



Identifikasi komponen bioaktif dan aktivitas antibakteri rumput laut cokelat (*Sargassum plagyophyllum*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Noor Ira Sari^{*}, Indah Azisari, Andarini Diharmi

Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

Article history

Diterima:

18 Januari 2022

Diperbaiki:

9 Juni 2022

Disetujui:

17 Juni 2022

Keyword

antibacterial;

bioactive compounds;

ethyl acetate

ABSTRACT

Sargassum plagyophyllum is a type of brown seaweed containing bioactive components including alkaloids, flavonoids, steroids/terpenoids, saponins and phenolics that have potential as antibacterial. This study aims to determine the bioactive components of the *S. plagyophyllum* extract fraction qualitatively and the antibacterial activity of the *S. plagyophyllum* fraction by agar diffusion method with wells. The method used in this research is an experiment by extracting and fractionating *S. plagyophyllum*. Parameter analysis consisted of analysis of bioactive components (alkaloids, flavonoids, steroids/terpenoids, saponins, phenolics) qualitatively and determining antibacterial activity in the *S. plagyophyllum* fraction against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The results showed that the bioactive components in the methanol extract of *S. plagyophyllum* contained flavonoids, steroids/terpenoids, saponins and phenolic compounds. The bioactive components in the ethyl acetate fraction contained alkaloids, flavonoids, steroids/terpenoids, saponins and phenolics. The *n*-hexane and butanol fractions contained steroids/terpenoids, and saponins. The extract fraction of *S. plagyophyllum* could inhibit the growth of antibacterial activity against *S. aureus* and *E. coli* bacteria. The ethyl acetate fraction was the best fraction inhibiting bacterial activity with the highest zone of inhibition compared to other fractions (*n*-Hexane and butanol), namely 12.95 ± 0.64 mm for *S. aureus* bacteria and 10 ± 0.14 mm for *E. coli* bacteria.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

^{*} Penulis korespondensi

Email : irasarinoor@yahoo.co.id

DOI 10.21107/agrointek.v18i1.13352

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan kimia sintesis sebagai pengendali pertumbuhan bakteri dapat menimbulkan dampak yang merugikan bagi kesehatan manusia. Salah satu bahan alami yang berperan sebagai bahan pengawet atau mampu membunuh mikroba yaitu rumput laut. Rumput laut merupakan salah satu sumberdaya hayati yang sangat melimpah di perairan Indonesia yang kaya nutrisi dan senyawa bioaktif potensial untuk kesehatan manusia (Brown et al. 2014). Produksi rumput laut tahun 2016 mencapai 11 juta ton dan tahun 2017 ditargetkan naik menjadi 13,4 juta ton (KKP 2018). Rumput laut memiliki kemampuan sebagai antioksidan, imunostimulan, dan antibakteri (Selim 2012). Jenis rumput laut yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai antibakteri ala yaitu rumput laut coklat (*S. plagyophyllum*).

S. plagyophyllum merupakan jenis rumput laut yang banyak ditemukan di Indonesia. Keberadaannya di masyarakat saat ini masih belum mendapat perhatian khusus jika dibandingkan dengan rumput laut komersial seperti *Glacillaria* sp. dan *Eucheuma* sp. (Utami 2013). Rumput laut coklat mengandung senyawa fenol yaitu flavonoid yang berfungsi sebagai zat antibakteri dan antioksidan. Zat antibakteri tersebut dapat menjadi penghambat aktivitas dari bakteri, dan antioksidan yang terkandung dalam rumput laut coklat dapat berfungsi sebagai pencegah kerusakan pangan (Bahtiar 2012).

Infeksi dan resistensi bakteri patogen saat ini sedang mendapat perhatian serius di seluruh dunia (Kandhasamy dan Arunachalam 2008; Alamsyah 2014). Beberapa jenis bakteri yang sering menginfeksi tersebut adalah *E. coli* dan *S. aureus*. Bakteri *E. coli* merupakan jenis bakteri patogen penyebab diare akut yang menyebabkan kematian sebagian besar bayi di dunia (Aydin 2005), sedangkan bakteri *S. aureus* ditandai dengan kerusakan jaringan yang disertai abses bernanah (Kusuma 2009).

Proses ekstraksi dan fraksinasi menggunakan pelarut organik sebagai media untuk mendapatkan komponen bioaktif dari *S. plagyophyllum*. Pelarut organik mampu menarik komponen bioaktif berdasarkan tingkat kepolaran dari nonpolar, semipolar, dan polar

Penelitian terkait dengan uji aktivitas antibakteri *Sargassum* sp. sudah pernah dilakukan

dengan pelarut n-heksana dan etil asetat pada penelitian Asmarani (2017), bahwa fraksi n-heksana dan fraksi etil asetat rumput laut cokelat (*Sargassum* sp.) memiliki daya hambat terhadap bakteri *S. aureus*. Selanjutnya, konsentrasi Hambat Minimum (KHM) fraksi n-heksana dan fraksi etil asetat terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* adalah pada konsentrasi 20%, fraksi n-heksana memiliki kemampuan daya hambat yang tinggi dibandingkan fraksi etil asetat terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*.

Hasil penelitian Alamsyah (2014), menjelaskan bahwa ekstrak *Sargassum cinereum* dengan pelarut n-heksana, etil asetat dan metanol memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E. coli* dan *S. epidermidis*. Hasil uji aktivitas antibakteri terbaik ditunjukkan ekstrak dengan pelarut etil asetat dihasilkan zona hambat yang terbentuk 5,08 mm (*E. coli*), 6,69 mm (*S. epidermidis*) dan bersifat bakteriosidal. *Sargassum cinereum* mengandung senyawa kimia golongan alkaloid, steroid, saponin dan tanin dengan nilai toksisitas LC₅₀ (lethal dose) (24 jam) sebesar 24,25 ppm (sangat toksik kategori kronik).

