

Efektivitas Antibakteri Ekstrak Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dengan Pelarut Berbeda

Antibacterial Effectiveness of Seaweed (*Eucheuma cottonii*) Extract with Different Solvent

M. Fahrul¹, Ira Sari^{1a}, Dian Iriani¹

¹Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, Riau 28293

^aKorespondensi: Ira Sari, E-mail: irasarinoor@yahoo.co.id

(Diterima oleh Dewan Redaksi : 24 – 09 – 2020)

(Dipublikasikan oleh Dewan redaksi : 28 – 04 – 2021)

ABSTRACT

This research aimed to determine the antibacterial characteristics; the inhibition zone diameter and the minimum inhibition concentration of seaweed (*Eucheuma cottonii*) extract with different solvents against *Bacillus cereus* and *Salmonella typhi* bacteria. The method of this research was an experimental method by extraction of *Eucheuma cottonii* with different solvents, namely ethanol 96% and hexane. The analysis parameters consisted of phytochemical identification tested, antibacterial tested, inhibition zone diameter, and minimum inhibition concentration. The results found that *E. cottonii* seaweed extracted with ethanol 96% had of yield 3.16% and hexane 2.19%. Based on the phytochemical identification test (qualitative) indicated a positive presence of bioactive compounds such as phenolic steroids/triterpenoids, flavonoids, and saponins. Both extractions are classified as having an activity of antibacterial against *Bacillus cereus* and *Salmonella typhi* bacteria. The 6% concentration of ethanol 96% solvent was the most effectively inhibit the growth of *Bacillus cereus* bacteria with 7.33 mm of inhibition zone diameter. Meanwhile, the 4% concentration of ethanol 96% solvent was the most effectively inhibit the growth of *Salmonella typhi* bacteria with 5 mm of inhibition zone diameter. Antibacterial from seaweed extracted with ethanol 96% and hexane solvent tends to be more effectively inhibit the growth of *Bacillus cereus* than *Salmonella typhi* bacteria.

Keywords: *Eucheuma cottonii*, Ethanol, Hexane, Antibacterial

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk menentukan karakteristik antibakteri, zona hambat dan konsentrasi hambat minimum rumput laut (*Eucheuma cottonii*) yang diekstrak dengan pelarut berbeda terhadap bakteri *Bacillus cereus* dan *Salmonella typhi*. Metode eksperimen dalam penelitian ini dengan melakukan pembuatan ekstrak rumput laut dengan pelarut berbeda yaitu etanol 96% dan heksana. Paramater uji terdiri dari identifikasi fitokimia, uji antibakteri, diameter zona hambat dan konsentrasi hambat minimum. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa rumput laut dengan ekstraksi etanol 96% menghasilkan nilai rendemen sebesar 3.16%, dan heksana 2.19%. Hasil uji identifikasi fitokimia (kualitatif) didapatkan positif adanya senyawa bioaktif seperti fenolik, steroid/triterpenoid, flavonoid, dan saponin. Aktivitas antibakteri *Bacillus cereus* dan *Salmonella typhi* dapat diekstrak dari rumput laut *E. cottonii*. Etanol 96% dengan konsentrasi 6% paling efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dimana diameter zona hambatnya 7.33 mm. Sedangkan Etanol 96% dengan konsentrasi 4% paling efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi* yaitu dengan diameter zona hambatnya 5 mm. Antibakteri rumput laut (*Eucheuma cottonii*) yang diekstrak dengan pelarut etanol 96% dan heksana cenderung lebih efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dibandingkan bakteri *Salmonella typhi*.

