-8-Heptadecen e #	291431 291426 291429	002579-04-6 998291-42-6 002579-04-6	99 96 94
4	13.518	5.12	C:\Database\W9N11.L Heptadec-8-ene 8-Heptadecene \$\$ (8E)-8-Heptadecen e # 8-Heptadecene \$\$ (8E)-8-Heptadecen e #	291425 291430 291431	998291-42-5 002579-04-6 002579-04-6	95 94 94
5	15.246	9.07	C:\Database\W9N11.L Neophytadiene \$\$ 7,11,15-TRIMETHYL ,3-METHYLENE-1-HEXADECENE Neophytadiene \$\$ 7,11,15-TRIMETHYL ,3-METHYLENE-1-HEXADECENE 2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetram ethyl-, [R-[R*,R*-(E)]]- (CAS) \$\$ Phytol (CAS)	405540 405539 455618	000504-96-1 000504-96-1 000150-86-7	99 97 90
6	15.732	8.29	C:\Database\W9N11.L Neophytadiene \$\$ 7,11,15-TRIMETHYL ,3-METHYLENE-1-HEXADECENE (Z)-1,3-Phytadiene 5,9-dimethyl-4,10-octadecadiene	405539 405555 405544	000504-96-1 998405-55-5 998405-54-4	70 62 58
7	16.402	17.67	C:\Database\W9N11.L Hexadecanoic acid, methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester Hexadecanoic acid, methyl ester (C AS) \$\$ Methyl palmitate Hexadecanoic acid, methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester	382580 382604 382582	000112-39-0 000112-39-0 000112-39-0	98 98 98
8	18.141	26.84	C:\Database\W9N11.L			

Library Search Report

Data Path : D:\Data\2015\
Data File : 0117.D
Acq On : 11 Feb 2015 12:25
Operator : che2
Sample : Rumput Laut
Misc : Ulfa
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

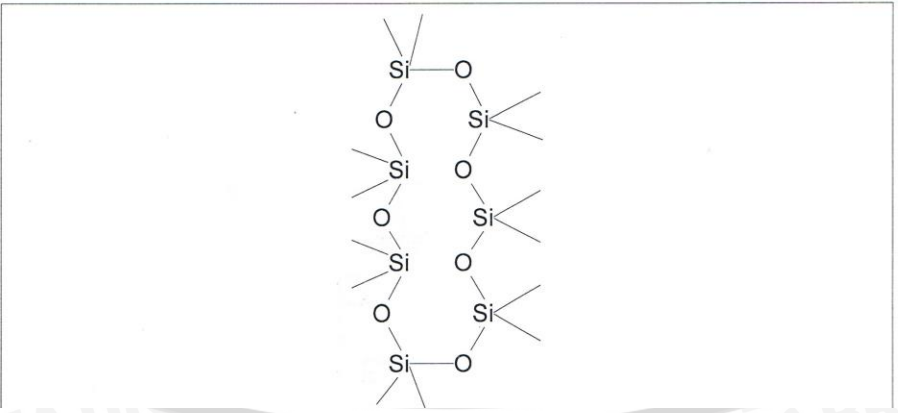
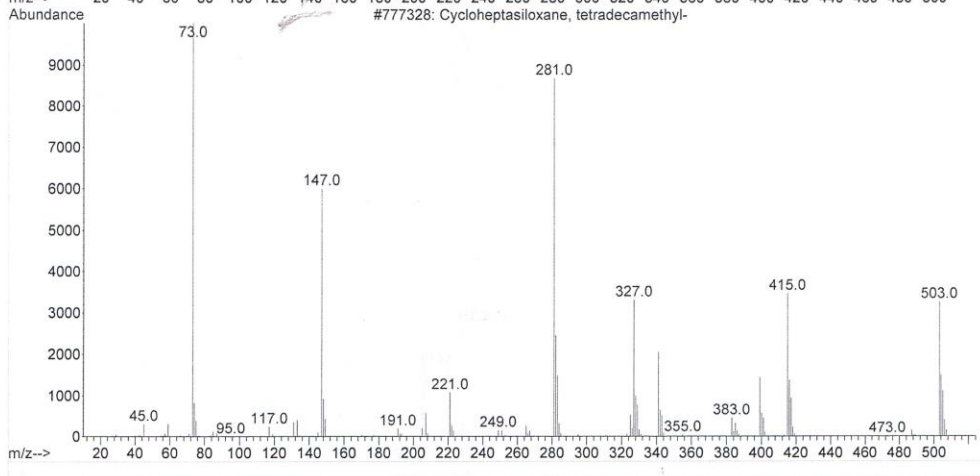
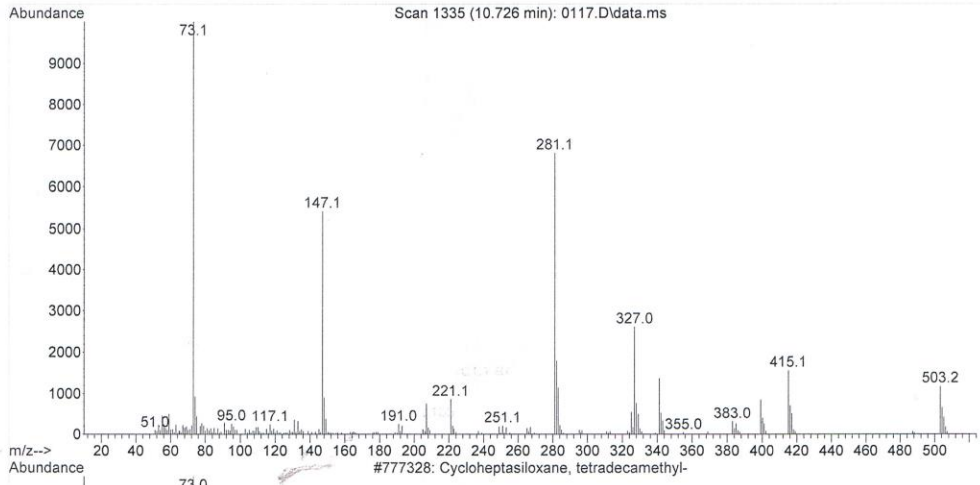
Search Libraries: C:\Database\W9N11.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