Penelitian fraksinasi rumput laut dengan menggunakan tiga pelarut yang berbeda tingkat kepolarannya yaitu n-heksana, etil Penelitian untuk mencari sumber-sumber alami pengawet alami masih jarang sehingga perlu dilakukan penelitian ini. Berdasarkan hal ini peneliti tertarik penelitian mengenai "Identifikasi Komponen Bioaktif Dan Aktivitas Antibakteri Fraksi Ekstrak Rumput Laut Cokelat (*S. plagyophyllum*) Terhadap Bakteri *S. aureus* dan *E. coli*."

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan selama pengujian ini adalah rumput laut coklat (*S. plagyophyllum*) kering yang diperoleh dari Pantai Sepanjang Gunung Kidul Yogyakarta, biakan murni bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang diperoleh dari UPT laboratorium kesehatan dan lingkungan dinas kesehatan provinsi Riau, bahan media tumbuh bakteri yaitu *nutrien agar* (NA), *nutrien broth* (NB), *mueller hinton agar* (MHA), akuades, n-heksana, etil-asetat, butanol, metanol, serbuk Mg, HCl pekat, FeCl₃ 1%, dan HCl 1N, CH₃COOH, H₂SO₄ pekat, kloroform, ammonia, Mayer dan Dragendroff.

Alat yang digunakan selama pengujian ini adalah blender, seperangkat *rotary evaporator*

vacuum, corong pisah (*Separatory funnel*), nampan, botol kaca cokelat 1 l, botol kaca 100 ml, botol vial 20 ml, ayakan 60 mesh, masker, sarung tangan karet, spatula, pisau, bunsen, korek api, timbangan biasa, timbangan analitik, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas ukur, gelas piala, *erlenmeyer*, *hot plate*, *autoclave*, *incubator*, pipet mikro, jangka sorong, penggaris, jarum ose, dan pipet stainless steel untuk membuat sumur pada media agar.

PROSEDUR

Preparasi sampel rumput laut cokelat

Rumput laut cokelat dibersihkan dari pasir dan kotoran-kotoran yang menempel dan dikeringkan pada suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$). Pengeringan dilakukan menggunakan kering angin tanpa penyinaran matahari secara langsung untuk menghindari berubah/rusakanya komponen bioaktif yang terdapat pada sampel. Sampel yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender sampai berbentuk tepung dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Penghalusan ini bertujuan untuk mempermudah pengekstrakan komponen bioaktif selama proses maserasi karena semakin halus sampel maka semakin luas juga permukaan rumput laut yang akan disentuh oleh larutan nantinya dan semakin banyak ekstrak yang didapat.

Ekstraksi *S. plagyophyllum*

Ekstraksi *S. plagyophyllum* dilakukan dengan proses maserasi (perendaman) tepung rumput laut cokelat dengan menggunakan pelarut metanol dengan perbandingan (1 : 3, b/v) selama 72 jam agar ekstrak yang dihasilkan lebih optimal dalam menarik senyawa metabolit sekunder dari jaringan tumbuhan yang diteliti, setelah itu larutan disaring menggunakan kapas dan diuapkan dengan menggunakan alat *rotary vacuum evaporator* pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ sehingga diperoleh ekstrak kental (modifikasi Asmarani 2017).

Fraksinasi *S. plagyophyllum*

Ekstrak kental metanol *S. plagyophyllum* yang diperoleh dari proses ekstraksi, difraksinasi secara berturut-turut dengan menggunakan pelarut n-heksana (non polar), etil asetat (semi polar), dan butanol (polar) yang dilakukan dengan metode corong pisah. Ekstrak kental metanol *S. plagyophyllum* (20 ml) diencerkan terlebih dahulu menggunakan akuades dengan perbandingan 1: 2/ekstrak dengan pelarut) yang telah dipanaskan (sterilisasi) sebanyak 60 ml, diaduk sampai

homogen, kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah, ditambahkan pelarut n-heksana sebanyak 60 ml, kemudian dihomogenkan dan didiamkan sampai terlihat batas pisah antara kedua pelarut tersebut.

Setelah terpisah fraksi n-heksana dan fraksi akuades dikeluarkan dari corong pisah. Sisa fraksi akuades ditambah larutan etil asetat 60 ml, kemudian dihomogenkan dan didiamkan sampai terlihat batas pisah antara kedua pelarut tersebut, setelah terpisah fraksi etil asetat dan fraksi akuades dikeluarkan dari corong. Sisa fraksi akuades (± 2 ml) ditambah larutan butanol 60 ml, kemudian dihomogenkan dan didapatkan fraksi butanol. Fraksi butanol dan fraksi air tidak dapat dipisahkan dikarenakan keduanya memiliki tingkat kepolaran yang sama yaitu bersifat polar. Hasil fraksinasi dari masing-masing pelarut kemudian diuapkan dengan penguap *rotary evaporator vacuum* hingga diperoleh fraksi kental n-heksana, fraksi kental etil asetat, dan fraksi kental butanol (Uthia et al. 2017).

Penyegaran bakteri biakan murni

Biakan murni yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Bakteri uji yang telah tertanam disegarkan dengan cara 1 ose bakteri dipindahkan dengan menggoreskan secara zigzag ke media agar miring NA, dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi medium dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu $\pm 37^{\circ}\text{C}$ (Rahma et al. 2010).

Pembuatan suspensi bakteri

Bakteri uji dari media NA disuspensikan ke dalam media NB, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C . Adanya pertumbuhan bakteri ditandai dengan kekeruhan pada media yang telah disuspensikan (Mukhtar 2013).

Identifikasi komponen bioaktif secara kualitatif (Harborne, 1996)

Analisis alkaloid

Ekstrak *S. plagyophyllum* sebanyak 50 mg ditambahkan 2 ml kloroform dan 2 ml ammonia lalu disaring. Filtrat ditambahkan 3-5 tetes H_2SO_4 pekat lalu dikocok hingga terbentuk dua lapisan. Fraksi asam diambil. Kemudian ditambahkan pereaksi Mayer dan Dragendorff masing-masing 4-5 tetes. Ekstrak positif mengandung alkaloid, apabila terbentuk endapan, dengan pereaksi Mayer memberikan endapan berwarna putih dan pereaksi Dragendorff memberikan endapan berwarna merah jingga.