Kata kunci: *Eucheuma cottonii*, Etanol 96%, Heksana, Antibakteri

PENDAHULUAN

Rumput laut termasuk tanaman yang memiliki senyawa bioaktif dengan kandungan metabolit sekunder. Adapun kandungan senyawa bioaktifnya memiliki sifat sebagai antibakteri, antioksidan, dan antikoagulan (Bansemir *et al.* 2006). Alkaloid, steroid/triterpenoid dan senyawa flavonoid merupakan kandungan senyawa antibakteri pada ekstrak rumput laut *Eucheuma cottonii*. Kemampuannya untuk menghambat tumbuhnya bakteri dengan mekanisme berbeda, senyawa flavonoid menyebabkan kerusakan permeabilitas pada dinding bakteri, lisosom dan mikrosom akibat interaksi flavonoid dengan DNA bakteri (Angelina *et al.* 2012).

Sebagai turunan dari senyawa fenol, flavonoid merupakan salah satu zat antibakteri yang dapat bekerja dengan merusak membran sitoplasma. Ion H⁺ dari fenol akan melakukan penyerangan pada gugus polar sel yang mengakibatkan molekul fosfolipid pada dinding sel menjadi terurai membentuk gliserol, asam karboksilat dan asam fosfat. Sel akan mengalami kebocoran yang disebabkan karena tidak mempunyainya fosfolipid mempertahankan bentuk membran sitoplasma sehingga pertumbuhan bakteri akan terhambat bahkan mengalami kematian (Sulistiyowati dan Widiastuti 2008).

Berdasarkan penelitian Enida *et al.* (2011), uji aktivitas antibakteri yang diekstrak dengan n-heksan, etil asetat dan pelarut etanol pada alga cokelat *Sargassum polycystum* terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, menunjukkan bahwa alga coklat yang diekstrak menggunakan pelarut etil asetat memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan daya hambat 14.78 mm dalam konsentrasi 70 mg/mL dan menghambat *E. coli* dengan daya hambat 14.39 mm dalam konsentrasi 50 mg/mL. Sedangkan konsentrasi hambat minimum (KHM) bakteri *S. aureus* pada 30 mg/mL yaitu 8.24 mm dan bakteri *E. coli* 9.76 mm pada konsentrasi 20 mg/mL.

Hanapi *et al.* (2013) menambahkan bahwa uji aktivitas antibakteri dengan penggunaan pelarut metanol pada ekstrak alga merah (*Eucheuma spinosum*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, menunjukkan bahwa aktivitas antibakterinya tergolong lemah dengan daya hambat 4 mm dan 3 mm, secara berturut-turut pada konsentrasi 80 mg/mL.

Antibakteri dapat digunakan untuk menghambat atau mengendalikan pertumbuhan-pertumbuhan bakteri yang merugikan. Menurut Sulistyoyo (1971), tujuan pengendalian tersebut untuk mencegah terjadinya pembusukan atau perusakan bahan yang disebabkan oleh mikroorganisme. Selain itu, Ganiswara (1995), menambahkan bahwa antimikroba itu termasuk kedalam golongan antibakteri, antiviral, dan antimikotik.

Adapun mekanisme untuk menghambat tumbuhnya bakteri oleh senyawa antibakteri yaitu dengan rusaknya dinding sel dengan menghambat pembentukannya ataupun mengubahnya hingga selesai terbentuk. Selain itu, juga dengan adanya perubahan permeabilitas membran sitoplasma yang menyebabkan bahan makanan keluar dari dalam sel, terjadinya perubahan molekul protein dan asam nukleat, penghambat kerja enzim, dan penghambat sintesis asam-asam nukleat dan protein.

Di bidang farmasi, adapun nama bahan antibakteri dikenal dengan antibiotik, yaitu suatu substansi kimia yang dapat dihasilkan oleh mikroba dalam menghambat tumbuhnya mikroba lain. Senyawa antibakteri dapat bekerja baik secara bakteriostatik, bakteriosidal, maupun bakteriolitik (Pelchzar *et al.* 1988).

Penelitian ini ditujukan untuk menentukan karakteristik antibakteri dan mengetahui diameter zona hambat minimum bakteri *Bacillus cereus* dan bakteri *Salmonella typhi* dari ekstrak rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan pelarut berbeda.