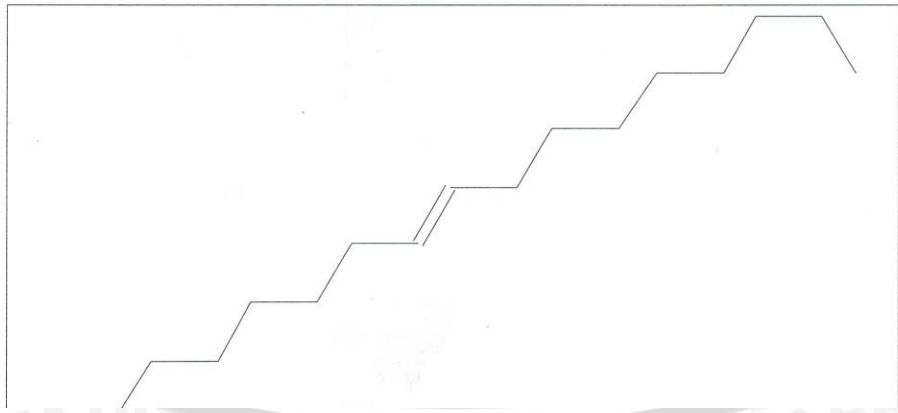
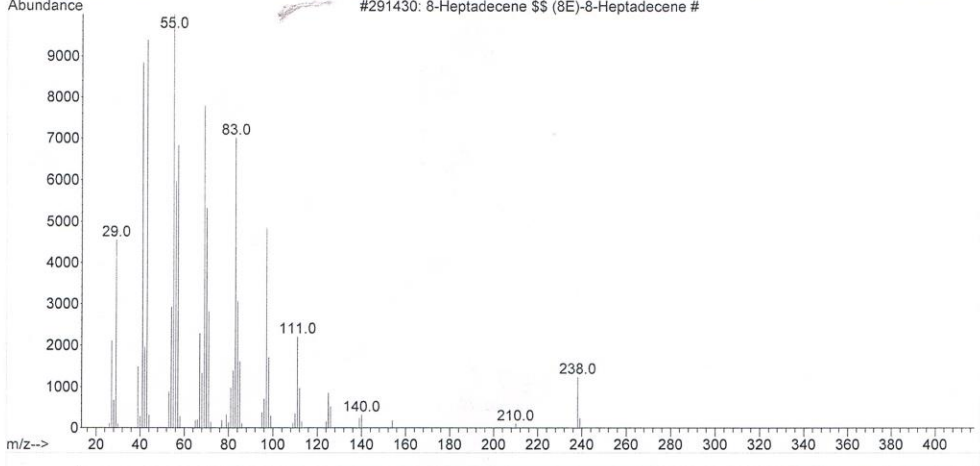
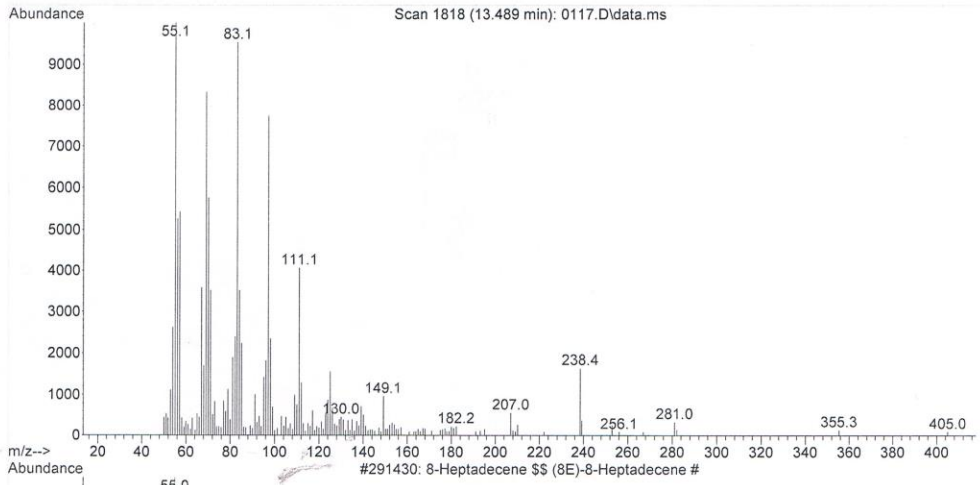
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			(E)- \$\$ Elaidic acid, methyl este			
			11-Octadecenoic acid, methyl ester	455292	052380-33-3	99
			\$\$ Methyl 11-octadecenoate			
			9-Octadecenoic acid, methyl ester,	455274	001937-62-8	99
			(E)- (CAS) \$\$ Methyl elaidate			
9	18.244	8.65	C:\Database\W9N11.L			
			methyl dihydromalvalate	455332	998455-33-2	95
			9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) \$\$	416378	000112-80-1	94
			Oleic acid \$\$ Red oil \$\$ Oelsauere			
			Oleic Acid \$\$ 9-Octadecenoic acid	416369	000112-80-1	91
			(Z)- \$\$.DELTA.9-cis-Oleic acid			