Analisis flavonoid

Ekstrak *S. plagyophyllum* sebanyak 50 mg ditambahkan dengan 100 ml air panas, dididihkan selama 5 menit, kemudian disaring. Filtrat sebanyak 5 ml ditambahkan 0,05 mg serbuk Mg dan 1 ml HCl pekat, kemudian dikocok kuat-kuat. Ekstrak positif mengandung flavonoid apabila menghasilkan warna merah, kuning atau jingga.

Analisis steroid dan terpenoid

Ekstrak *S. plagyophyllum* sebanyak 50 mg ditambahkan CH₃COOH pekat sebanyak 10 tetes dan H₂SO₄ pekat sebanyak 2 tetes. Larutan dikocok perlahan dan dibiarkan selama beberapa menit. Ekstrak positif mengandung steroid, apabila menghasilkan warna biru atau hijau, sedangkan terpenoid menghasilkan warna merah atau ungu.

Analisis saponin

Ekstrak *S. plagyophyllum* sebanyak 50 mg ditambahkan 10 ml air sambil dikocok selama 1 menit, lalu ditambahkan 2 tetes HCl 1N. Apabila busa terbentuk tetap stabil selama ± 7 menit, maka ekstrak positif mengandung saponin.

Analisis fenolik

Ekstrak *S. plagyophyllum* sebanyak 50 mg ditambahkan 10 tetes FeCl₃ 1%. Ekstrak positif mengandung fenolik apabila menghasilkan warna hijau, merah, ungu, biru atau hitam pekat.

Uji aktivitas antibakteri (modifikasi Prayoga, 2013)

Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode sumuran. Bakteri uji pada media NB diinokulasikan 25 µl ke dalam 50 ml media MHA yang masih cair dan suhunya sudah tidak terlalu panas, kemudian dihomogenkan. Kemudian dituangkan ke dalam cawan petri steril masing-masing 10 ml. Setelah agar mengeras, dibuat lubang sumur dengan menggunakan pipet stainless steel steril dengan diameter 6 mm. Beri label pada masing-masing lubang sumuran dengan masing-masing pelarut yaitu n-heksana, etil asetat, dan butanol. Kemudian masukkan fraksi ekstrak *S. plagyophyllum* yang telah dibuat dalam berbagai konsentrasi (2, 4, dan 6%) pada setiap cawan petri dalam lubang menggunakan mikropipet secara duplo.

Pembuatan konsentrasi sampel menjadi 2, 4, dan 6% dilakukan dengan cara membuat larutan stock. Larutan stock didapatkan dengan rumus $M_1V_1 = M_2V_2$ yang dilarutkan ke dalam 2 ml

DMSO. Hasil perhitungan dengan rumus diperoleh berat sampel yang akan dibuat sebagai larutan stock pada konsentrasi 6% adalah sebesar 0,12 gram, dilarutkan ke dalam 2 ml DMSO di dalam tabung eppendorf dan dihomogenkan. Selanjutnya, dari hasil perhitungan rumus, diperoleh volume 1,3 ml dari larutan stock yang akan dijadikan konsentrasi 4%, dimasukkan ke dalam tabung eppendorf dan dilarutkan dengan DMSO sampai mencapai 2 ml lalu dihomogenkan. Terakhir, dengan cara yang sama untuk membuat konsentrasi 2%, diperoleh dari larutan stock sebesar 1 ml, dilarutkan dengan DMSO sampai mencapai 2 ml dan dihomogenkan.

Kontrol positif digunakan kloramfenikol dan kontrol negatif digunakan DMSO. Kontrol positif dibuat dari sediaan obat kapsul kloramfenikol 250 mg satu kapsul kloramfenikol dibuka cangkang kapsulnya kemudian timbang serbuk dalam kapsul sebanyak 30 mg kemudian serbuk dilarutkan dalam methanol 5 ml. Selanjutnya, di inkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam.

Zona hambat yang terbentuk disekitar sumur setelah diinkubasi, diukur diameter vertikal dan diameter horizontal dengan satuan milimeter (mm) menggunakan jangka sorong. Zona bening merupakan petunjuk kepekaan bakteri terhadap antibiotik atau bahan antibakteri lainnya yang digunakan sebagai bahan uji yang dinyatakan dengan luas zona hambat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi komponen bioaktif secara kualitatif

Hasil identifikasi komponen senyawa bioaktif fraksi dari *S. plagyophyllum* disajikan pada Tabel 1. Komponen bioaktif yang dihasilkan dari setiap fraksi berbeda. Perbedaan tersebut dikarenakan polaritas pelarut pada fraksinasi menyebabkan distribusi golongan senyawa masing-masing fraksi juga berbeda (Nasrudin et al., 2017). Fraksi etil asetat mampu menarik senyawa alkaloid, flavonoid, steroid/terpenoid, saponin dan fenolik. Etil asetat merupakan pelarut semi polar yang mampu menarik senyawa-senyawa dengan rentang polaritas lebar dari polar hingga nonpolar. Menurut Putri (2013), pelarut etil asetat tidak mampu menarik senyawa yang terlalu polar maupun terlalu nonpolar

Hasil uji alkaloid dari fraksi *S. plagyophyllum*, senyawa alkaloid hanya ditemukan pada fraksi etil asetat yang ditandai

dengan adanya endapan putih pada pereaksi Mayer dan endapan merah pada pereaksi Dragendroff. Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Dewi et al. (2013) bahwa senyawa alkaloid umumnya bersifat semipolar. Hasil penelitian Widowati et al. (2014) menunjukkan bahwa kandungan senyawa alkaloid ditemukan pada ekstrak *Sargassum duplicatum* dan *Sargassum echinocarpum* dengan pelarut etil asetat.

