

UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK RUMPUT LAUT *Kappaphycus alvarezii* DAN *Eucheuma denticullatum* TERHADAP BAKTERI *Aeromonas hydrophila* DAN *Vibrio harveyi***Dwi Budi Wiyanto***Dosen Jurusan Sosial Ekonomi Perikanan**Universitas Islam Madura
Kompleks PP.Miftahul Ulum Bettet Pamekasan 69351
E-mail : wiyanto_marine@yahoo.com***ABSTRAK**

Penelitian tentang Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dan *Eucheuma denticullatum* Terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* dan *Vibrio harveyi* dilakukan, mengingat banyak dijumpai penyakit pada usaha budidaya ikan dan udang, terutama bakteri *Aeromonas hydrophila* dan *Vibrio harveyi*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas senyawa bioaktif rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* yang diekstrak menggunakan pelarut metanol dan etanol sebagai antibakteri terhadap *A. hydrophila* dan *V. harveyi*. Penelitian dilakukan sebanyak dua tahap, yaitu: (1) Uji aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut; dan (2) Analisa senyawa bioaktif yang terdapat pada ekstrak rumput laut, dimana masing-masing tahapan dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap faktorial.

Hasil penelitian menunjukkan, dua jenis ekstrak rumput laut dengan pelarut metanol dan etanol, mempunyai daya antibakteri terhadap *A. hydrophila* dan *V. harveyi*. Ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol memiliki daya hambat lebih luas dibanding ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol terhadap *A. hydrophila* ($19.43 \pm 0,55$ mm). Ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol memiliki daya hambat lebih luas dibanding ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol terhadap *V. harveyi* ($19.85 \pm 0,23$ mm). Asam heksadekanoat merupakan senyawa paling dominan dijumpai pada ekstrak rumput laut *K. alvarezii*, dan *E. denticullatum* yang diekstrak menggunakan pelarut metanol.

Kata Kunci : Aktivitas Antibakteri, Rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum*, Bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyi*.

PENDAHULUAN

Penyakit bakterial pada ikan merupakan salah satu penyakit yang dapat menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Selain dapat mematikan ikan, penyakit ini dapat mengakibatkan menurunnya kualitas daging ikan yang terinfeksi. Bakteri patogen pada ikan dapat bersifat sebagai infeksi primer atau sekunder. Penyakit akibat infeksi bacteria di Indonesia ternyata dapat mengakibatkan kematian sekitar 50-100% (Supriyadi dan Rukyani, 1990).

Indikator keberhasilan dalam usaha budidaya ikan adalah kondisi kesehatan ikan. Oleh karena itu masalah penyakit merupakan

masalah yang sangat penting untuk ditangani secara serius. Penyakit pada ikan merupakan salah satu masalah yang sering dijumpai dalam usaha budidaya ikan. Di Indonesia telah diketahui ada beberapa jenis ikan air tawar, dan diantaranya sering menimbulkan wabah penyakit serta menyebabkan kegagalan dalam usaha budidaya ikan.

Penanggulangan penyakit dapat dilakukan dengan cara pencegahan dan pengobatan. Pencegahan penyakit pada ikan biasanya dilakukan dengan cara menciptakan lingkungan steril dan pemberian pakan yang bernilai gizi baik. Pengobatan yang dilakukan pada saat ikan terserang, biasanya diberikan bahan kimia atau sejenisnya. Akan tetapi penggunaan bahan

kimia mempunyai dampak lingkungan yang kurang baik karena bisa mencemari lingkungan.

Dewasa ini telah banyak dilakukan penelitian tentang pengobatan yang aman dan berwawasan lingkungan yaitu menggunakan bahan-bahan alami, salah satunya rumput laut. Hasil penelitian mengenai rumput laut telah banyak dilaporkan, yaitu : Mtolera (1996) yang mengekstrak 6 algae hijau dengan bahan pelarut diethyl eter terhadap 3 bakteri uji yaitu : *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli*, ekstrak *Valonia aegrophila* paling aktif terhadap semua organisme uji. Vitor *et al.*, (2002), ekstrak Heksan, Cloroform dan Ethanol dari 6 makroalgae laut (Rhodophyta dan Chlorophyta) menunjukkan bahwa dari ekstrak makroalge bersifat menghambat terhadap bakteri. Choudhury (2005) melaporkan tiga ekstrak algae laut, *G. corticata*, *U. fasciata*, *E. compressa* dengan menggunakan heksan, cloroform, etil asetat, cloroform, alkohol dan metanol, menunjukkan penghambatan terhadap bakteri pathogen yaitu, *E. tarda*, *V. alginolyticus*, *P. fluorescens*, *P. aeruginosa* dan *A. hydrophila*.

Menurut Taskin *et al.*, (2007), ekstrak kasar dari semua algae yang diuji kecuali *C. officinalis* menunjukkan hambatan terhadap *S. aureus* dan *U. rigida* merupakan ekstrak yang paling efektif. Aktivitas hambatan paling tinggi terdapat pada *E. aerogenes* (34.00 ± 1.00 mm) dari *C. officinalis* dan diikuti dengan *E. coli* dan *E. faecalis*. *D. dichotoma* mempunyai aktivitas hambatan yang paling rendah (10.66 ± 1.52 mm). Ekstrak *C. barbata* mempunyai aktivitas spektrum yang paling luas, *D. dichotoma* dan *H. filicina* mempunyai aktivitas yang paling rendah terhadap mikroorganisme. Metabolit primer atau sekunder dari rumput laut ini mungkin mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi untuk industri obat. Hasil penelitian juga dilaporkan bahwa aktivitas algae dapat digunakan sebagai antiviral, antibakteri dan antifungal yang berpengaruh terhadap beberapa pathogen (Vitor *et al.*, 2002).

Salah Dalam dekade terakhir ini, berbagai variasi struktur senyawa bioaktif yang sangat

unik dari isolat algae merah telah berhasil diisolasi. Namun pemanfaatan sumber bahan bioaktif dari algae belum banyak dilakukan. Berdasarkan proses biosintesisnya, algae laut kaya akan senyawa turunan dari oksidasi asam lemak yang disebut oxylipin. Melalui senyawa ini berbagai jenis senyawa metabolit sekunder diproduksi (Putra, 2006).

Misonou *et al.*, (2003) melaporkan bahwa jenis rumput laut merah *Phorphyra yeszoensis* mengandung potensi senyawa antioksidan yang dapat menghambat penetrasi sinar UV yang kuat kedalam jaringan atau sel. Menurut Kardono (2004) terdapat sekitar 2500 jenis senyawa bioaktif dari laut yang telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi, dan 93 % diantaranya diperoleh dari rumput laut.

Di Afrika Selatan ekstrak methanol dari 56 rumput laut yang berasal kelas Chlorophyta (hijau), Phaeophyta (coklat) dan Rhodophyta (merah), dari ketiga kelas rumput laut tersebut yang mempunyai antibakteri paling tinggi terdapat pada kelas Phaeophyta (Choudhury, *et al.*, 2005).

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan guna mengatasi masalah penyakit adalah penggunaan rumput laut sebagai bahan antimikroba. Dengan demikian, perlu alternatif lain untuk mengganti antibiotik dengan bioaktif yang ramah lingkungan dan mudah terurai. Senyawa bioaktif yang mulai banyak dikaji yaitu rumput laut yang mengandung senyawa bioaktif sebagai antibakteri. Salah satu rumput laut yang banyak ditemukan di perairan Indonesia adalah rumput laut jenis *K. alvarezii* dan *E. denticullatum*. Dengan adanya kandungan senyawa bioaktif pada rumput laut maka, dipandang perlu untuk melakukan penelitian mengenai pemanfaatan rumput laut sebagai antibakteri. Dari ekstrak *K. alvarezii* dan *E. denticullatum*, diharapkan dapat berfungsi sebagai antibakteri yang dapat mengontrol pertumbuhan bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii*.