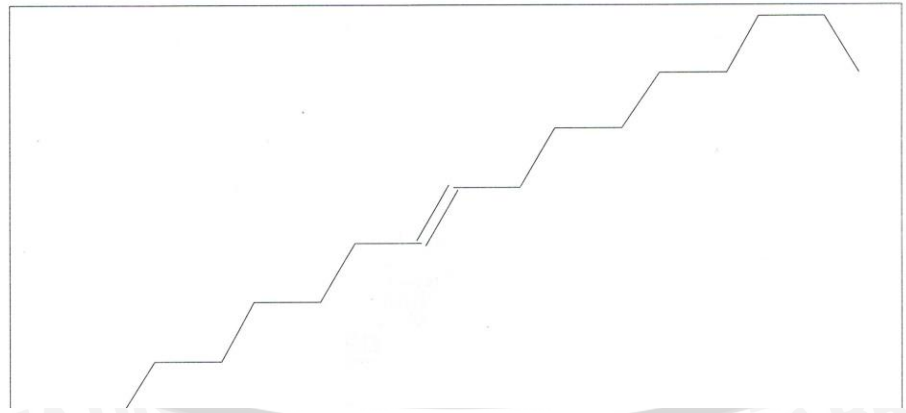
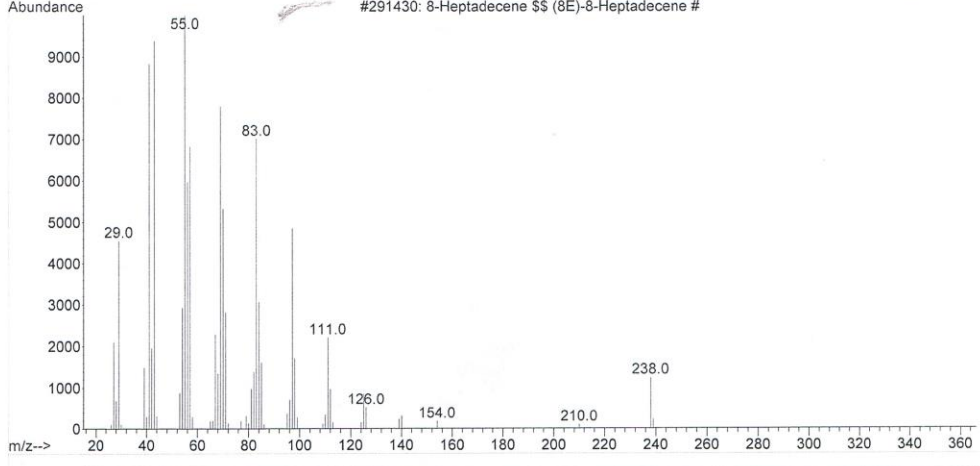
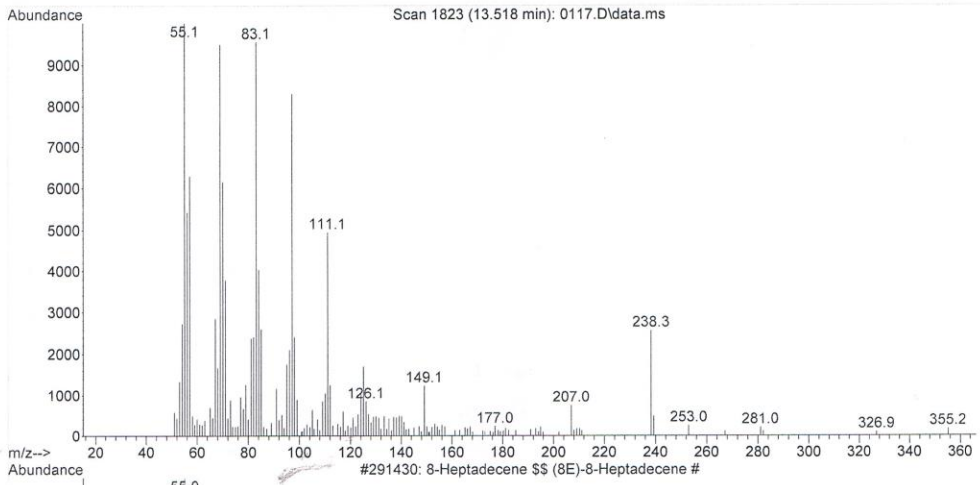
Library Searched : C:\Database\W9N11.L
Quality : 94
ID : Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl-