Hasil uji flavonoid dari fraksi *S. plagyophyllum*, senyawa flavonoid hanya terdapat pada fraksi etil asetat. Senyawa flavonoid bersifat nonpolar namun, mempunyai gugus gula yang menyebabkan mudah larut dalam polar ataupun semipolar (Firdiyani et al. 2015) Hasil penelitian Nuzul (2018), mengenai uji aktivitas antibakteri alga cokelat jenis *Padina* sp. dari pantai Sorido Biak mengandung senyawa flavonoid pada ekstrak etil asetat.

Hasil uji steroid/terpenoid dari fraksi *S. plagyophyllum*, senyawa steroid/terpenoid ditemukan pada semua fraksi. Senyawa steroid/terpenoid memiliki glikosil yang berfungsi sebagai gugus nonpolar (Sangi et al. 2008). Triterpenoid tersusun dari rantai panjang hidrokarbon C₃₀ yang menyebabkan sifatnya nonpolar dan memiliki gugus hidroksi sehingga

memiliki sifat polar (Taofik et al. 2010). Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian Riyanto et al. (2013) dengan hasil uji fitokimia pada makroalga coklat *Sargassum polycystum* diekstrak dengan metanol, etil asetat dan n-heksana dari Pulau Panjang, Jepara.

Hasil uji saponin dari fraksi *S. plagyophyllum*, senyawa saponin ditemukan pada semua fraksi ditandai dengan terbentuknya busa. Busa pada larutan yang terbentuk menunjukkan adanya glikosida yang terhidrolisis menjadi glukosa dan senyawa lainnya (Nugrahani et al. 2016). Sangi et al. (2008) senyawa saponin memiliki glikosil yang berfungsi sebagai gugus polar. Ekstrak saponin akan lebih banyak dihasilkan jika diekstraksi menggunakan metanol karena saponin bersifat polar sehingga akan lebih mudah larut daripada pelarut lain (Suharto et al. 2012).

Hasil uji fenolik dari fraksi *S. plagyophyllum* ditemukan adanya senyawa fenolik pada fraksi etil asetat. Senyawa fenolik umumnya bersifat polar (Bangol et al. 2014). Kandungan fenolik akan meningkat dalam ekstrak seiring dengan meningkatnya polaritas pelarut (Ganesan et al. 2008).

Tabel 1 Hasil pengujian komponen senyawa bioaktif pada ekstrak dan fraksi *S. plagyophyllum*

| Senyawa | Sampel | | | Reagen | Keterangan hasil positif |
|-----------------------|------------------|--------------------|----------------|----------------------|---|
| | Fraksi n-heksana | Fraksi etil asetat | Fraksi butanol | | |
| Alkaloid | - | + | - | Meyer, Dragendroff | Endapan putih, endapan merah |
| Flavonoid | - | + | - | Sianidin test | Larutan merah muda – merah |
| Steroid/ Terpenoid | + | + | + | Liberman-Burchard | Warna biru/ hijau dan warna merah/ ungu |
| Saponin | + | + | + | H ₂ O | Terbentuk busa |
| Fenolik | - | + | - | FeCl ₃ 1% | Larutan hijau/biru |

Ket : (-) tidak ada, (+) ada

Tabel 2 Rata-rata diameter zona hambat dari fraksi *S. plagyophyllum* terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*

| Fraksi uji | Zona hambat *mm) | | |
|-------------|------------------|-------------|--------------|
| | 2% | 4% | 6% |
| N-heksana | 5,55 ± 0,49 | 7,5 ± 0,28 | 8,5 ± 0,14 |
| Etil asetat | 7,42 ± 0,90 | 10,7 ± 1,13 | 12,95 ± 0,64 |
| Butanol | 2,4 ± 0,42 | 3,15 ± 0,49 | 4,17 ± 1,02 |

Tabel 3 Rata-rata diameter zona hambat dari fraksi *S. plagyophyllum* terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli*

| Fraksi uji | Rata-rata \pm SD | | |
|-------------|--------------------|----------------|-----------------|
| | 2% | 4% | 6% |
| N-heksana | 4,45 \pm 1,34 | 5,9 \pm 0,85 | 6,45 \pm 1,20 |
| Etil asetat | 6,57 \pm 1,94 | 8,4 \pm 0,99 | 10 \pm 0,14 |
| Butanol | 1,35 \pm 0,64 | 2,5 \pm 1,41 | 2,9 \pm 1,27 |

Ket : SD = Standar Deviasi

Aktivitas antibakteri fraksi ekstrak *S. plagyophyllum*

Bakteri *S. aureus*

Hasil pengukuran diameter zona hambatan dari fraksi ekstrak rumput laut cokelat terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* disajikan pada Tabel 2.

Zona hambat terhadap bakteri *S. aureus* fraksi ekstrak *S. plagyophyllum* dengan pelarut yang berbeda menunjukkan bahwa zona hambat tertinggi pada fraksi etil asetat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fraksi etil asetat memiliki aktivitas antibakteri yang kuat dari pada fraksi n-heksana dan butanol terhadap *S. aureus*. Aktivitas antibakteri *S. plagyophyllum* fraksi etil asetat lebih tinggi dibandingkan dengan *Sargassum cinerum* terhadap bakteri *S. epidermis* pada konsentrasi 0,1; 0,5; 1, 5, 15, 25, 50 dan 100% secara berurut yaitu 3,39 mm; 2,41 mm; 3 mm; 4,17 mm; 4,42 mm; 4,81 mm; 5,40 mm; dan 6,69 (Alamsyah, 2014).

Hasil penelitian lainnya menyatakan bahwa rata-rata pengukuran zona hambat fraksi etil asetat *Sargassum* sp. pada bakteri *S. aureus* konsentrasi 20, 40, 60, 80 dan 100% secara berurut yaitu 4,6 mm; 16 mm; 19,3 mm; 27,6 mm; 27,6 mm; dan 29,6 mm (Eso et al. 2019).