Tujuan Penelitian ini adalah :

- 1) Mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* terhadap diameter daerah hambatan bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii*.
- 2) Mengetahui jenis pelarut yang efektif untuk mengekstrak komponen antibakteri pada rumput laut.
- 3) Mengidentifikasi senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* dengan menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spektrometer*).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei s/d Juli 2008. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmakologi dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : biakan murni bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii*, rumput *K. alvarezii* dan *E. denticullatum*. Media TSA (*Tryptone Soy Agar*) dan media TCBSA (*Thiosulfat Citrate Bilesalt Sucrose Agar*), NB (*Nutrient Broth*), Alumonium foil, Aquades, Kertas cakram (*paper disc*), Metanol (99,8%) dan etanol (99,8%) semuanya dengan grade PA.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : *rotary vacuum evaporator*, GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry GCMS-QP2010S SHIMADZU*), pH meter, Autoclave, Micro pipette, Cawan petri, Tabung reaksi, Erlenmeyer, Jarum ose, Bunsen, Oven, Timbangan Analitik, blender, Inkubator, penyaring, kertas saring, Water pump filtrasi, Colony Counter, Pinset, Triangle.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan

dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor (Yitnosumarto, 1993). Faktor I adalah jenis rumput laut yang terdiri dari *K. alvarezii* dan *E. denticullatum*. Faktor II adalah jenis pelarut pengeksrak yang terdiri dari 2 taraf yaitu metanol (99,8%) dan etanol (99,8%). Rancangan acak lengkap (RAL) faktorial ini, digunakan pada pengujian daerah penghambatan bakteri dengan metode difusi. Pada penentuan dosis penghambat minimal (MIC) dan dosis antibakteri terendah yang mampu membunuh bakteri (MBC), menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Perlakuan yang diberikan adalah pemberian ekstrak rumput laut (*K. alvarezii* dan *E. denticullatum*) yang diinfeksi terhadap bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii* dengan konsentrasi 500 ppm, dari dosis 500 ppm diencerkan dengan aquades (=100%), kemudian dilakukan uji pendahuluan guna menentukan dosis yang tepat untuk diujikan pada bakteri. Dasar dari konsentrasi yang diberikan terhadap bakteri sesuai dengan hasil penelitian dari Putra (2007) yang melaporkan bahwa penambahan ekstrak metanol kayuangka maupun ekstrak metanol kulit buah manggis 500 ppm pada nira dapat menekan perkembangan BAL maupun khamir pada proses kerusakan nira. Perlakuan ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan ekstrak rumput laut (*K. alvarezii* dan *E. denticullatum*) terhadap bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii*. Ulangan dilakukan sebanyak 4 kali untuk setiap perlakuan dan penempatan perlakuan dilakukan secara acak.

Prosedur Penelitian

A. Ekstraksi Rumput Laut

Rumput laut segar dicuci dan dibersihkan dari ephifit dan kotoran lain dengan menggunakan air bersih. Kemudian dikering anginkan. Sampel rumput laut dipotong-potong dengan ukuran ± 1 cm. Kemudian dikeringkan dalam pengering vakum (oven) pada suhu 50 °C sampai berat kering konstan. Setelah kering, sampel rumput laut dihaluskan dengan blender

sehingga diperoleh bubuk kering. Kemudian dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol dan metanol dengan perbandingan 1:1 selama 3x24 jam. Rumput laut kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan filtrat ditampung dalam erlenmeyer sehingga diperoleh filtrat ekstrak etanol dan metanol yang bebas dari kotoran. Ekstrak etanol dan metanol yang terkumpul kemudian dievaporasi dengan menggunakan rotary evaporator pada suhu 45 °C sampai tidak terjadi lagi pengembunan pelarut pada kondensor (menunjukkan semua pelarut telah menguap). Kemudian di oven selama ± 3 jam pada suhu 50 °C dengan tujuan menghilangkan pelarut yang masih terjebak dalam senyawa aktif (Iswani, 2007).

B. Uji Cakram

1. Menyiapkan konsentrasi uji cakram, 0 ppm sebagai kontrol dan 500 ppm.
2. Kemudian diberi 2 tetes bakteri dari media cair secara merata pada seluruh permukaan media dalam cawan petri dengan menggunakan triangle.
3. Setelah 15-30 menit kertas cakram yang telah mengandung ekstrak rumput laut, diletakkan pada media dan ditekan agar ekstrak rumput laut meresap pada media agar dengan baik.
4. Pembacaan hasil dilakukan setelah inkubasi pada suhu 35 °C selama 18-24 jam dengan cara mengukur diameter daerah hambatan disekitar kertas cakram dengan menggunakan kertas milimeter atau penggaris.
5. Inkubasi dapat dilakukan sampai 48 jam untuk mengetahui sifat dari ekstrak rumput laut, jika daerah hambatan tetap bening selama 48 jam maka zat tersebut bersifat bakteriosidal dan jika ditumbuhi bakteri maka bersifat bakteriostatik.

C. Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan merupakan suatu langkah awal dalam penentuan dosis yang akan digunakan dalam Uji MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) dan Uji MBC (*Minimum*

Bacterial Concentration). Kisaran yang dipergunakan yaitu dari dosis 0%, 3,125%, 6,25%, 12,5%, 25%, 50%, dan 100%. Dari hasil uji pendahuluan, kemudian masing-masing konsentrasi yang didapatkan, dirapatkan range persentasenya untuk menentukan dosis yang akan digunakan pada uji MIC dan MBC.

Tabel 1. Dosis larutan ekstrak pada uji pendahuluan

Konsentrasi (%)	Aquades (ml)	Konsentrasi Ekstrak 500 ppm (ml)
100	0	1
50	0.50	0.50
25	0.75	0.25
6.25	0.9375	0.0625
3.125	0.96875	0.03125
0	1	0

D. Uji MIC

(*Minimum Inhibitory Concentration*).

1. Siapkan tabung reaksi steril sebanyak 10 tabung.
2. Dibuat larutan stok obat dengan dosis 500 ppm.
3. Disiapkan tabung reaksi steril untuk perlakuan dosis ekstrak
4. Pengenceran berseri dilakukan dengan pemindahan sebanyak 6 ml larutan dari tabung pertama hingga tabung terakhir sehingga dihasilkan konsentrasi sebagai berikut : 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, 0%.
5. Pengujian ini dilakukan dengan meneteskan inokulum bakteri sebanyak 2 tetes kedalam masing-masing tabung.
6. Tabung ke-9 adalah kontrol positif yang berisi larutan NB dan inokulum.
7. Tabung ke-10 adalah kontrol negatif yang berisi NB dan ekstrak rumput laut
8. Kemudian ke-10 tabung reaksi tersebut diinkubasikan dalam inkubator pada suhu 35 °C.
9. Setelah 24 jam dilakukan pengamatan keseluruhan tabung kekeruhan media dengan dengan melihat kontrol positif dan

negatif. Untuk uji MIC ini diambil konsentrasi yang mendekati kontrol positif dan standar Mc. Farland (10^8 sel/ml) sebagai konsentrasi minimum.

E. Uji MBC

(Minimum Bacterial Concentration).

1. Biakan murni bakteri ditanam sebanyak 5 inokulum ke dalam 5 ml media cair (NB) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam sehingga terbentuk kekeruhan standar Mc Farland (10^8 sel/ml).
2. Dibuat larutan ekstrak rumput laut dengan dosis 500 ppm
3. Siapkan tabung reaksi steril untuk pengenceran dosis obat 500 ppm, dengan konsentrasi sebagai berikut : 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,125%, 0%.
4. Masing-masing tabung diinokulasikan 0,1 ml bakteri (10^6 sel/ml).
5. Divortek hingga tercampur
6. Masing-masing campuran ditabur sebanyak 0,1 ml dalam media agar
7. Pembacaan hasil dilakukan setelah diinkubasi pada suhu 35°C selama 18-24 jam. Jika tumbuh bakteri berarti bahwa dosis obat tersebut bersifat bakteristatik. Akan tetapi jika bakteri tidak tumbuh berarti bahwa dosis obat tersebut bersifat bakteriosidal.