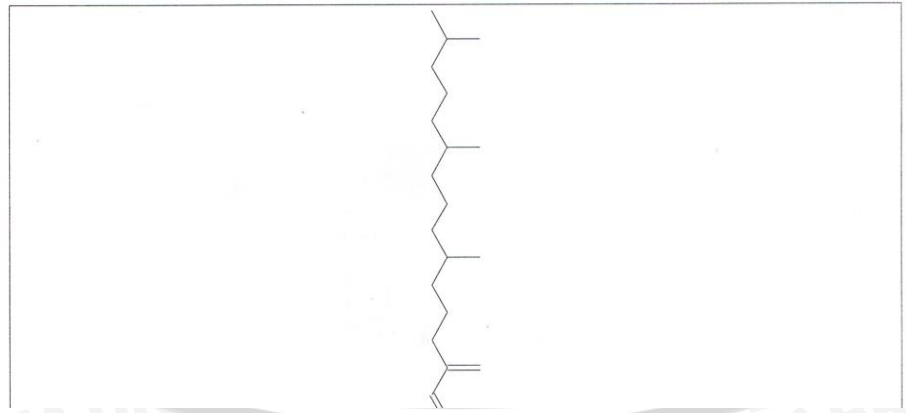
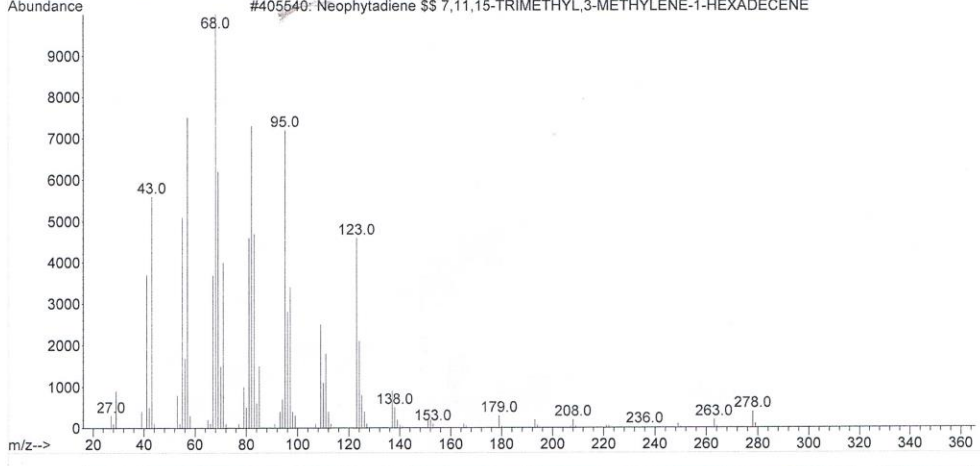
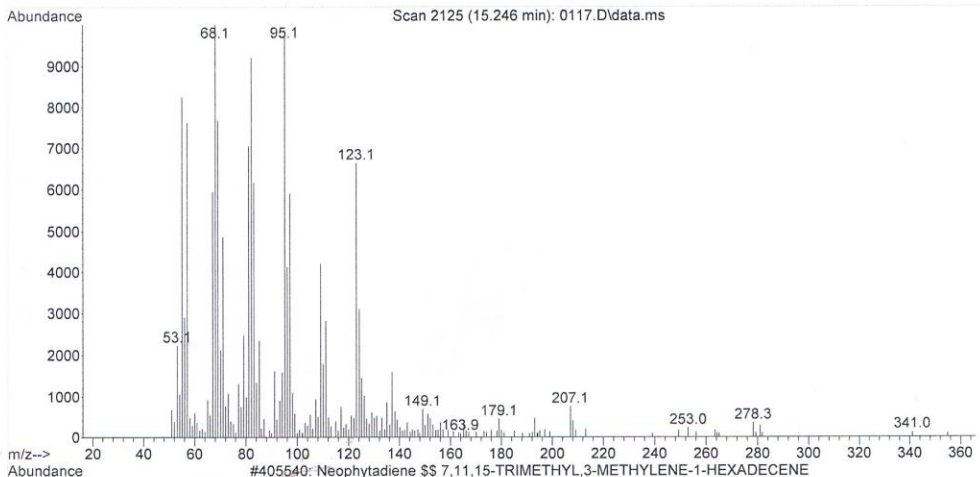
Library Searched : C:\Database\W9N11.L
Quality : 97
ID : 8-Heptadecene \$\$ (8E)-8-Heptadecene #