Fraksi n-heksana pada penelitian ini lebih rendah aktivitasnya dibandingkan dengan *Sargassum cinereum* dengan zona hambatnya berturut-turut 9,3 mm; 12,3 mm; 25,6 mm; 27 mm; dan 27,7 mm (Eso et al. 2019). Fraksi butanol *S. plagyophyllum* terhadap *S. aureus* juga lebih rendah dari hasil penelitian Damongilala et al., (2021) yang menyatakan bahwa fraksi butanol pada *Eucheuma spinosum* terhadap bakteri *S. aureus* memiliki rata-rata zona hambat sebesar 14,40 mm.

Zona hambat yang bervariasi pada ekstrak *S. plagyophyllum* dengan fraksi yang berbeda diduga adanya perbedaan kandungan zat antibakteri dan

konsentrasi terhadap masing-masing fraksi sehingga menimbulkan perbedaan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Semakin tinggi konsentrasi fraksi *S. plagyophyllum* yang digunakan maka respon hambatnya akan semakin besar.

Hal ini sesuai dengan Pelczar dan Chan (2007), bahwa semakin tinggi konsentrasi zat antibakteri maka semakin besar kemampuannya untuk mengendalikan dan membunuh mikroorganisme tertentu. Faktor lainnya yang berpengaruh terhadap aktivitas anti bakteri perbedaan jenis fraksi juga menentukan senyawa bioaktif apa yang dominan di dalamnya sebagai antibakteri.

Fraksi etil asetat merupakan fraksi yang memiliki zona bening paling besar sehingga kemampuannya menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* ditandai dengan adanya zona bening yang terbentuk disekitar lubang sumuran. Harborne (1996), menyatakan bahwa etil asetat memiliki sifat hidrofilik dan lipofilik sehingga polaritas menjadi optimum dan zat antimikroba yang diperoleh menjadi maksimal. Zona hambat terbentuk karena kandungan komponen senyawa bioaktif yang terdapat pada fraksi etil asetat. Komponen senyawa bioaktif tersebut adalah alkaloid, flavonoid, steroid/terpenoid, saponin dan fenolik.

Zona bening yang terbentuk lebih besar menunjukkan bahwa fraksi *S. plagyophyllum* lebih sensitif terhadap terhadap bakteri *S. aureus* sehingga memiliki diameter zona hambat yang lebih besar. *S. aureus* merupakan bakteri gram positif yang dinding selnya hanya tersusun oleh peptidoglikan dan membran plasma tunggal (Natheer et al. 2012). Dinding sel yang paling mudah terjadi denaturasi adalah dinding sel yang tersusun oleh polisakarida. Bakteri gram positif dinding selnya mengandung peptidoglikan dan juga asam teikoat dan asam teikuronat.

Dinding sel bakteri gram positif juga mengandung lipid yang lebih rendah (1-4%) (Pelczar dan Chan 2005). Diduga komponen bioaktif yang bersifat semipolar cenderung lebih mudah masuk ke dalam dinding sel bakteri gram positif dalam menghambat pertumbuhannya (Khoiriyah et al. 2014).

Bakteri *E. coli*

Hasil pengukuran diameter zona hambatan dari fraksi ekstrak rumput laut cokelat terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* disajikan pada Tabel 3. Zona hambat terhadap bakteri *E. coli* fraksi ekstrak *S. plagyophyllum* dengan pelarut yang berbeda menunjukkan bahwa zona hambat tertinggi pada fraksi etil asetat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fraksi etil asetat memiliki aktivitas antibakteri yang kuat dari pada fraksi n-heksana dan butanol terhadap *E. coli*. Aktivitas antibakteri *S. plagyophyllum* fraksi etil asetat lebih tinggi dibandingkan dengan *Sargassum cinerum* terhadap bakteri *E. coli* pada konsentrasi 0,1; 0,5; 1, 5, 15, 25, 50 dan 100% secara berurut yaitu 3,25 mm; 3,63 mm; 3,80 mm; 3,57 mm; 4,30 mm; 4,75 mm; 4,84 mm; dan 5,08 mm (Alamsyah 2014).

Fraksi n-heksana pada penelitian ini lebih rendah aktivitasnya dibandingkan dengan *Sargassum cinerum* terhadap bakteri *E. coli* pada konsentrasi 5, 15, 25, 50 dan 100% secara berurut yaitu 4,40 mm; 4,99 mm; 6,30 mm; 6,53 mm; dan 7 mm. Fraksi butanol *S. plagyophyllum* terhadap *E. coli* juga lebih rendah dari hasil penelitian Damongilala et al., (2021) pada *Eucheuma spinosum* terhadap bakteri *E. coli* yang memiliki rata-rata zona hambat sebesar 7,85 mm.

Bakteri *E. coli* cenderung lebih tahan terhadap fraksi *S. plagyophyllum* sehingga menghasilkan zona hambat lebih rendah, hal ini dikarenakan *E. coli* memiliki ketahanan yang lebih kuat dan lapisan dinding sel lebih kompleks terhadap senyawa antibakteri. Natheer et al. (2012) menyatakan bakteri *E. coli* tersusun oleh membran plasma luar, membran plasma dalam, serta peptidoglikan. Membran plasma luar di bagian dinding sel bisa melindungi bakteri tersebut dengan menghalangi masuknya zat antibiotik dan juga sistem dari pertahanan inang.

Talaro et al. (2009) menambahkan bahwa bakteri *S. epidermidis* termasuk bakteri gram positif yang terdiri atas satu lapisan sedangkan bakteri *E. coli* yang merupakan bakteri gram negatif yang memiliki susunan dinding sel lebih

kompleks serta dinding selnya tersusun atas membran luar yang terdiri dari lipopolisakarida dan lipoprotein yang berfungsi sebagai penghalang masuknya desinfektan maupun senyawa antibakteri.

Sel bakteri gram negatif terdapat peptidoglikan yang sedikit sekali dan berada diantara selaput luar dan selaput dalam dinding sel. Dinding sel bakteri gram negatif sebelah luar merupakan komponen yang terdiri dari fosfolipid dan beberapa protein yang sering disebut sebagai auto layer sehingga sel bakteri gram negatif mengalami proses denaturasi sel lebih lambat dibandingkan sel bakteri gram positif (Klien et al. 1999 dalam Helmiyati dan Nurrahman 2010).