MATERI DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* yang diperoleh dari CV. Moro's Pure Marine Collagen, Kabupaten Karimun, NA (*Nutrient Agar*), NB (*Nutrient Broth*), Etanol 96%, Heksana, aquades, antibiotik kloramfenikol, H₂SO₄, iodine, KI, bismut, magnesium, kloroform, FeCl₃, HCl, kertas saring, kultur bakteri murni *Bacillus cereus* dan bakteri *Salmonella typhi*, *Aluminium foil* dan kertas cakram.

Alat yang digunakan yaitu pisau, *autoclave*, tabung reaksi, cawan petri, timbangan, Erlenmeyer, gelas ukur, jarum ose, batang L, *micro pipet*, pipet tetes, timbangan analitik, blender, inkubator, jangka sorong, dan *Rotary evaporator*.

Metode Penelitian

Ada 4 tahapan prosedur penelitian, yaitu 1) preparasi rumput laut, 2) ekstraksi rumput laut. 3) pembuatan medium NA dan NB. 4) Peremajaan bakteri

1. Preparasi rumput laut.

Dimulai dari pencucian rumput laut dengan menggunakan air tawar, lalu ditiriskan. Kemudian rumput laut dikeringkan selama 3 hari dibawah sinar matahari. Setelah kering, rumput laut dipotong kecil-kecil, selanjutnya diblender atau digiling sehingga menjadi serbuk simplisia

2. Ekstraksi rumput laut (Melky *et al.* 2011).

a) 50 g sampel dimasukkan ke dalam *Erlenmeyer* untuk tiap perlakuan

b) Selanjutnya, diekstraksi secara maserasi menggunakan perbandingan sampel: 1:2 (b/v), dengan perlakuan pelarut berbeda yaitu P₁ (Etanol), dan P₂ (Heksana). Fungsi dari perendaman/maserasi untuk menyerap senyawa organik dalam simplisia.

c) Setelah 3 hari, larutan tersebut disaring menggunakan kertas saring pada *Erlenmeyer* sehingga diperoleh filtrat ekstrak rumput laut.

d) Filtrat ekstrak rumput laut yang telah didapat kemudian dievaporasi dengan *rotary evaporator* suhu 44°C sampai tidak ada lagi pengembunan pelarut pada kondensor (ini berarti semua pelarut telah menguap).

e) Setelah itu diperoleh ekstrak kasar rumput laut P₁ dan P₂.

3. Pembuatan media NA dan NB

Komponen medium ditimbang sesuai dengan komposisi yang diinginkan, yaitu NA dan NB (masing-masing sebanyak 10 g dan ditambahkan 500 mL aquades). Semua bahan dilarutkan didalam *Erlenmeyer* dan disterilkan selama 15 menit dalam *autoclave* pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm.

4. Peremajaan bakteri

Persiapan kultur bakteri

Bacillus cereus dan *Salmonella typhi* adalah bakteri yang digunakan dalam penelitian ini. Bakteri diuji yang telah tertanam diremajakan dengan cara 1 ose bakteri dipindahkan dengan menggoreskan secara zig-zag ke media NA, dimasukkan dalam tabung reaksi yang telah yang berisi medium dan diinkubasi pada suhu $\pm 37^\circ\text{C}$ selama 24 jam (Rahmah 2010).

Pembuatan suspensi bakteri

Setelah bakteri uji diperoleh, lalu disuspensikan kedalam media NB, dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Keruhnya media yang telah disuspensikan tersebut berarti telah terjadi pertumbuhan bakteri (Mukhtar 2013).

Parameter analisis

Uji identifikasi fitokimia, aktivitas antibakteri dan uji diameter zona hambat (Melki *et al.* 2011). Penetapan nilai konsentrasi hambat minimum (KHM) (Purnama *et al.* 2010).