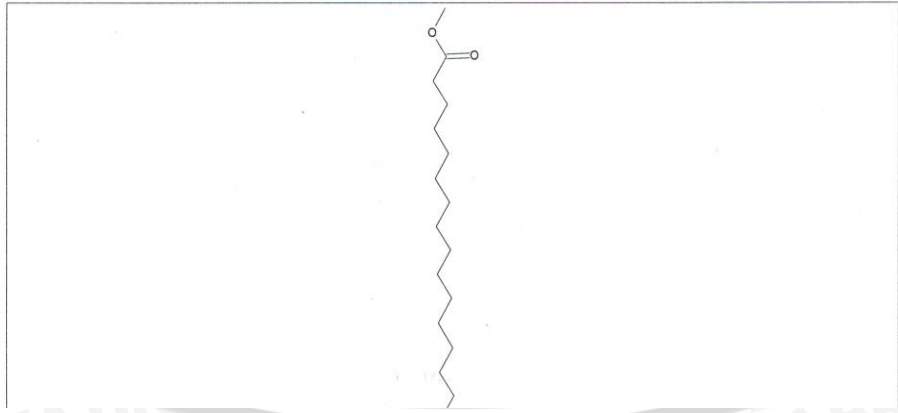
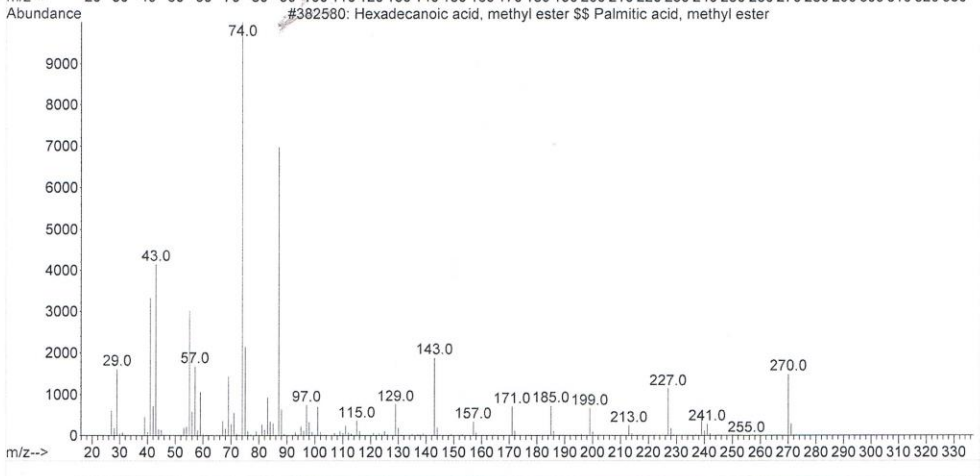
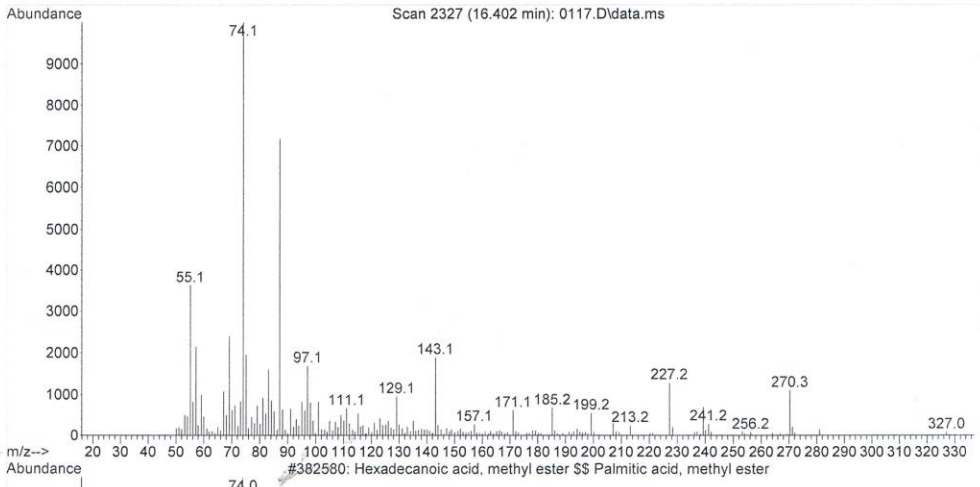
Library Searched : C:\Database\W9N11.L
Quality : 94
ID : 8-Heptadecene \$\$ (8E)-8-Heptadecene #