Bakteri dikatakan resisten terhadap kloramfenikol apabila diameter hambat pertumbuhan bakteri yang dihasilkan >20 mm dan sensitif apabila hasil diameter hambat ≥ 20 mm (Andrews dan Howe 2011). Zona hambat kontrol positif 48,7 mm pada bakteri *S. aureus* dan 26,6 mm pada bakteri *E. coli*. zona hambat yang dihasilkan kontrol (kloramfenikol) mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli* dengan diameter hambat >20 mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa baik bakteri *S. aureus* dan *E. coli* memiliki sensitifitas terhadap kloramfenikol yang digunakan.

Hasil zona hambat kontrol negatif terhadap *S. aureus* dan *E. coli* adalah 0 mm, ini menunjukkan bahwa penggunaan pelarut DMSO tidak mempengaruhi hasil uji antibakteri dari fraksi *S. plagyophyllum*. Hal ini juga dibuktikan oleh Reapinam (2007), yang menyatakan bahwa hasil diameter penghambatan DMSO terhadap bakteri-bakteri ujinya adalah nol, sehingga pelarut ini merupakan pelarut ekstrak yang baik karena tidak memberikan pengaruh dalam aktivitas penghambatan bakteri.

Komponen bioaktif yang dominan pada fraksi *S. plagyophyllum* yaitu senyawa steroid/terpenoid dan saponin. Mekanisme senyawa steroid dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengganggu proses pembentukan membran dan dinding sel bakteri (Farouk et al. 2007). Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Rosyidah et al. (2010) bahwa senyawa steroid/triterpenoid dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan mekanisme penghambatan terhadap sintesis protein karena terakumulasi dan menyebabkan perubahan komponen-komponen penyusun sel bakteri itu

sendiri. Senyawa terpenoid mudah larut dalam lipid sifat inilah yang mengakibatkan senyawa ini lebih mudah menembus dinding sel bakteri Gram positif dan sel bakteri Gram negatif.

Senyawa saponin bekerja sebagai antibakteri dengan menyebabkan kebocoran protein dan enzim dari dalam sel (Madduluri et al. 2013). Saponin akan menurunkan tegangan permukaan sehingga mengakibatkan naiknya permeabilitas atau kebocoran sel dan mengakibatkan senyawa intraseluler keluar (Sundu et al. 2018).

Saponin termasuk dalam zat antibakteri yang menghambat fungsi membran sel mikroba. Saponin membentuk senyawa kompleks dengan membran sel melalui ikatan hidrogen sehingga menghancurkan sifat permeabilitas dinding sel, menyebabkan pelepasan isi sel seperti organik enzim, asam amino, nutrisi dan menimbulkan kematian sel (Permatasari 2013).

Fraksi *S. plagyophyllum* tidak hanya memiliki senyawa steroid/terpenoid dan saponin. Komponen bioaktif lainnya adalah alkaloid, flavonoid dan fenolik yang memiliki mekanisme kerja yang berbeda sebagai antibakteri. Mekanisme kerja senyawa alkaloid adalah dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut, selain itu komponen alkaloid diketahui sebagai interkelator DNA dan menghambat enzim topoisomerase sel bakteri (Ningsih et al. 2016).

Flavonoid bekerja sebagai antibakteri dapat dibagi menjadi 3 yaitu menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membran sel dan menghambat metabolisme energi (Rijayanti 2014). Mekanisme senyawa fenolik yaitu dengan mendenaturasi protein sel. Ikatan hidrogen yang terbentuk antara fenol dan protein mengakibatkan struktur protein menjadi rusak. Ikatan hidrogen tersebut akan mempengaruhi permeabilitas dinding sel dan membran sitoplasma sebab keduanya tersusun atas protein. Permeabilitas dinding sel dan membran sitoplasma yang terganggu dapat menyebabkan ketidakseimbangan makromolekul dan ion dalam sel, sehingga sel menjadi lisis (Pelczar dan Chan 2007).

Kandungan *S. plagyophyllum* yang bersifat antibakteri diduga tidak hanya berasal dari komponen bioaktif. *Sargassum* sp. memiliki kandungan biopigmen fukosantin yang bersifat

sebagai anti bakteri (Rajauria dan Ghannam (2013). Hasil penelitian Fitriane (2019), menyatakan bahwa aktivitas antibakteri dipengaruhi oleh senyawa pigmen klorofil dan karotenoid. Hasil penelitian Panjaitan dan Fida (2018), juga menunjukkan bahwa lipid *Sargassum polycystum* fasa metanol memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif yaitu *S. aureus*. Talaro et al. (2009) menambahkan bahwa aktivitas antibakteri dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak, kandungan senyawa antibakteri, daya difusi ekstrak dan jenis bakteri yang dihambat.

Eom et al. (2011) hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ekstraksi alga coklat *Eisenia bisiklis* dengan pelarut metanol kemudian dipartisi menggunakan pelarut n-heksana, diklorometana, etil asetat dan butanol., fraksi etil asetat mempunyai aktivitas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Didukung oleh penelitian Naibaho (2011), ekstrak pelarut etil asetat dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli*.

Hasil penelitian Khoiriyah et al. (2014) dengan mengekstrak *Sargassum vulgare* menggunakan pelarut metanol dan dipartisi menggunakan etil asetat, kloroform, dan petroleum eter. Hasil yang diperoleh pada penelitian tersebut, fraksi pelarut yang memberikan aktivitas antibakteri tertinggi adalah etil asetat terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen bioaktif pada fraksi rumput laut cokelat (*S. plagyophyllum*) dengan pelarut etil asetat yaitu alkaloid, flavonoid, steroid/terpenoid, saponin dan fenolik, sedangkan pada pelarut n-heksana dan butanol hanya mengandung steroid/terpenoid, saponin.