Analisis Data

Data yang didapatkan diolah secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk gambar dan tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Rendemen yang dihasilkan pada ekstrak rumput laut dengan maserasi pada pelarut berbeda tingkat kepolarannya dapat dilihat pada Tabel 1. Proses ekstraksi

dengan dua pelarut berbeda menghasilkan nilai rendemen yang berbeda juga. Ekstraksi dengan pelarut etanol 96% memiliki rendemen yang lebih besar (3.16%), dibandingkan dengan pelarut heksana 2.19%.

Tabel 1. Hasil ekstraksi rumput laut (*Eucheuma cottonii*)

Pelarut	Berat sampel (g)	Berat ekstrak (g)	Rendemen ekstrak (%)
Etanol 96%	50.50	1.63	3.16
Heksana	50.30	1.11	2.19

Kemampuan pelarut untuk mengekstrak senyawa bioaktif suatu sampel itu berbeda-beda, ini disebabkan karena perbedaan tingkat kepolarannya. Menurut Sari (2011), ekstrak polar memiliki rendemen terbesar, sedangkan ekstrak heksana menghasilkan rendemen sangat kecil. Senyawa polar memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengekstrak senyawa dari senyawa polar hingga semipolar. Hal ini sejalan dengan Sayuti (2017), yang menyatakan bahwa etanol merupakan pelarut yang dapat melarutkan hampir semua jenis pelarut terutama yang bersifat polar sehingga kemungkinan besar senyawa bioaktif yang terdapat pada rumput laut bersifat polar. Perbedaan rendemen yang dihasilkan juga dapat disebabkan oleh kondisi alamiah dari suatu senyawa, metode/cara ekstraksi yang digunakan, size partikel sampel, waktu dan kondisi ekstraksi, serta perbandingan antara sampel dengan pelarut (Harbone, 2003).

Tingkat kepolaran kedua pelarut berbeda, sehingga ada yang dapat melarutkan senyawa polar, senyawa semi polar, dan senyawa non-polar. Setyawan dan Yudha (2013), menyatakan bahwa biomassa sel *Eucheuma cottonii* lebih mudah larut dalam pelarut polar dibandingkan dengan pelarut non-polar ataupun semi polar. Pelarut polar juga dapat melarutkan senyawa polar maupun senyawa non-polar, ini dikarenakan pelarut polar mempunyai *momen dipole* lebih besar.

Uji skrining fitokimia

Pengujian skrining fitokimia *Eucheuma cottonii* dengan ekstraksi berbeda dilakukan secara kualitatif. Pengujian secara kualitatif hanya dilakukan untuk mengetahui jenis golongan senyawa bioaktifnya yang terdapat didalamnya. Untuk lebih jelas hasil skrining fitokimia rumput laut secara kualitatif dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji skrining fitokimia rumput laut (*Eucheuma cottonii*)

Ekstrak	Alkaloid	Fenolik	Triterpenoid/steroid	Flavonoid	Saponin
Etanol 96%	-	+	+	+	+
Heksana	-	+	+	+	-

Keterangan: (-) Tidak ada dalam ekstrak
(+) Ada dalam ekstrak.

Berdasarkan pengujian skrining fitokimia dari ekstrak *Eucheuma cottonii* menunjukkan bahwa pelarut etanol 96% dan pelarut heksana menunjukkan hasil positif pada uji senyawa fenolik, triterpenoid/steroid, flavonoid, dan saponin yang hanya terlihat pada pelarut etanol 96%. Berdasarkan penelitian Haryani (2014), bahwa hasil pengujian fitokimia yang terkandung dalam ekstrak *Eucheuma cottonii* yang dilakukan secara kualitatif terdeteksi positif adanya flavonoid, triterpenoid, dan fenol hidrokuinon.