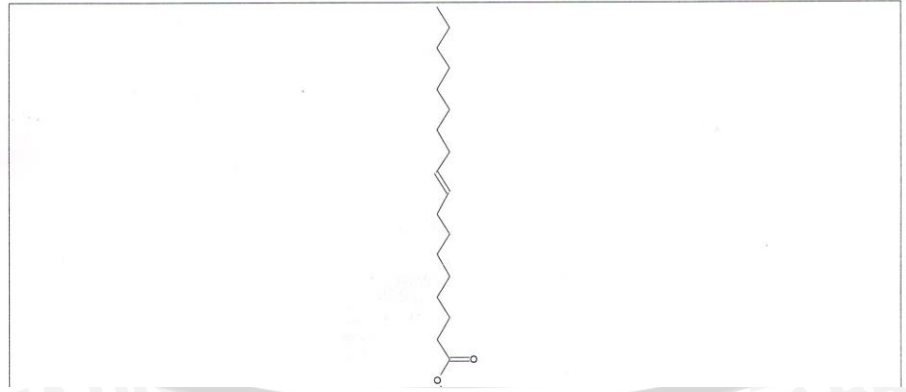
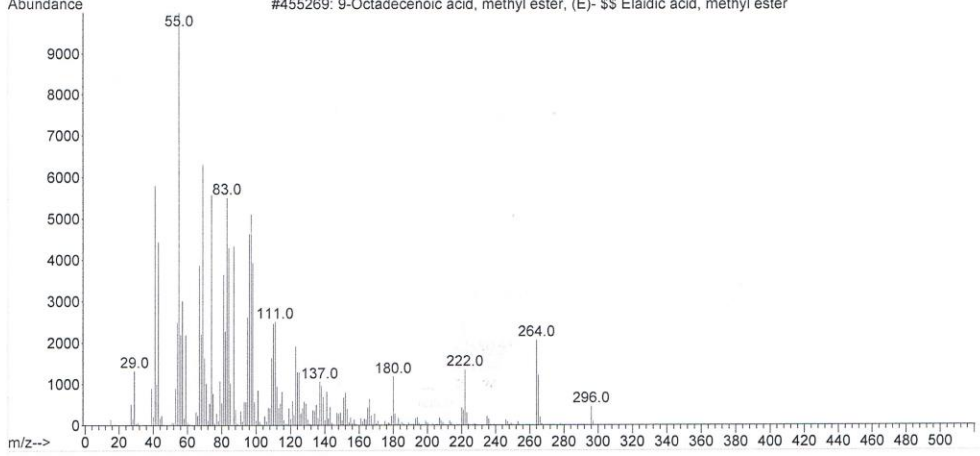
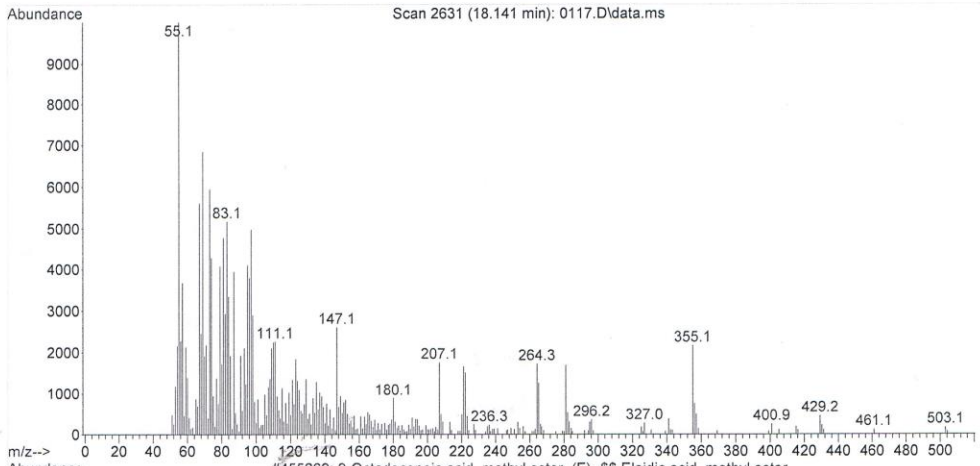
Library Searched : C:\Database\W9N11.L
Quality : 99
ID : Neophytadiene \$\$ 7,11,15-TRIMETHYL, 3-METHYLENE-1-HEXADECENE