F. Analisis GC-MS

Analisis GC-MS dilakukan terhadap hasil ekstrak yang positif menunjukkan daya antibakteri terhadap bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii*. Analisis GC-MS dilakukan berdasarkan metode Putra (2007), Gas pembawa yang digunakan adalah helium dengan laju aliran diatur sebagai berikut. Suhu injektor 320°C , suhu awal oven 70°C . Laju kenaikan suhu $10^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, dan suhu akhir oven 310°C . Identifikasi senyawa dilakukan dengan bantuan perangkat lunak PC.

Parameter yang digunakan adalah parameter kuantitatif, yaitu data yang diperoleh dari hasil pengukuran diameter daerah hambatan yang terlihat disekitar kertas cakram

(mm), total bakteri setelah pemberian ekstrak, dosis penghambatan minimal (MIC) dan dosis terendah ekstrak yang mampu membunuh bakteri (MBC).

G. Analisa Data

Hasil penelitian dilaporkan sebagai nilai rata-rata dari 4 ulangan \pm deviasi standar. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon parameter yang diukur, maka digunakan analisa keragaman atau uji F dan jika didapat hasil berbeda nyata atau berbeda sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% untuk mencari perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antibakteri

Hasil penelitian daya antibakteri ekstrak rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* dengan metode cakram, menunjukkan ekstrak rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii*. Dalam penelitian ini, aktivitas antibakteri diamati sebagai diameter zona penghambatan (mm) yang disebabkan oleh ekstrak rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* dengan pelarut metanol dan etanol terhadap bakteri uji, yaitu *A. hydrophila* dan *V. harveyii* yang ditumbuhkan pada media TSA dan media TCBSA. Diameter daerah hambatan bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii* disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 1.

Tabel 2. Diameter zona penghambat ekstrak rumput laut dengan pelarut metanol dan etanol terhadap bakteri *A. hydrophila*

Sampel	Pelarut	Zona Penghambatan (mm)
		<i>A. hydrophila</i>
K.	Metanol	16.60 \pm 0.11 ** ^{b*)}

<i>alvarezii</i>	Etanol	12.43 ± 0.51 ^(a)
<i>E. denticullatum</i>	Metanol	19.43 ± 0.55 ^{** (d)}
	Etanol	15.56 ± 0.26 ^{** (c)}

Keterangan :

**) = Nilai diameter zona penghambatan ± deviasi standar (n = 4)

*) = Nilai dengan notasi berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Tabel 3. Diameter zona penghambat ekstrak rumput laut dengan pelarut metanol dan etanol terhadap bakteri *V. harveyii*

Sampel	Pelarut	Zona Penghambatan (mm)
		<i>V. harveyii</i>
<i>K. alvarezii</i>	Metanol	16.33 ± 0.13 ^{** (b)}
	Etanol	12.14 ± 0.16 ^(a)
<i>E. denticullatum</i>	Metanol	19.85 ± 0.23 ^{** (d)}
	Etanol	16.36 ± 0.26 ^{** (c)}

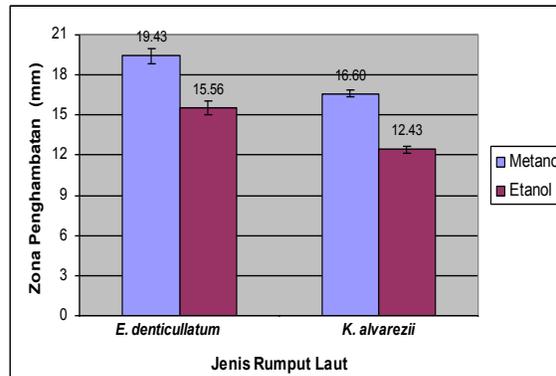
Keterangan :

**) = Nilai diameter zona penghambatan ± deviasi standar (n = 4)

*) = Nilai dengan notasi berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Berdasarkan data dari Tabel 2, menunjukkan bahwa diameter zona penghambatan ekstrak rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* terhadap bakteri *A. hydrophila* berkisar antara 12.43-19.43 mm. Hasil analisis ragam menunjukkan, bahwa pengaruh jenis pelarut, jenis rumput laut dan interaksinya sangat berbeda nyata ($P \leq 0.01$).

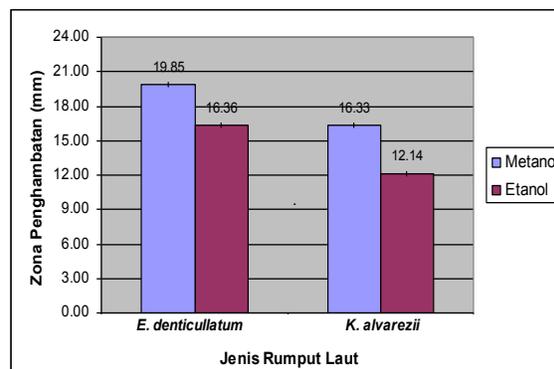
Perbandingan hasil ekstrak terhadap diameter zona penghambatan, antara ekstrak *E. denticullatum* dan ekstrak *K. alvarezii* menunjukkan bahwa, *E. denticullatum* memiliki daya antibakteri yang lebih tinggi dari pada ekstrak *K. alvarezii* terhadap bakteri *A. hydrophila*. Grafik diameter daerah hambatan ekstrak rumput laut terhadap bakteri *A. hydrophila* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Daya Penghambat Ekstrak Metanol dan Etanol Rumput Laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* Terhadap Bakteri *A. hydrophila*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar (n = 4).

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 3, menunjukkan bahwa diameter zona penghambatan pada ekstrak *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* terhadap *V. harveyii*, berkisar antara 12.14-19.85 mm. Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, pengaruh jenis pelarut, jenis rumput laut dan interaksinya sangat berbeda nyata ($P \leq 0.01$).

Perbandingan hasil ekstrak terhadap diameter zona penghambatan, antara *E. denticullatum* dan *K. alvarezii* menunjukkan bahwa, *E. denticullatum* memiliki daya antibakteri yang lebih tinggi dari pada ekstrak *K. alvarezii* terhadap bakteri *V. harveyii*. Grafik diameter daerah hambatan ekstrak rumput laut terhadap bakteri *V. harveyii* disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Daya Penghambat Ekstrak Metanol dan Etanol Rumput Laut *K. alvarezii* dan *E.*

denticulatum Terhadap Bakteri *V. harveyii*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar (n = 4).

Adanya zona penghambatan pada ekstrak rumput laut terhadap bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii*, mengindikasikan bahwa dalam ekstrak tersebut terdapat senyawa bioaktif yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba. Menurut Choudhury, *et al.*, (2005) senyawa bioaktif dari algae banyak digunakan sebagai obat, salah satunya ekstrak algae laut dilaporkan mengandung antibakteri. Ekstrak metanol dari 56 rumput laut yang berasal kelas Chlorophyta (hijau), Phaeophyta (coklat) dan Rhodophyta (merah), dari ketiga kelas rumput laut tersebut yang mempunyai antibakteri paling tinggi terdapat pada kelas Phaeophyta.

Ardiansyah (2007), menyatakan bahwa kemampuan antimikroba dalam memberikan penghambatan terhadap mikroorganisme yang merusak bahan pangan sangat tergantung pada konsentrasi dan kandungan senyawanya. Pada dasarnya mekanisme penghambatan mikroorganisme oleh antimikroba dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya 1) Gangguan pada senyawa penyusun dinding sel; 2) Peningkatan permeabilitas membran sel yang dapat menyebabkan kehilangan komponen penyusun sel; 3) Menginaktivasi enzim dan 4) Kerusakan fungsi material genetik.