Pengujian skrining fitokimia menunjukkan hasil negatif pada senyawa alkaloid yang ditandai dengan tidak terbentuknya endapan putih maupun berwarna coklat, baik pada pelarut etanol 96% maupun heksana, hasil ini sama

dengan Maharany (2017), yang menyebutkan bahwa dalam *Eucheuma cottonii* memang tidak ada ditemukan kandungan alkaloid. Selanjutnya Raharjo (2013), juga menambahkan bahwa menyatakan bahwa tidak ditemukannya senyawa alkaloid pada semua jenis tanaman. Alkaloid kebanyakan ditemukan pada tanaman tingkat tinggi (Angiospermae) terutama pada tanaman dikotil.

Uji antibakteri

Uji antibakteri dan diameter zona hambat

Hasil pengukuran diameter zona hambat rumput laut *Eucheuma cottonii* yang ekstrak dengan pelarut etanol 96% dan heksana terhadap bakteri *Bacillus cereus* dan *Salmonella typhi* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya hambat ekstrak *Eucheuma cottonii* terhadap bakteri *Bacillus cereus* dan *Salmonella typhi*.

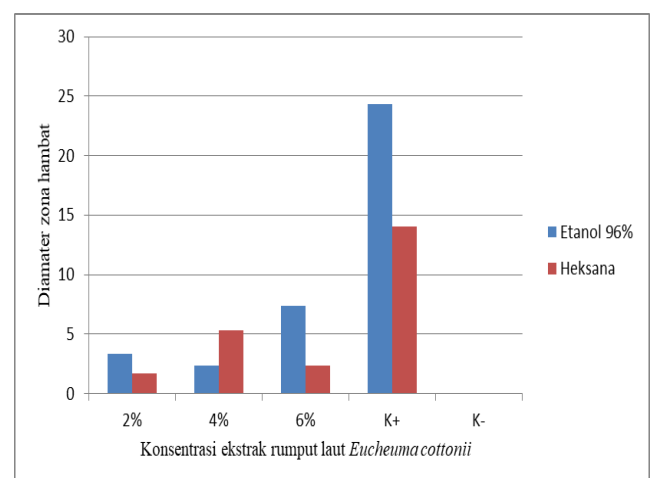
Pelarut	<i>Bacillus cereus</i>			<i>Salmonella typhi</i>		
	2%	4%	6%	2%	4%	6%
Etanol 96%	3.33	2.33	7.33	2	5	2.67
Heksana	1.67	5.33	2.33	2.67	3.33	1.67

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut (*Eucheuma cottonii*) masih tergolong lemah hingga sedang terhadap bakteri *Bacillus cereus* dan *Salmonella typhi*. Lathifah (2008), menyebutkan bahwa bila memiliki daerah hambatan < 5 mm berarti memiliki kekuatan antibakteri yang tergolong lemah; bila daerah hambatan 5-10 mm berarti sedang; bila daerah hambatan 10-20 mm berarti kuat; bila daerah hambatan 20 mm atau lebih berarti memiliki aktivitas antibakteri yang sangat kuat.

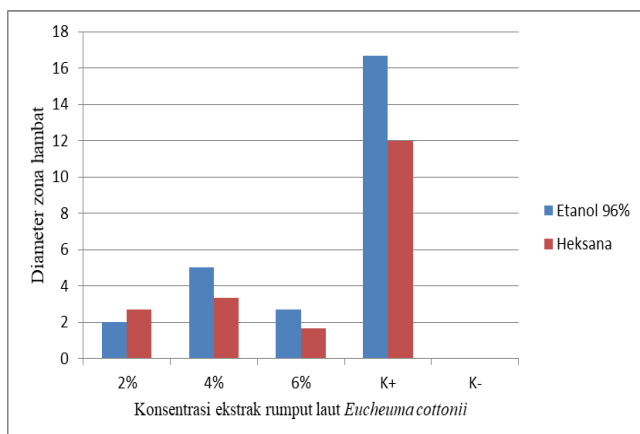
Penetapan nilai konsentrasi hambat minimum

Uji konsentrasi hambat minimum dilakukan dengan konsentrasi terbesar ke konsentrasi terkecil yaitu konsentrasi ekstrak 6, 4, dan 2%. Hasil uji KHM dari

ekstrak etanol 96% dan heksana *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Grafik zona hambat minimum ekstrak *Eucheuma cottonii* pada bakteri *Bacillus cereus*



Gambar 2. Grafik zona hambat minimum ekstrak *Eucheuma cottonii* pada bakteri *Salmonella typhi*.

Berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat ekstrak etanol 96% *Eucheuma cottonii* yang diujikan terhadap bakteri *Bacillus cereus* pada konsentrasi 6% memiliki zona hambat lebih tinggi dibandingkan ekstrak heksana. Ini disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya kepadatan populasi mikroorganisme, kepekaan pada bahan antimikroba, volume bahan yang disterilkan, lamanya waktu bahan antimikroba tersebut diaplikasikan pada mikroorganisme, konsentrasi bahan antimikroba, serta suhu dan kandungan bahan organik (Poeloengan *et al.* 2005).

Ekstrak kasar alga merah *Eucheuma cottonii* bersifat bakteriostatik, yaitu hanya mampu menghambat tumbuhnya bakteri *Bacillus cereus*. Suatu antimikroba dikatakan bersifat bakteriostatik jika hanya mampu menghambat tumbuhnya bakteri ketika pemberian senyawa dilakukan secara terus menerus dan jika dihentikan atau habis, maka akan terjadi peningkatan pertumbuhan yang ditandai dengan diameter zona hambat yang berkurang (Mycek 2001).

Sebaliknya bersifat bakteriosida jika diameter zona hambat meningkat, hal ini dikarenakan senyawa tersebut memiliki kemampuan untuk membunuh dan menghentikan aktivitas fisiologis dari bakteri, walaupun pemberian senyawa tersebut dihentikan.

Berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat ekstrak etanol 96% *Eucheuma cottonii* yang diujikan terhadap bakteri *Salmonella typhi* pada konsentrasi 4% memiliki zona hambat yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ekstrak heksana. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa antibakteri mudah larut pada senyawa etanol ataupun metanol. Hal ini disebabkan karena pelarut etanol 96% tidak hanya merupakan senyawa aromatik tetapi juga organik jenuh (Wiyanto 2010).

Berdasarkan hasil yang didapatkan, ditemukan bahwa zona hambat pada masing-masing ekstrak pada tiap konsentrasi lebih kecil dan cenderung melebar jikalau konsentrasinya dinaikkan, yang kemungkinan disebabkan oleh dinding sel bakteri tersebut. Dinding sel bakteri Gram negatif berupa lipoprotein yang didalamnya terkandung molekul protein yang disebut porin, yang menyebabkan terhambatnya ekstrak masuk ke dalam sel bakteri. Ini dikarenakan perbedaan sifat dari komponen ekstrak dan porin, dimana porin memiliki sifat hidrofilik sedangkan ekstrak memiliki sifat hidrofobik (Iskandar *et al.* 2009).

KESIMPULAN

Rumput laut *E. cottonii* yang diekstrak dengan etanol 96%, dan heksana menghasilkan rendemen sebesar 3.16%, dan 2.19%, secara berurutan. Hasil uji identifikasi fitokimia (kualitatif) menunjukkan positif adanya senyawa fenolik, steroid/triterpenoid, flavonoid, saponin. Aktivitas antibakteri *Bacillus cereus* dan *Salmonella typhi* dapat diekstrak dari rumput laut *E. cottonii*.