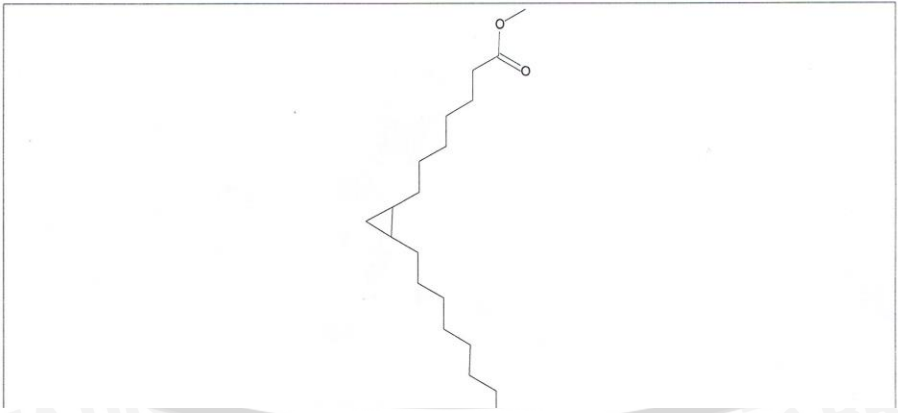
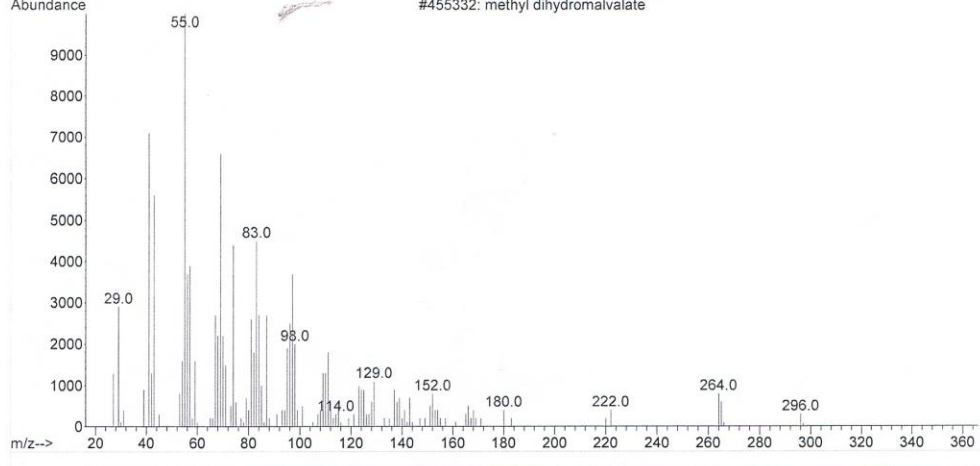
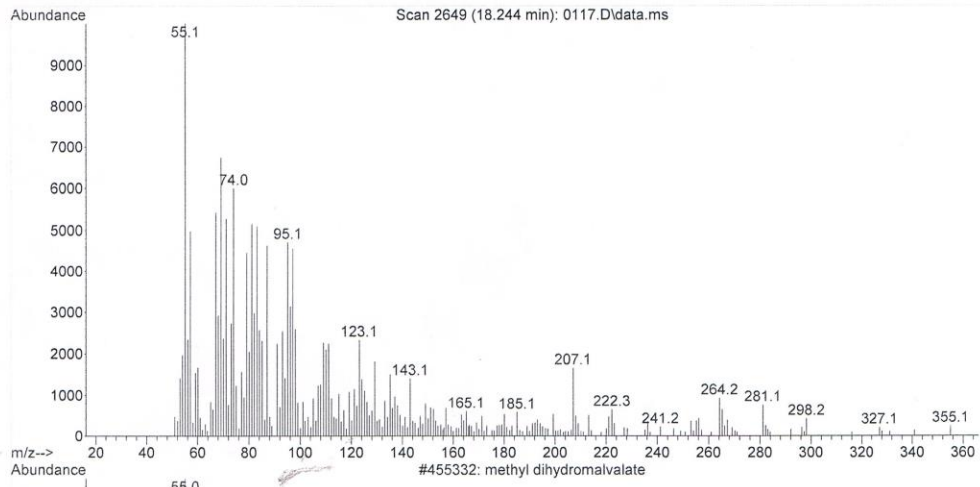
Library Searched : C:\Database\W9N11.L
Quality : 98
ID : Hexadecanoic acid, methyl ester \$\$ Palmitic acid, methyl ester