Rachmaniar (1996) dalam Prajitno (2006) mengatakan bahwa beberapa jenis rumput laut dari perairan pantai Indonesia mempunyai aktivitas sebagai zat antibakteri, antara lain *E. cottonii*, *E. spinosum*, *G. Verrucosa*, *G. confervoides*, *Sargassum sp*, *H. opuntia* yang menunjukkan aktivitas antibakteri patogen pada *Staphylococcus aureus*, *Bacillubtilis*, *V. parahaemolyticus* dan *Vibrio harveyii*. Hal ini dipertegas oleh. Prayitno (2006) menyatakan bahwa *Halimeda opuntia* yang mempunyai kandungan fenol sebagai zat antibakteri lebih dari 50 % berat basah.

Menurut Prajitno, (2006) menyatakan bahwa pada *E. cottonii*, *Gracilaria maupun H. opuntia* pada konsentrasi 3 % mempunyai sifat bakteriostatik dan bakteriosidal terhadap bakteri

Vibrio harveyii, pada ekstrak *H. opuntia* mengandung 52,25% fenolik (flavonoid). Hal ini dipertegas oleh Pelczar, *et al* (1988) menyatakan bahwa persenyawaan fenolik sebagai antibakteri menghambat pertumbuhan dan metabolisme bakteri dengan cara merusak membran sitoplasma dan mendenaturasi protein sel. Golongan senyawa kimia utama yang mempunyai sifat antibakteri adalah fenol, alkohol, halogen, logam berat, zat warna, deterjen, senyawa kuartar, asam dan basa. Senyawa fenol dapat berinteraksi dengan komponen dinding sel bakteri sehingga mengakibatkan permeabilitas pada sel bakteri dan dapat juga berdifusi kedalam sel sehingga mengakibatkan pertumbuhan bakteri terhambat atau mati, selain itu senyawa ini juga dapat menembus membran dan berinteraksi dengan material genetik sehingga bakteri mengalami mutasi (Trisnawati dan Susanto, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian, daya antibakteri ekstrak rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan untuk mengekstraknya. Hasil penelitian ini menunjukkan, ekstrak *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* dengan pelarut metanol, lebih efektif dibandingkan ekstrak dengan pelarut etanol. Hal ini mengindikasikan komponen senyawa bioaktif yang terdapat dalam *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* tersebut, lebih mudah larut dalam metanol. Hal ini dipertegas oleh Putra (2007), yang melaporkan bahwa ekstrak metanol BTPN lebih efektif dibandingkan ekstrak etanolnya terhadap *L. mesenteriodes*, *L. plantarum* dan *S. cerevisiae*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol, menunjukkan daya hambat yang lebih luas terhadap bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii* dibandingkan ekstrak dengan pelarut etanol. Sedangkan pada ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol, menunjukkan daya hambat yang lebih luas terhadap bakteri *A. hydrophila* dan *V. harveyii* dibandingkan ekstrak dengan pelarut etanol. Hal ini mengindikasikan bahwa komponen senyawa

bioaktif yang terdapat dalam *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* lebih mudah terlarut dalam metanol. Menurut Putra (2007), menyatakan bahwa pelarut yang paling efektif untuk mengekstrak senyawa-senyawa antibakteri dari kulit kayu *Saccoglottis gabonensis* adalah metanol, disusul oleh etanol dan kemudian etil asetat dengan senyawa bioaktif dalam ekstrak tersebut adalah senyawa-senyawa polifenol. Hal ini dipertegas oleh Cowan (1999), etanol dan metanol merupakan pelarut-pelarut yang sering digunakan untuk mengekstrak senyawa antimikroba dari tumbuhan. Karena senyawa-senyawa tersebut umumnya merupakan senyawa aromatik dan organik jenuh.

MIC (Minimum Inhibitory Concentration) dan MBC (Minimum Bacterial Concentration).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, semua hasil ekstrak rumput laut menunjukkan adanya daya penghambatan terhadap semua bakteri uji. Berdasarkan hal tersebut, semua hasil ekstrak diteliti lebih lanjut dosis penghambatan minimalnya (MIC) dan dosis terendah ekstrak antibakteri yang mampu membunuh bakteri (MBC).

Pada penelitian ini, penentuan dosis penghambat minimal (MIC) dan dosis terendah antibakteri yang mampu membunuh bakteri (MBC), ditentukan dari penghitungan total bakteri, yaitu perbandingan total bakteri dengan konsentrasi obat.

Menurut Benson (1990), antibakteri dikategorikan sebagai bakteriostatik jika pada konsentrasi tersebut bakteri tidak mengalami kematian, namun juga tidak tumbuh. Antibakteri dikategorikan sebagai bakteriosidal jika pada konsentrasi tersebut bakteri mengalami kematian. Edberg (1983), menjelaskan bahwa senyawa antibakteri bekerja dengan cara berinteraksi dengan dinding sel bakteri sehingga mengakibatkan permeabilitas pada sel bakteri dan juga berdifusi ke dalam sel sehingga mengakibatkan pertumbuhan bakteri terhambat (bakteriostatik) dan atau mati (bakteriosidal). Selain itu, senyawa antibakteri

juga dapat menembus membran dan berinteraksi dengan material genetik sehingga bakteri mengalami mutasi.

Golongan bakteriostatik bekerja dengan jalan menghambat sintesis protein pada ribosom bakteri melalui proses difusi pasif melalui kanal hidrofilik dan sistem transportasi aktif. Setelah antibakteri masuk ke dalam ribosom, maka akan berikatan dengan ribosom dan menghalangi masuknya kompleks tRNA-asam amino pada lokasi asam amino, sehingga bakteri tidak dapat berkembang biak (Anonymous, 2008).

Tabel 4. Minimum Bacterial Concentration (MBC) terhadap bakteri uji.

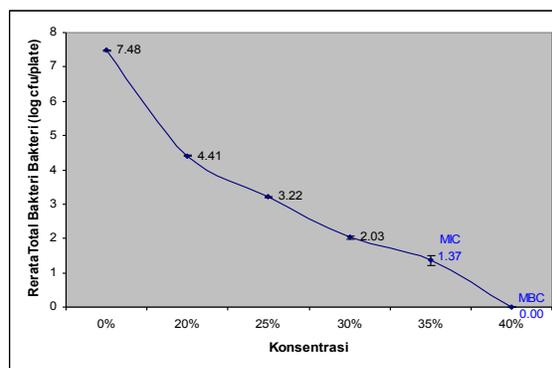
Sampel	MBC	
	<i>A. hydrophila</i>	<i>V. harveyii</i>
KM	40% (0)	55% (0)
KE	60% (0)	65% (0)
EM	25% (0)	40% (0)
EE	45% (0)	65% (0)

Dari data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa, dosis penghambat minimal dan dosis terendah ekstrak antibakteri yang mampu membunuh bakteri, dengan pelarut etanol dan metanol dari rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum*. Pada bakteri *A. hydrophila*, dosis penghambat minimal (MIC) paling rendah terdapat pada ekstrak metanol *E. denticullatum* yaitu, pada konsentrasi 20% dengan total bakteri 1.59 log cfu/plate. Hasil ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut etanol mempunyai dosis penghambat minimal (MIC) paling tinggi yaitu pada konsentrasi 55% dengan total bakteri 1.37 log cfu/plate. Sedangkan dosis terendah ekstrak antibakteri yang mampu membunuh bakteri (MBC), dosis paling rendah terhadap bakteri *A. hydrophila*, ditunjukkan pada ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol yaitu, pada konsentrasi 25%, sedangkan dosis tertinggi terjadi pada ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut etanol yaitu pada konsentrasi 60%. Hasil penelitian diatas mengindikasikan, bahwa

ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol mempunyai daya antibakteri paling tinggi terhadap bakteri *A. hydrophila*.

