

Zoochemical Analysis and Antibacterial Activity of Ethanolic Extract of Starfish, *Linckia laevigata*

(Analisis Zookimia dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bintang Laut, *Linckia laevigata*)

Christian Mengko¹, Rosita A.J. Lintang^{2*}, Fitje Losung², Esther D. Angkou², Markus T. Lasut²

¹Marine Science Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia

²Teaching Staff of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University Jl. Unsrat Bahu Campus, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia

*Corresponding author: rositalintang@unsrat.ac.id

Manuscript received: 18 Sept 2023. Revision accepted: 23 Oct. 2023.

Abstract

Starfish is one of the marine biota that produces bioactive compounds and has biological activity. The aims of this study were to determine the content of bioactive compounds and to test the antibacterial activity of the extract of the starfish *Linckia laevigata* against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria. Determination of the content of bioactive compounds was carried out by qualitative zoochemical analysis while the antibacterial test used the disc diffusion method. The results showed that the extract of the starfish *L. laevigata* has bioactive compounds from the alkaloid, triterpenoid, tannin, flavonoid, phenolic, and saponin groups. Inhibitory activity against *S. aureus* and *E. coli* based on the inhibition zone formed showed that *L. laevigata* starfish extract produced low antibacterial activity

Keywords : Starfish (*Linckia laevigata*), Zoochemistry, Antibacterial, Disc diffusion

Abstrak

Bintang laut merupakan salah satu biota laut yang memproduksi senyawa bioaktif dan memiliki aktivitas biologis. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kandungan senyawa bioaktif dan melakukan pengujian aktivitas antibakteri dari ekstrak bintang laut *Linckia laevigata* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Penentuan kandungan senyawa bioaktif dilakukan dengan analisis zookimia kualitatif sedangkan pengujian antibakteri menggunakan metode difusi cakram. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ekstrak bintang laut *L. laevigata* memiliki senyawa bioaktif dari golongan alkaloid, triterpenoid, tanin, flavonoid, fenolik, dan saponin. Aktivitas penghambatan terhadap *S. aureus* dan *E. coli* berdasarkan zona hambat yang terbentuk menunjukkan bahwa ekstrak bintang laut *L. laevigata* menghasilkan aktivitas antibakteri yang rendah

Kata kunci : Bintang Laut *Linckia laevigata*, Zookimia, Antibakteri, Difusi cakram.

PENDAHULUAN

Bintang laut merupakan salah satu spesies dari kelas Asteroidea dan merupakan kelompok dari Echinodermata yang memiliki struktur tubuh berbentuk seperti bintang berlegan 5. Bintang laut yang ada di dunia diperkirakan terdapat 1800 jenis, dimana di perairan Indonesia diperkirakan ada 400 species atau sebesar 22% dari jumlah total species bintang laut yang ada di dunia (Ernawati *dkk*, 2019). Bintang laut merupakan salah satu sumber

penghasil senyawa bioaktif dan diketahui memiliki komponen bioaktif yang terdiri dari alkaloid, steroid, flavonoid, saponin, ninihidrin. Senyawa aktif dari bintang laut telah diketahui memiliki aktivitas antioksidan (Lindongi *dkk*, 2021), antibakteri (Pieter *dkk*. 2017), antiinflamasi, antifungi (Rosdianti *dkk*, 2019 ; Seemaa & Shafreen, 2020).

Bintang laut merupakan salah satu spesies dari kelas Asteroidea dan merupakan kelompok dari Echinodermata yang memiliki struktur tubuh berbentuk