Fraksi ekstrak rumput laut cokelat (*S. plagyophyllum*) dapat menghambat pertumbuhan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Fraksi etil asetat merupakan fraksi terbaik dalam menghambat aktivitas bakteri dengan rata-rata zona hambat paling tinggi dibandingkan fraksi lainnya yaitu $12,95 \pm 0,64$ mm pada bakteri *S. aureus* dan $10 \pm 0,14$ mm pada bakteri *E. coli*.

DAFTAR PUSTAKA

[KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2018. Memajukan akuakultur di Indonesia.

- <http://aquaculture-mai.org/archives1966>
[Internet]. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2020.
- Alamsyah, H. K., Ita, W., Agus, S. 2014. Aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut *Sargassum cinereum* (J. G. Agardh) dari perairan pulau panjang Jepara terhadap bakteri *E. coli* dan *S. epidermidis*. *Journal Of Marine Reasearch*. 3(2): 69-78.
- Asmarani, Amiruddin E., Sufiah A.M. 2017. Uji daya hambat fraksi rumput laut cokelat (*Sargassum* sp.) terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*. *Majalah Farmasi, Sains, dan Kesehatan*. 3(1): 10-14.
- Ayudin, S., A Ciltas, H. Yetim and I. Akyurt. 2005. Clinical, pathologi and haematological effect of micrococcus luteus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 4 (2): 167-174.
- Bahtiar. 2012. Studi bioteknologi dan dinamika populasi poka (*Batissa violacea* var. *celebensis* von martens, 1897) yang tereksplotasi sebagai dasar pengelolaan di Sungai Pohara Sulawesi Tenggara. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Bangol, E., Momuat. LI, Abidjulu, J. 2014. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan n-heksana dari daun rumput laut santa maria (*artemisia vulgaris* l.) pada minyak ikan. *Jurnal Ilmiah Sains*. 14(2): 129-135.
- Brown EM, Allsopp PJ, Magee PJ, Gill CI, Nitecki S, Strain CR, Mensorley EM. 2014. Seaweed and human health. *Nutrition Reviews*. 72(3): 215-216.
- Damongilala, L. J., Fitje, L., Verly, D. 2021. Aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut *Eucheuma spinosum* segar dari perairan Pulau Nain Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*. 21(1): 91-95.
- Dewi, I. D. A. D. Y., Astuti, K. W., Warditiani, N. K. 2013. Skrining fitokimia ekstrak etanol 95% kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Farmasi Udayana*. 2(3): 15-22.
- Dimara, L., Yenusi, T. N. B. 2011. Uji antibakteri dan antioksidan ekstrak pigmen klorofil rumput laut *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh. *J. Biol. Papua* 3(2), 53-58.
- Eom, S. H., Jae, H. P., Dae, U. Y., Ji, I. C., Jong, D. C., Nyung, S. L., Young, M. K. 2011. Antimicrobial activity of brown alga *Eisenia bicylics* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Fish Aquat Sci*. 14 (4): 251-256.
- Eso, A., Sufiah, A. M., Eka, R. 2019. Uji daya hambat fraksi n-heksana dan etil asetat rumput laut cokelat (*Sargassum* sp.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. 7(1): 1-9.
- Farouk, A.E., Faizal A.H.G. dan Ridzwan B.H. 2007. New bacterial species isolated from Malaysian sea cucumbers with optimized secreted antibacterial activity. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 3 (2): 60-65
- Firdiyani, F., Tri, W. A., Widodo, F. A. 2015. Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina platensis* segar dengan pelarut yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18 (1): 28-37.
- Fitriane, M. N. 2019. Kuantifikasi pigmen fotosintesis dan bioaktivitas rumput laut *Sargassum polycystm* yang dikoleksi dari Pulau Poteran, Madura. [ID] *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ganesan. P., Chandini. SK., Bhaskar. N. 2008. Antioxidant properties of methanol extract and its solvent fractions obtained from selected indian red seaweeds. *Bioresource Technology*. 99 (8): 2712-2723.
- Harborne, J. B. 1996. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terbitan Kedua. ITB. Bandung.
- Helmiyati, A.F. dan Nurrahman. 2010. Pengaruh Konsentrasi Tawas terhadap Pertumbuhan Bakteri Gram Positif dan Negatif. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 1(01): 1-6.
- J. M. Andrews and R. A. Howe. 2011 "BSAC Standardized Disc Susceptibility Testing Method (Version 10), *Journal Antimicrob Chemother*, 66. 2726-2757.
- Kandhasamy M., Arunachalam K.D. 2008. *Evaluation of in vitro antibacterial property of seaweeds of southeast coast of India*.
- Khoiriyah, S., Ahmad, H., Ghanaim, F. 2014. Uji fitokimia dan aktivitas antibakteri fraksi etil asetat, kloroform dan petroleum eter ekstrak metanol alga coklat *Sargassum vulgare* dari Pantai Kapong Pamekasan Madura. *ALCHEMY*. 3(2): 133-144.