Berdasarkan penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5, menunjukkan bahwa pada bakteri *V. harveyii*, mempunyai dosis penghambat minimal (MIC) dan dosis terendah ekstrak antibakteri yang mampu membunuh bakteri (MBC), dengan pelarut etanol dan metanol dari rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum*. Dosis penghambat minimal (MIC) paling rendah terdapat pada ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol yaitu pada konsentrasi 35% dengan total bakteri 1.48 log cfu/plate. Ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut etanol, mempunyai dosis penghambat minimal (MIC) paling tinggi yaitu pada konsentrasi 60% dengan total bakteri 1.51 log cfu/plate. Sedangkan dosis terendah antibakteri yang mampu membunuh bakteri (MBC), pada bakteri *V. harveyii* ditunjukkan pada ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol, mempunyai dosis terendah yaitu, pada konsentrasi 40%, dan dosis tertinggi yaitu pada ekstrak *K. alvarezii* dan ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut etanol, yaitu pada konsentrasi 65%. Hasil diatas mengindikasikan, bahwa ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol mempunyai daya antibakteri paling tinggi terhadap bakteri *V. harveyii*.

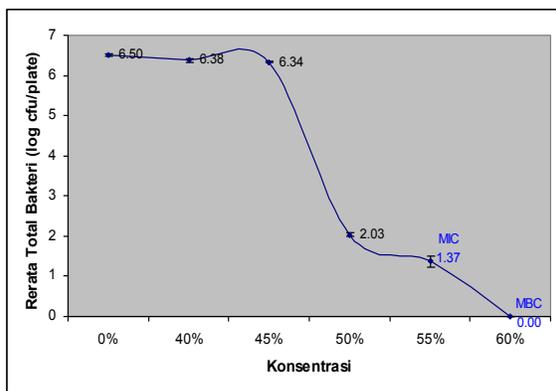
Berdasarkan hasil analisis ragam, didapatkan hasil bahwa keenam perlakuan ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol, terhadap bakteri *A. hydrophila* memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari F_{hitung} dan signifikansi yang dihasilkan. F_{hitung} yang dihasilkan sebesar 7253.828 ($F_{hitung} > F_{5,18}^{0.05} = 2.772853$) dan signifikansi 0.000 ($sig < 0.05$). Grafik korelasi antara konsentrasi ekstrak dan jumlah total bakteri serta nilai MIC dan MBC disajikan pada Gambar 4.



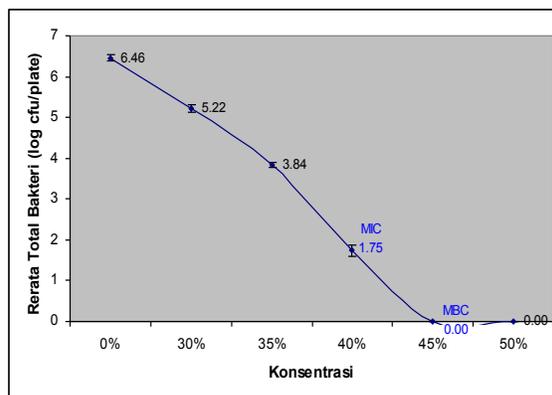
Gambar 4. Nilai MIC dan MBC ekstrak *K. alvarezii* dalam pelarut metanol pada bakteri *A. hydrophilla*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar ($n = 4$).

Berdasarkan hasil analisis ragam, didapatkan hasil bahwa, keenam perlakuan ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut etanol terhadap bakteri *A. hydrophila* memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari F_{hitung} dan signifikansi yang dihasilkan. F_{hitung} yang dihasilkan sebesar 8338.874 ($F_{hitung} > F_{5,18}^{0.05} = 2.772853$) dan signifikansi 0.000 ($sig < 0.05$). Grafik korelasi antara konsentrasi ekstrak dan jumlah total bakteri serta nilai MIC dan MBC disajikan pada Gambar 5.

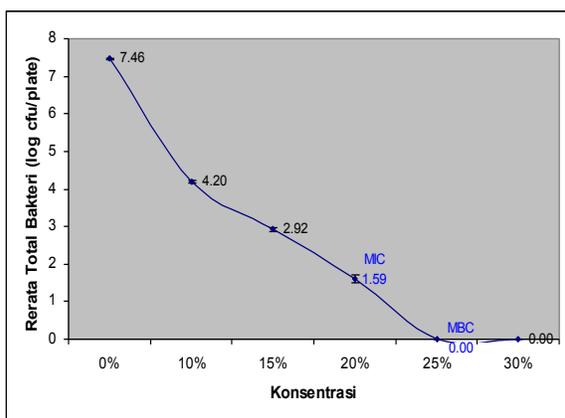
Berdasarkan hasil analisis ragam, didapatkan hasil bahwa keenam perlakuan ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol terhadap bakteri *A. hydrophilla* memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari F_{hitung} dan signifikansi yang dihasilkan. F_{hitung} yang dihasilkan sebesar 12646.219 ($F_{hitung} > F_{5,18}^{0.05} = 2.772853$) dan signifikansi 0.000 ($sig < 0.05$). Grafik korelasi antara konsentrasi ekstrak dan jumlah total bakteri serta nilai MIC dan MBC disajikan pada Gambar 6.



Gambar 5. Nilai MIC dan MBC ekstrak *K. alvarezii* dalam pelarut etanol pada bakteri *A. hydrophilla*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar (n = 4).



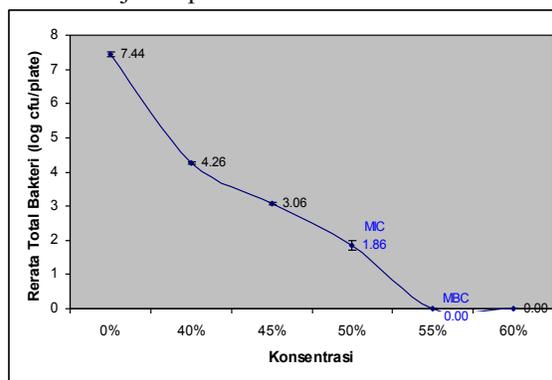
Gambar 7. Nilai MIC dan MBC ekstrak *E. denticullatum* dalam pelarut etanol pada bakteri *A. hydrophilla*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar (n = 4)



Gambar 6. Nilai MIC dan MBC ekstrak *E. denticullatum* dalam pelarut metanol pada bakteri *A. hydrophilla*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar (n = 4).

Berdasarkan hasil analisis ragam, didapatkan hasil bahwa keenam perlakuan ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut etanol pada bakteri *A. hydrophilla* memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari F_{hitung} dan signifikansi yang dihasilkan. F_{hitung} yang dihasilkan sebesar 4728.207 ($F_{hitung} > F_{5,18}^{0.05} = 2.772853$) dan signifikansi 0.000 (sig < 0.05). Grafik korelasi antara konsentrasi ekstrak dan jumlah total bakteri serta nilai MIC dan MBC disajikan pada Gambar 7.

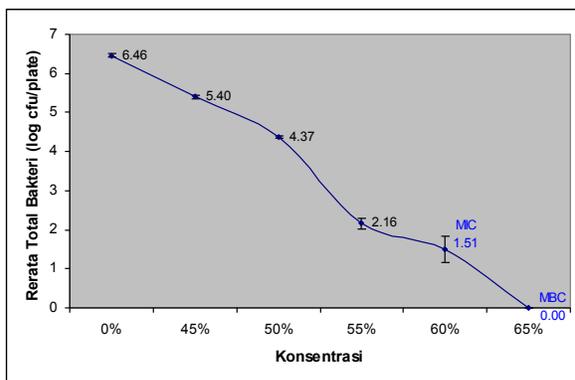
Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan hasil bahwa, keenam perlakuan ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol terhadap bakteri *V. harveyii* memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari F_{hitung} dan signifikansi yang dihasilkan. F_{hitung} yang dihasilkan sebesar 7432.154 ($F_{hitung} > F_{5,18}^{0.05} = 2.772853$) dan signifikansi 0.000 (sig < 0.05). Grafik korelasi antara konsentrasi ekstrak dan jumlah total bakteri serta nilai MIC dan MBC disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai MIC dan MBC ekstrak *K. alvarezii* dalam pelarut metanol pada bakteri *V. harveyii*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar (n = 4).