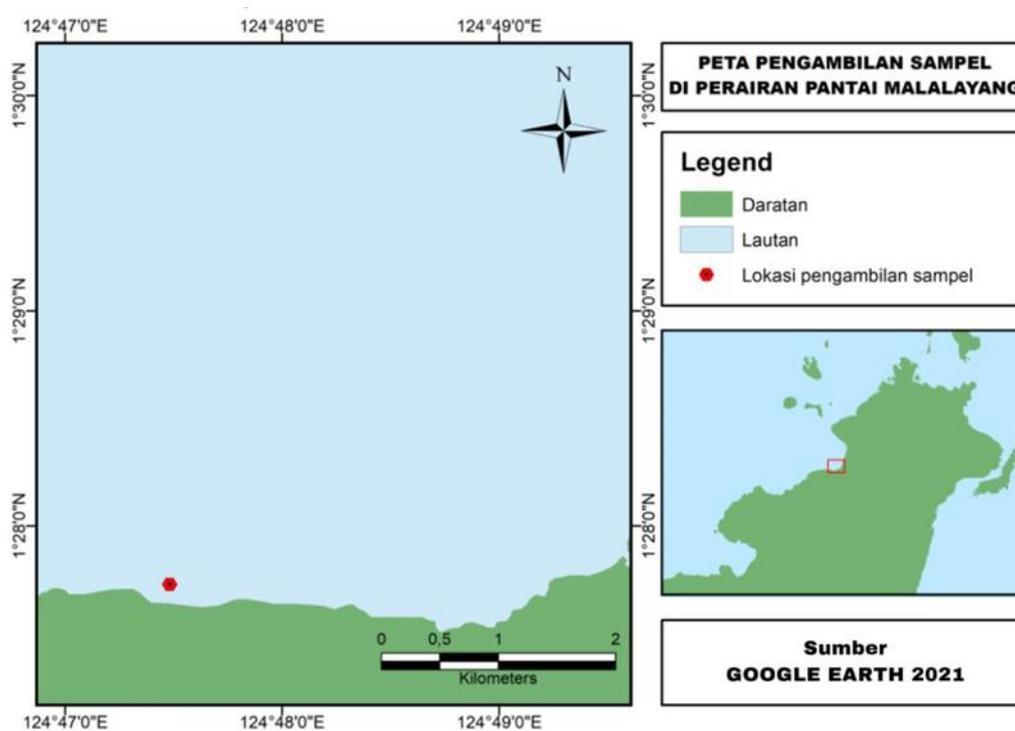
seperti bintang. Diperkirakan terdapat 1800 jenis bintang laut yang ada di dunia, dimana di perairan Indonesia diperkirakan ada 400 species atau sebesar 22% dari jumlah total species bintang laut yang ada di dunia (Ernawati dkk, 2019). Bintang laut merupakan salah satu sumber penghasil senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, saponin, triterpenoid (Walag, dkk. 2019 ; Tunny dkk. 2021). Senyawa aktif dari bintang laut ini telah diketahui memiliki aktivitas antioksidan (Lindongi dkk. 2022), antimikroba (Fitriana, 2010; Runtuwene, dkk 2017; Piter dkk. 2018), antiinflamasi, antifungi (Rosdianti, dkk.

2019; Seema & Shafreen, 2020) dan imunostimulator (Achmad dkk., 2014).

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Sampel bintang laut berasal dari Perairan Pantai Malalayang, Kecamatan Malalayang, Kota Manado Sulawesi Utara (Gambar 1). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Farmasitika Laut Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado, selama 6 bulan sejak bulan November 2022 sampai bulan April 2023.



Gambar 1. Peta Lokasi pengambilan sampel

Pengambilan dan Penanganan Sampel

Sampel bintang laut *L. laevigata* diambil menggunakan tangan lalu dicuci bersih dengan air mengalir untuk mengeluarkan kotoran atau pasir yang menempel selanjutnya dipotong kecil-kecil dan dikeringkan untuk menghilangkan kadar air.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu tabung reaksi, Erlenmeyer, corong pisah, cawan petri, kertas cakram, mikropipet, timbangan analitik, laminar air

flow, 1 set rotary vacuum evaporator, autoclave, freeze dryer, botol kaca kecil, mistar, oven, pinset, kertas saring, dan aluminium foil.

Bahan yang digunakan dalam penelitian selain sampel bintang laut *L. laevigata*, bakteri uji *S. aureus* dan *E. coli* juga pelarut Etanol 96%, akuades, nutrient agar (NA), nutrient broth (NB), agar dan kloramfenikol. Sedangkan reagen untuk uji fitokimia yang digunakan adalah pereaksi mayer, pereaksi dragendroff, pereaksi wagner, pereaksi Lieberman burchard, HCl

pekat, serbuk magnesium, H_2SO_4 , NaOH, Larutan $FeCl_3$ 1% dan $FeCl_3$ 5%.

Ekstraksi

Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi dingin dengan perbandingan sampel:pelarut adalah 1:3. Sebanyak 500 gram sampel ditempatkan dalam toples dan ditambahkan 1500 ml etanol 95%. Maserasi dilakukan selama 2x24 jam. Hasil dekantasi selanjutnya disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan filtrat dan ditampung dalam labu erlenmeyer. Filtrat yang sudah disaring dipisahkan dengan cara penguapan pada suhu $45^{\circ}C$ menggunakan *vacuum rotary evaporator* dan dilanjutkan dengan *freeze dry* untuk mendapatkan ekstrak kasar.