- Klien, A. Donald., John, P Harley., Lansing, M. Prescott. 1999. *Microbiology Tourth Edition*. WCB. MC Grow-Hill, New York.
- Madduluri, Suresh, Rao, K. Babu, Sitaram, B. 2013. In vitro evaluation of antibacterial activity of five indegenious plants extract againts five bacterial phatogens of human. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2. 5(4): 679-684.
- Mukhtar, Y. W. 2013. Uji daya hambat ekstrak daun jati (*Tectons grandis*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aereus* ATCC 25923. [Skripsi], Kendari [ID]. Universitas Halu Uleo . Kendari.
- Naibaho, R. E. F. 2011. Uji Aktivitas antibakteri fraksi n-heksana, etil asetat dan etanol rumput laut coklat (*Sargassum polycystum* C. Agardh) terhadap bakteri *E. coli* dan *S aureus.*, Universitas Sumatera Utara, Medan, 13 hlm.
- Nasrudin, Wahyono, Mustofa, & Asmah, R. 2017. Hepatoprotective activity of ethyl acetate fraction of Senggugu's root bark (*Clerodendrum serratum* L. Moon) on rats induced by carbon tetrachloride. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 28(1), 10–18.
- Ningsih. D. R., Zufahir., Dwi, K. 2016. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Serta Uji aktivitas ekstrak daun sirsak sebagai antibakteri. *Molekul*. 11(1): 101-111.
- Nugrahani, R., Andayani, Y. Dan Hakim, A. 2016. Skrining fitokimia dari ekstrak buah buncis (*Phaseolus vulgaris* L) dalam sediaan serbuk. *J. PPIPA*. 2:93-103.
- Nuzul, P., Daniel L., & Septriyanto, D. 2018. Uji aktivitas antibakteri alga coklat *Padina* sp. dari pantai sorido biak terhadap bakteri *S. aureus* dan *Shigella dysenteriae*. *Pharmacy medical journal*.1(1): 16-25.
- Panjaitan, R. S., Fida, M. 2018. Aktivitas Antibakteri ekstrak lipid *Sargassum polycystum* terhadap *B. cereus* dan *S. aureus*. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*. Vol. 3(1): 29-39.
- Pelczar, M. J. dan Chan, E. C. S. 2005. Dasar-dasar Mikrobiologi 1, Alih bahasa: Hadioetomo, R. S., Imas, T., Tjitrosomo, S.S. dan Angka, S. L. Jakarta: UI Press.
- _____. 2007. Dasar-dasar Mikrobiologi 2. Jakarta: UI Press.
- Permatasari, G. A. A. A., Besung I. N. K. dan Mahatmi H. 2013. Daya hambat perasan daun sirsak terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli*. *Indonesia Medicus Veterinus*. Vol. 2 No. 2: 162-169.
- Prayoga, E. 2013. Perbandingan efek ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L) dengan metode difusi disk dan sumuran terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus*. [Tesis]. Jakarta [ID]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Putri, W. S., N.K. Warditiani, dan L.P.F. Larasanty. 2013. Skrining fitokimia ekstrak etil asetat kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). Jurusan Farmasi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana. Bali: 56-60.
- 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.
- Rajauria G, Ghannam NA. 2013. Isolation and partial characterization of bioactive fucoxanthin from *Himanthalia elongate* brown seaweed: a TLC-Based approach. *International Journal of Analytical Chemistry*. (2013): 1-6.
- Rijayanti. R. P. 2014. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun mangga bacang (*Mangifera foetida* L.) terhadap *S. aureus* secara in vitro. *Naskah Publikasi*. Universitas Tanjungpura.
- Riyanto, I.E., Widowati, I. dan Sabdono, A. 2013. Skrining aktivitas antibakteri pada ekstrak *Sargassum polycystum* terhadap bakteri *Vibrio Harveyi* dan *Micrococcus Luteus* Di Pulau Panjang Jepara. *J. of Marine Research*. 1: 155-121.
- Reapinam, E. 2007. Kajian Aktivitas Antimikroba Ekstrak Kulit Kayu Mesoyi (*Cryptocaria massoia*) Terhadap Bakteri Patogen dan Pembusuk Makanan. [Skripsi]. Bogor Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rosyidah, K., Nurmuhaimina, Komari, M.D. Astuti. 2010. Aktivitas antibakteri fraksi saponin dari kulit batang tumbuhan kasturi *Mangifera casturi*. *Bioscientiae*, 7 (2): 25-31.
- Sangi, M., Max, R. J. R., Henry, E. I. S., Veronica, M. A. M. 2008. Analisis fitokimia tumbuhan obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chem. Prog*. 1(1): 47-53.

- Selim, S. A. 2012. Antimicrobial, antiplasmodium and cytotoxicity potentials of marine algae *Halimeda opuntia* and *Sarconema filiforme* collected from red sea coast. World Academy of Science. *Engineering and Technology Journal* 2(1): 1154-1159.
- S. E. Natheer, C. Sekar, P. Amutharaj, M. S. A. Rahman, K. F. Khan. 2012. Evaluation of antibacterial activity of *Morindacitrifolia*, *Villextrifolia*, and *Chromolaena odorata*,” *African Journal Pharmacy and Pharmacology*, 6(11). 783-788
- Suharto, M. Agung Pratama., Hoesa Jaya Edy., Jovie M. Dumanauw. 2012. Isolasi dan identifikasi senyawa saponin dari ekstrak metanol batang pisang ambon (*Mussa paradisiaca* var. *sapientum* L) [Skripsi]. Manado [ID] Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sundu, R., Sapri, Handayani, F. 2018. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol umbi paku atai merah (*Angiopteris ferox copel*) terhadap *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Medical Sains*. 2 (2):75-82.
- Talaro, K.P., Marjorie K.C., Barry Chees. 2009. *Foundations in Microbiology*. 7th edition. Published by Mc. Graw-Hill. Inc.,1221. Avenue of Americas, New York. ISBN: 978-0-07-128445-5.
- Taofik, M., Yulianti, E., Barizi, A., Hayati, E. K. 2010. Isolasi dan identifikasi senyawa aktif ekstrak air daun paitan (*Thitonia diversifolia*) sebagai bahan insektisida botani untuk pengendalian hama tungau *Eriophyidae*. *Alchemy*. 2(1): 104-157.
- Utami, D. 2013. Potensi dari sampah laut rumput laut *Sargassum*. [Online]. www.kompas.com. diunduh pada 28 November 2020.
- Uthia, R., Arifin, H., & Efrianti, F. 2017. Pengaruh hasil fraksinasi ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) terhadap aktivitas susunan saraf pusat pada mencit putih jantan. *Farmasi Higea*, 9(1), 85-95.
- Widowati, I., A.B. Susanto, M. Puspita; V.S. Pouvreau, dan N. Bourgougnon. 2014. Potentiality of Using Spreading *Sargassum* Species from Indonesia as an Interesting Source of Antibacterial and Radical Scavenging. *IJMARCC. International Journal of Marine and Aquatic Resource Conservation and Co-existence*. 1 (1): 63-67.