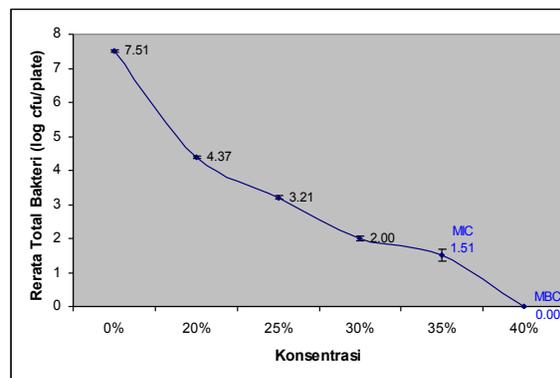
Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan hasil bahwa, keenam perlakuan

ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut etanol terhadap bakteri *V. harveyii* memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari F_{hitung} dan signifikansi yang dihasilkan. F_{hitung} yang dihasilkan sebesar 1066.984 ($F_{hitung} > F_{5,18}^{0.05} = 2.772853$) dan signifikansi 0.000 ($sig < 0.05$). Grafik korelasi antara konsentrasi ekstrak dan jumlah total bakteri serta nilai MIC dan MBC disajikan pada Gambar 9.



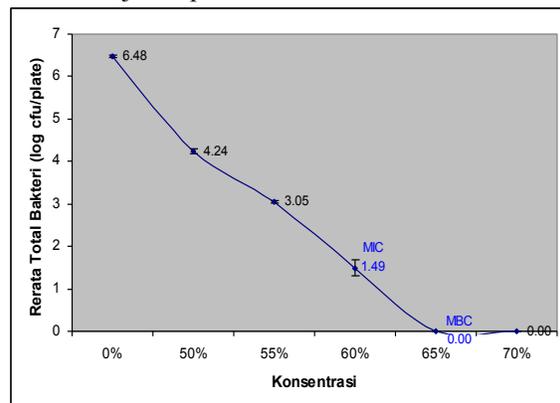
Gambar 9. Nilai MIC dan MBC ekstrak *K. alvarezii* dalam pelarut etanol pada bakteri *V. harveyii*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar (n = 4).

Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan hasil bahwa, keenam perlakuan ekstrak *E.denticullatum* dengan pelarut metanol terhadap bakteri *V. harveyii* memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari F_{hitung} dan signifikansi yang dihasilkan. F_{hitung} yang dihasilkan sebesar 4347.611 ($F_{hitung} > F_{5,18}^{0.05} = 2.772853$) dan signifikansi 0.000 ($sig < 0.05$). Grafik korelasi antara konsentrasi ekstrak dan jumlah total bakteri serta nilai MIC dan MBC disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Nilai MIC dan MBC ekstrak *E. denticullatum* dalam pelarut metanol pada bakteri *V. harveyii*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar (n = 4).

Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan hasil bahwa keenam perlakuan ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut etanol terhadap bakteri *V. harveyii* memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari F_{hitung} dan signifikansi yang dihasilkan. F_{hitung} yang dihasilkan sebesar 1066.984 ($F_{hitung} > F_{5,18}^{0.05} = 2.772853$) dan signifikansi 0.000 ($sig < 0.05$). Grafik korelasi antara konsentrasi ekstrak dan jumlah total bakteri serta nilai MIC dan MBC disajikan pada Gambar 11



Gambar 11. Nilai MIC dan MBC ekstrak *E. denticullatum* dalam pelarut etanol pada bakteri *V. harveyii*. Garis tegak diatas bar menunjukkan deviasi standar (n = 4).

Analisis GC-MS Ekstrak Rumpun Laut

Dari hasil penelitian, menunjukkan bahwa dua ekstrak rumput laut yang paling berpotensi sebagai antibakteri yaitu ekstrak *Kappaphycus alvarezii* dan ekstrak *Eucheuma denticullatum* dengan pelarut metanol. Oleh karena itu, kedua ekstrak tersebut diteliti lebih lanjut untuk mengetahui senyawa-senyawa antibakteri yang terkandung didalamnya.

Hasil GC-MS Ekstrak Metanol *E. denticullatum*

Berdasarkan hasil penelitian, aktivitas antibakteri ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol mempunyai daya hambat yang paling luas terhadap bakteri *A. hydrophila* dan bakteri *V. harveyii*, oleh karena itu, ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol dianalisis komposisinya melalui analisis GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*).

Kromatogram GC-MC dan senyawa-senyawa hasil identifikasi GC-MS ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol, disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 12. Sebanyak 48 senyawa yang teridentifikasi pada ekstrak ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol (pada Tabel 6 hanya lima puncak tertinggi yang ditampilkan). Senyawa-senyawa tersebut dapat digolongkan menjadi 4 golongan yaitu : alkena, ester alifatik, asam karboksilat, keton steroid.

Dari data Tabel 6 dan Gambar 12 menunjukkan bahwa, senyawa paling dominan yang ditemui pada ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol adalah hexadecanoid acid, yaitu 41,33% dan 9-octadecanoid acid sebesar 7,18% (Tabel 6). Senyawa-senyawa ini merupakan senyawa turunan asam karboksilat (Putra, 2007). hexadecanoid acid adalah asam lemak jenuh yang tersusun dari 16 atom karbon ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$). Pada suhu ruang, hexadecanoid acid berwujud padat berwarna putih. Titik leburnya 63,1°C. hexadecanoid acid adalah produk awal dalam proses biosintesis asam lemak. Dari hexadecanoid acid, pemanjangan atau penggandaan ikatan berlangsung lebih lanjut.

Menurut Kabara and Eklund (1991),

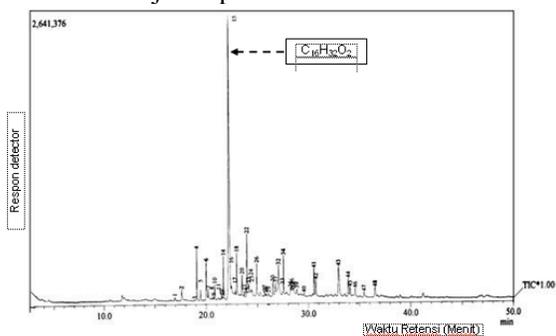
konsentrasi dari asam lemak dengan rantai yang panjang dapat menghambat mikroorganisme khususnya bakteri gram positif, kapang dan khamir. Hal ini didukung oleh Darmadji and Izumimoto (1994) yang menyatakan bahwa, mekanisme kerja hexadecanoid acid dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu, hexadecanoid acid mampu untuk menyerap nutrisi yang ada pada bakteri dan memiliki kapasitas untuk menghambat air dan menghalangi system enzim beberapa bakteri.

Menurut Suirta, *et al.*, (2007) menyatakan, bahwa Identifikasi isolat aktif anti larvasida secara GC-MS mengandung 7 komponen senyawa yang merupakan asam-asam organik yaitu asam heksadekanat, asam stearat, asam oleat, etil oleat, asam oktadekanat, etil oktadekanat, dioktil heksadiklat. Diduga senyawa-senyawa diatas bersifat antilarvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. Ekstrak etanol dari buah pare (*Momordica charantia L.*) yang mengandung senyawa asam-asam organik, yaitu asam heksadekanat, asam oktadekanat, dan ester dioktilheksadiklat bersifat toksik terhadap larva udang *Artemia salina* (Rita, 2007).