Konsentrasi 6% pelarut etanol 96% paling efektif dalam menghambat tumbuhnya bakteri *Bacillus cereus* dengan zona hambat berdiameter 7.33 mm. Sedangkan konsentrasi 4% pelarut etanol 96% memiliki efektivitas yang lebih tinggi dalam menghambat tumbuhnya bakteri *Salmonella typhi* dengan zona hambat berdiameter 5 mm. Antibakteri dari ekstrak rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan

pelarut etanol 96% dan heksana cenderung lebih efektif untuk menghambat tumbuhnya

bakteri *Bacillus cereus* daripada bakteri *Salmonella typhi*.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelina F, Agus S, Delianis P. 2012. Potensi antibakteri ekstrak rumput laut terhadap bakteri penyakit kulit *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Micrococcus luteus*. *Journal of Marine Research*. 1(2): 152-160.
- Bansemir A, Blume M, Schroder S, Lindequist U. 2006. Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria. *Aquaculture*. 252: 79-84.
- Enida F, Naibaho BR, Ruth. 2011. Uji aktivitas fraksi n-heksana, etilasetat dan etanol rumput laut cokelat (*Sargassum polycystum* C.Agardh) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Tugas Akhir Tidak Diterbitkan*. Medan, Sumatera Utara.
- Ganiswara GS. 1995. Farmakoterapi dan terapi. Edisi 4. Farmakologi dan Fakultas Kedokteran. UI Press, Jakarta.
- Hanapi A, Fasya G, Mardiyah U, Mittahurrahmah. 2013. uji aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak metanol alga merah *Eucheuma Spinosum* dari perairan Wongsorejo Banyuwangi. *J. Alchemy*. 2(2): 126-137.
- Haryani TS, Sari BL, Triastutinurmiatiningsih. 2014. efektivitas ekstrak *padina australis* sebagai antibakteri *Escherichia coli* penyebab diare. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas V*.
- Iskandar Y, Rusmiati D, Dewi RR. 2009. Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Terhadap Bakteri *Eschericia coli* dan *Bacillus cereus*. Universitas Padjadjaran.
- Lathifah Q. 2008. Uji Efektivitas Ekstrak Kasar Senyawa Antibakteri Pada Buah Belimbing Wuluh (*Aerhiabilimbi L*) Dengan Variasi Pelarut. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN), Malang.
- Maharany F, Nurjanah R, Suwand, E, Anwar TH. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *Jphpi*. 2(1): 10-17.
- Mycek MJ. 2001. Farmakologi: Ulasan Bergambar Edisi 2. Widya Medika, Jakarta
- Pelczhar, Michael J, Chan ECS. 1988. Dasar-dasar Mikrobiologi, diterjemahkan oleh Ratn, S. H., Teja, Imas, Sutarmi, T., Sri, L. A., Jilid II, 448, 452-456. UI Press, Jakarta.
- Poeloengan M, Susan, Andriani. 2005. Dasar-dasar Mikrobiologi 2. UI-Press, Jakarta.
- Purnama R, Melki, Putra WAE, Rozirwan. 2010. Potensi ekstrak rumput laut *Halimeda renchii* dan *Eucheuma cottonii* sebagai antibakteri *Vibrio parahaemolitycus*, *Vibrio alginolitycus*, dan *Vibrio charcariae*. Indralaya. *Jurnal Maspari*. 5(2): 82-88.
- Raharjo TJ. 2013. Kimia Hasil Alam. Pustaka Belajar, Yogyakarta
- Rahma MNST, Utami R, Futri NR. 2010. pemeriksaan residu antibiotik pada hati kerbau dan ikan nila dengan metoda difusi agar. *Jurnal Peternakan*. 7(1): 29-34.
- Sari RF. 2011. Kajian potensi senyawa bioaktif *Spirulina plantesis* sebagai antioksidan [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sayuti M. 2017. Pengaruh perbedaan metode ekstraksi, bagian dan jenis pelarut terhadap rendemen dan aktivitas antioksidan bambu laut. [Skripsi]. Politeknik Perikanan dan Kelautan, Sorong.

Wiyanto DB. 2010. Uji Aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut *Kappaphycus Alvarezii* dan *Eucheuma denticullatum*

terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila* dan *Vibrio harveyii*. *Jurnal Kelautan*. 3(1): 1-17.