Library Searched : C:\Database\W9N11.L
Quality : 99
ID : 9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- \$\$ Elaidic acid, methyl ester



Library Searched : C:\Database\W9N11.L
Quality : 95
ID : methyl dihydromalvalate



Lampiran 7. HASIL UJI FITOKIMIA

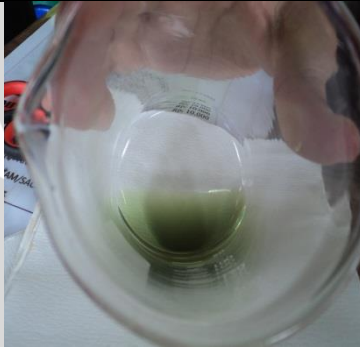
No.	Gambar Uji	Gambar	Hasil
	<p data-bbox="358 520 443 552">Kaloid</p>		<p data-bbox="976 520 1349 552">Menunjukkan hasil negatif (-)</p>
	<p data-bbox="358 903 467 934">Flavonoid</p>		<p data-bbox="976 903 1349 934">Menunjukkan hasil positif (+)</p>
	<p data-bbox="358 1285 444 1316">Saponin</p>		<p data-bbox="976 1285 1349 1316">Menunjukkan hasil positif (+)</p>

eroid



menunjukkan hasil negatif (-)

nin



menunjukkan hasil negatif (-)

rpenoid



menunjukkan hasil negatif (-)



Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian

input laut *Ulva reticulata* segar



pengeringan bahan baku



penggilingan rumput laut



penimbangan sampel



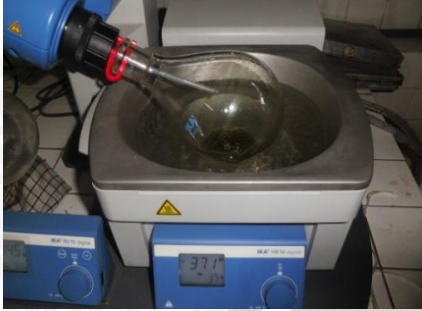
proses maserasi sampel



penyaringan sampel



straksi *vacum rotary evaporator*



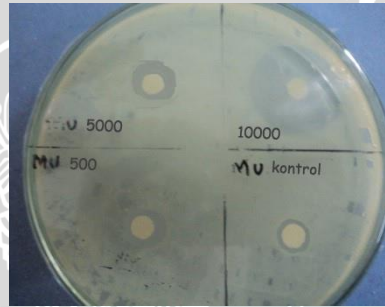
at untuk analisis GC-MS



isil Uji Cakram



isil Uji Cakram



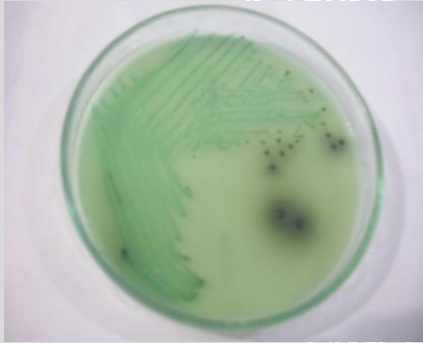
Lampiran 9. Metode Untuk Mengetahui *Salmonella typhi*

1. Pewarnaan



Bakteri gram negatif menunjukkan warna merah dalam pewarnaan ini. Dan bakteri gram positif menunjukkan warna ungu.

2. Media BSA (Bismuth Sulfit Agar)



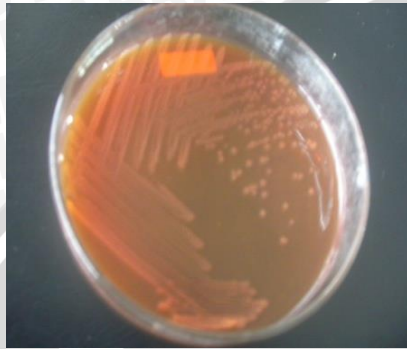
Biasa digunakan untuk identifikasi *Salmonella typhi*. Ditunjukkan dengan terbentuknya koloni berwarna hitam.

3. Metode Microbact



Hasil pengujian *Salmonella typhi* ditunjukkan dengan garis A. Identifikasi hasil *Salmonella typhi* menggunakan software Microbact itu sendiri.

4. Media Macconkey / Mc Conkay



Menunjukkan jika bakteri yang tidak bisa memfermentasi laktosa akan membentuk warna pucat / keputihan (*Salmonella typhi*). Jika bakteri yang bisa memfermentasi laktosa, membentuk warna merah (Asam Laktat).