Aktivitas antibakteri terhadap *Listeria monocytogenes* dari asam-asam lemak bebas, utamanya yang memiliki rantai panjang telah banyak diuji cobakan terhadap pertumbuhan *Listeria monocytogenes* (Glas, 2004 dalam Nursyam, 2008). Beberapa ester asam lemak, seperti monosylglycerol (monoglycerida) dan ester dari sukrosa selain berfungsi sebagai emulsifier, juga memiliki spektrum penghambatan luas terhadap *Listeria monocytogene* (Wang, *et al.*, 1991 dalam Nursyam, 2008). Menurut Putra (2007) asam fenolat merupakan senyawa fenol yang memiliki gugus karboksilat. Salah satu turunan asam fenolat yaitu asam kefeat, yang ditemukan pada tumbuhan *Artemisia dracunculus* dan *Thymus vulgari* dilaporkan mempunyai daya hambat terhadap bakteri, kapang dan virus.

Selain asam karboksilat, senyawa antibakteri yang terdapat dalam ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol yaitu

keton steroid. Senyawa keton steroid yang ditemukan dalam ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol yaitu cholest-5-ene,3-bromo, dengan jumlah persentase sebesar 5.35% (Tabel 6). Menurut Putra (2007), mekanisme kerja steroid dalam menghambat mikroba, adalah dengan merusak membran plasma sel mikroba, sehingga menyebabkan bocornya sitoplasma keluar sel yang selanjutnya menyebabkan kematian sel. Diduga hal tersebut disebabkan karena molekul steroid memiliki gugus nonpolar (hidrofobik) dan polar (hidrofilik) sehingga memiliki efek surfaktan yang dapat melarutkan komponen fosfolipid membran plasma. Lebih lanjut Black (2005) menyatakan, fosfolipid merupakan komponen dominan yang menyusun membran plasma sel mikroba. Gambar kromatogram GC-MS ekstrak *Eucheuma denticullatum* dengan pelarut metanol disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Kromatogram GC-MS ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol.

Tabel 5. Hasil identifikasi senyawa yang terdapat dalam ekstrak metanol *E. denticullatum*

No Puncak	Rumus Molekul	Nama	Klas Senyawa	BM	(%)
4	C ₁₆ H ₃₄	Heptadecane	Alkena	240	2.66
14	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	Hexadecanoid acid methyl ester	Ester Alifatik	270	2.31
15	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Hexadecanoid acid	Asam Karboksilat	256	41.33
22	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	9-octadecanoid acid	Asam Karboksilat	282	7.18
43	C ₂₇ H ₄₆ BR	Cholest-5-ene,3-bromo	Keton Steroid	448	5.35

Hasil GC-MS Ekstrak Metanol *K. alvarezii*

Dari hasil penelitian, aktivitas antibakteri ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol, mempunyai daya hambat paling luas kedua setelah ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut

metanol terhadap bakteri *A. hydrophila* dan bakteri *V. harveyii*, oleh karena itu ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol dianalisis komposisinya melalui analisis GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*).

Kromatogram GC-MC dan senyawa-senyawa hasil identifikasi GC-MS ekstrak metanol *K. alvarezii* disajikan pada Gambar 13 dan Tabel 7. Sebanyak 15 senyawa yang teridentifikasi pada ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol (pada Tabel 7 hanya lima puncak tertinggi yang ditampilkan), dan setelah dilakukan penggolongan, Senyawa-senyawa tersebut dapat digolongkan menjadi 4 golongan yaitu : asam karboksilat, keton steroid, dan alkena.

Dari data Tabel 7 dan Gambar 13 menunjukkan bahwa, senyawa paling dominan yang ditemui pada ekstrak *Kappaphycus alvarezii* dengan pelarut metanol adalah hexadecanoid acid, yaitu 49,73% dan octadecanoic acid sebesar 21.63% (Tabel 7). Kedua senyawa-senyawa ini merupakan senyawa turunan asam karboksilat (Putra, 2007). Antibakteri dari asam-asam organik berpengaruh dalam mereduksi pH eksternal menjadi rendah agar sel sitoplasma menjadi asam, sementara asam tidak dapat berdifusi secara pasif menyerang membran sitiplasma (Nursyam, 2008). hexadecanoid acid adalah asam lemak jenuh yang tersusun dari 16 atom karbon (CH₃(CH₂)₁₄COOH). Pada suhu ruang, hexadecanoid acid berwujud padat berwarna putih. Titik leburnya 63,1°C. hexadecanoid acid adalah produk awal dalam proses biosintesis asam lemak. Dari hexadecanoid acid, pemanjangan atau penggandaan ikatan berlangsung lebih lanjut.

Menurut Kabara and Eklund (1991), konsentrasi dari asam lemak dengan rantai yang panjang dapat menghambat mikroorganisme khususnya bakteri gram positif, kapang dan khamir. Hal ini didukung oleh Darmadji and Izumimoto (1994) yang menyatakan bahwa, mekanisme kerja hexadecanoid acid dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu, hexadecanoid acid mampu untuk menyerap

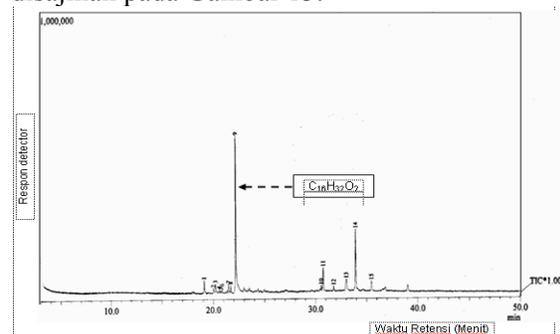
nutrisi yang ada pada bakteri dan memiliki kapasitas untuk menghambat air dan menghalangi system enzim beberapa bakteri.

Munurut Rita (2007), Isolat yang bersifat antitumor dari buah pare (*Momordica charantia* L) diduga gabungan dari beberapa senyawa dengan 3 senyawa mayor yang sebagian besar merupakan asam-asam organik, ketiga senyawa tersebut yaitu, asam heksadekanoat, Asam oktadekanoat, dan ester dioktilheksadioat. Dari uji aktivitas antitumor dengan *bacterium tumefaciens A-208* terhadap isolat aktif toksik menunjukkan bahwa, isolat tersebut aktif sebagai antitumor.

Nursyam (2008), menyatakan bahwa asam laktat yang diproduksi oleh *Pediococcus acidilactici* mampu menghambat pertumbuhan *Listeria monocytogenes* mulai awal hingga 14 hari inkubasi. Senyawa-senyawa asam lain yang berfungsi sebagai antibakteri yaitu Asam fenoliat (Putra 2007). Cowan (1999) menyatakan, sifat daya hambat senyawa fenol terhadap mikroba disebabkan karena gugus hidroksil yang dimilikinya dapat berinteraksi dengan protein membran sel mikroba melalui ikatan hidrogen, sehingga protein tersebut kehilangan fungsinya.

Pada ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol, juga ditemukan senyawa-senyawa lain yang berfungsi sebagai antibakteri, yaitu cholest-5-ene,3-bromo (8%) dan cholest-5-en-3-ol- β (4.88%) (Tabel 7), kedua senyawa ini merupakan turunan senyawa keton steroid yang mempunyai fungsi sebagai antibakteri. Menurut Putra (2007), senyawa steroid merupakan senyawa antibakteri utama dalam fraksi kloroform ekstrak metanol kayu nangka. Lebih lanjut Reddy (2003) dalam Putra (2007) menyatakan bahwa keton steroid yaitu sitost-4-en-3-one yang diisolasi dari *Boswillia ovalifoliolata* mampu menghambat pertumbuhan *Saccharomyces*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa* dan *B. sphaericus*. Mekanisme kerja steroid dalam menghambat mikroba, adalah dengan merusak membran plasma sehingga menyebabkan bocornya sitoplasma keluar sel yang selanjutnya menyebabkan kematian sel

(Putra, 2007). Gambar kromatogram GC-MS ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Kromatogram GC-MS ekstrak *K. alvarezii* dengan pelarut metanol

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Ekstrak rumput laut *K. alvarezii* dan *E. denticullatum* menunjukkan daya antibakteri. Ekstrak metanol *E. denticullatum* memiliki spektrum penghambatan paling luas yang mana menunjukkan daya antibakteri terhadap *A. hydrophila* dan *V. harveyii*.
2. Metanol lebih efektif dibandingkan dengan etanol apabila digunakan sebagai pelarut untuk mengekstrak komponen antibakteri dari rumput laut.
3. Ekstrak metanol *E. denticullatum* dan ekstrak metanol *K. alvarezii* merupakan dua ekstrak yang paling berpotensi untuk dikembangkan sebagai antibakteri. Hal ini ditunjukkan oleh diameter zona penghambatan, yaitu pada ekstrak *E. denticullatum* dengan pelarut metanol memiliki diameter zona penghambatan sebesar 19.43 mm terhadap bakteri *A. hydrophila* dan 19.85 mm terhadap bakteri *V. harveyii*. Sedangkan pada ekstrak metanol *K. alvarezii* memiliki diameter zona penghambatan sebesar 16.60 mm terhadap bakteri *A. hydrophila* dan 16.33 mm terhadap bakteri *V. harveyii*.

4. Senyawa antibakteri dominan yang terdapat pada ekstrak metanol *E. denticullatum* yaitu senyawa turunan asam karboksilat yaitu hexadecanoid acid (41.33%), 9-octadecanoid acid (7.18%) dan senyawa turunan keton steroid yaitu cholest-5-ene,3-bromo (5.35%).
5. Senyawa antibakteri dominan yang terdapat pada ekstrak metanol *K. alvarezii* yaitu senyawa turunan asam karboksilat yaitu hexadecanoid acid (49.73%), octadecanoid acid (21.63%) dan senyawa turunan keton steroid yaitu cholest-5-ene,3-bromo (5.35%), cholest-5-en-3-ol- β (4.88%).

Saran

Ekstrak metanol *E. denticullatum* dan ekstrak metanol *K. alvarezii* mampu menghambat perkembangan bakteri *A. hydrophila* dan bakteri *V. harveyii*. Sehubungan dengan hal tersebut maka disarankan :

- 1) Untuk mengatasi bakteri *A. hydrophila* dan bakteri *V. harveyii* sebaiknya menggunakan ekstrak metanol *E. denticullatum* karena terbukti bersifat bakteriostatik dan bakteriosidal terhadap bakteri
- 2) Penelitian lebih lanjut mengenai daya antibakteri dari rumput laut lain dengan pelarut metanol terhadap bakteri penyebab penyakit pada ikan baik secara invitro maupun invivo.
- 3) Penelitian lebih lanjut mengenai pengujian hexadecanid acid sebagai antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah. 2007. Antimikroba dari Tumbuhan (Bagian Kedua). Berita Iptek Online. 4hal.<http://www.beritaiptek.com/zberita-beritaiptek-2007-06-09-Antimikroba-dari-Tumbuhan>. Sept, 06, 2008.
- Benson, H. J. 1990. Microbiological Applications. A Laboratory Manual in General Microbiology. Wm. C. Brown Publishers. USA. 367 p
- Cowan, M.M. 1999. Plant Product As Antimicrobial Agents. *Clin. Microbial. Rev*, **12** (4) : 564-582.
- Choudhury, S. Sree, A. Mukherjee, S.C. Pattnaik, P. Bapuji. M. 2005. In Vitro Antibacterial Activity of Extracts of selected Marine Algae and mangroves Against Fish Pathogens. *Journal Asian Fisheries Science*. **18**:185-294.
- Darmadji, P. And Izumimoto, M. 1994. Effect of Chitosan in Meat Preservation. *Meat Science*. University of Newfoundland. Canada **38**, 243-254
- Edberg, S.C. 1983. Tes Kerentanan Antimikroba dalam Antibiotika dan Infeksi. Alih bahasa: Chandra sanusi. CV. EGC. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta. 219 hal.
- Iswani, S. 2007. Proses Preparasi Ekstrak Kasar (Crude Extract) Etanol dari Makroalga untuk Uji Farmakologi. *Buletin Teknologi Akuakultur Vol. 6* No.1.
- Kabara, J. J., and T. Eklund. 1991. Organic Acids and Esters. p.23 In N. J Russell and G. W. Gould (ed), *Food Preservatives*. Blackie and Son, Glasgow, UK.
- Kardono, L.B. 2004. Prospecting on Marine Natural Products for Potensial Functional Foods and Bioactive Substance. Makalah disampaikan pada forum Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan, 25 Maret 2004. 15 pp.
- Misonou, T. Saitoh, J. Oshiba, S. Tokitomo, Y. Maegawa, M. Inoue, Y. Hori, H and Sakurai, T. 2003. UV-Absorbing

- Substance in Red Alga *Porphyra Yezoensis* (Bangiales, Rhodophyta) Block Thymine Photodimer Production. *Mar. Biotechnol.* **5** : 194-200
- Mtolera and AK. Semeso. 1996. Antimicrobial Activity of Extracts from Six Green Algae from Tanzania. University of Dar es Salaam. Tanzania.
- Nursyam, H. 2008. Kajian Kultur Starter Biopreservatif Bakteri Asam Laktat (BAL) Pada Pengolahan Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo, *Clarias sp.* Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang
- Pelczar, M. J dan E.C.S. dan Chan. 1988. Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 2. Alih Bahasa R.S. Hadioetomo, T. Imas, S.S. Tjitrosomo dan S.L. Angka. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 88 hal.
- Prajitno, A. 2006. Pengendalian Penyakit *Vibrio harveyi* dengan Ekstrak Rumput laut (*Halimeda opuntia*) pada Udang Windu (*Penaeus monodon Fab*) PL-13. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang.
- Putra, I.N. K. 2007. Study Daya Antimikroba Ekstrak Beberapa Bahan Tumbuhan Pengawet Nira Terhadap Mikroba Perusak Nira Serta Kandungan Senyawa Aktifnya. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang.
- Rita, W.S.. Suirta, I W dan Sabikin, A. 2007. Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Yang Berpotensi Sebagai Antitumor Pada Daging Buah Pare (*Momordica charantia l.*) Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran. *Jurnal Kimia* **1** (2). 47-54 hal.
- Suirta, I W. N. M. Puspawati, dan N. K. Gumiaty. 2007. Isolasi dan identifikasi senyawa aktif larvasida Dari biji mimba (*Azadirachta indica a. Juss*) terhadap Larva nyamuk demam berdarah (*Aedes aegypti*). Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran. *Jurnal Kimia* **1** (2). 47-54 hal.
- Supriyadi, H. dan A. Rukyani. 1990. Immunopropilaksis dengan cara vaksinasi pada usaha budidaya ikan. Seminar Nasional Ke II, Penyakit Ikan dan Udang, Bogor. 16-18 Januari 1990.
- Taskin, E. Ozturk, M. Kurt, O. 2007. Antimicrobial Activities of Some Marine Algae from the Aegean Sea (Turkey). Departement of Biology, Faculty of Arts&Sciences, Celal Bayar University, Manisa, Turkey. *JAfrican Journal of Biotechnology* Vol.6 (24), pp 2746-2751.
- Trisnawati, Y dan E. Susanto. 2003. Pengolahan Propolis Sebagai Bahan Pangan Fungsional Antimikroba Untuk Kesehatan masyarakat. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang. 8 hal.
- Vitor J.M, Carvalho A.F.F.U, Freitas S.M, Melo V.M.M. 2002. Antibacterial Activity Of Extracts Of Six Macroalgae From The Northeastern Brazilian Coast.. Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciencias Biologicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte;Departamento de Biologia, Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, CE, Brasil. *Brazilian Journal Of Microbiology.* **33**:311-313.
- Yitnosumarto, S. 1993. Percobaan

“Perancangan, Analisis dan Interpretasinya”. PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.