Analisis Zookimia

Analisis zookimia secara kualitatif dilakukan berdasarkan Harborne (1984) dan Sangi *dkk.* (2008) dengan beberapa modifikasi. Analisis zookimia dilakukan untuk mengetahui jenis senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak etanol/alkohol 95% bintang laut secara kualitatif. Uji zookimia ini meliputi pengujian alkaloid, flavonoid, fenolik, steroid, triterpenoid, saponin, dan tannin.

a. Pengujian Senyawa Alkaloid

Sebanyak 1 mg ekstrak dari masing-masing pelarut dilarutkan dalam beberapa tetes asam sulfat 2 N, dan dilakukan pengocokkan hingga terbentuk dua lapisan ; lapisan bagian atas diambil dan dipindahkan dalam tiga tabung reaksi dan ke dalam masing-masing tabung ditambahkan pereaksi-pereaksi Mayer, Dragendorff dan Wagner. Ekstrak dinyatakan positif mengandung senyawa alkaloid apabila terbentuk endapan putih kekuningan dengan pereaksi Mayer, endapan merah sampai jingga dengan pereaksi Dragendorff dan endapan coklat dengan pereaksi Wagner..

b. Pengujian Senyawa Triterpenoid dan Steroid

Sebanyak 1 ml ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 - 3 tetes asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat. Ekstrak dinyatakan positif

mengandung senyawa triterpenoid apabila terjadi perubahan warna menjadi merah, jingga atau ungu. Sementara itu, adanya kandungan steroid bila terjadi warna biru dan hijau

c. Pengujian Senyawa Tanin

Ekstrak sebanyak 1 ml diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 - 3 tetes larutan $FeCl_3$ 1%. Ekstrak dinyatakan positif mengandung senyawa tanin apabila terjadi warna hitam kebiruan atau hijau.

d. Pengujian Senyawa Flavonoid

Sebanyak 1 ml ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan HCl pekat. Ditambahkan juga 0,2 gram bubuk logam Mg. Ekstrak dinyatakan positif mengandung senyawa flavonoid apabila terjadi buih dalam intensitas yang banyak dan warna merah, kuning, atau jingga dalam waktu 3 menit.

e. Pengujian Senyawa Saponin

Ekstrak diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan akuades. Larutan tersebut dididihkan selama beberapa waktu, kemudian didinginkan. Setelah dingin, kocok kuat-kuat larutan, apabila terbentuk buih yang stabil selama 30 menit dan tidak hilang jika ditambahkan 1 tetes HCl 2N menandakan adanya kandungan senyawa saponin.

f. Pengujian Senyawa Fenolik

Identifikasi senyawa fenolik dilakukan dengan mengambil 1 ml ekstrak dari stok yang sudah disediakan sebelumnya dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ekstrak ditambahkan 2 - 3 tetes $FeCl_3$ 5% dan apabila terbentuk warna coklat orange menunjukkan kehadiran senyawa fenolik.

Pengujian Antibakteri Ekstrak Kasar Bintang Laut

Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada pengujian antibakteri, seperti tabung reaksi, erlenmeyer, cawan petri dan peralatan gelas lainnya dicuci terlebih dahulu kemudian dikeringkan. Setelah kering alat-alat tersebut dibungkus dengan kertas kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu $150^{\circ}C$ selama kurang

lebih 120 menit. Sedangkan untuk media yang digunakan, disterilkan dengan autoclave pada suhu 120° C selama kurang lebih 20 menit.

Pembuatan Media

Media cair yang akan digunakan dibuat dengan cara melarutkan nutrient broth sebanyak 1,3 gram ke dalam 100 ml air dalam erlenmeyer kemudian dipanaskan sampai benar-benar larut. Setelah itu, larutan media dibagi ke dalam 10 tabung dimana masing-masing tabung berisi 10 ml, disterilkan dengan autoclave selama 20 menit pada suhu 120° C. Setelah disterilkan, media didinginkan sehingga siap untuk digunakan sebagai media kultur bakteri. Pembuatan media padat dilakukan dengan cara yang sama dengan media cair dengan penambahan agar 2%.

Kultur Bakteri Uji

Sebanyak 200 µL suspensi dari kultur segar masing-masing bakteri yakni *E. coli* dan *S. aureus* diambil menggunakan mikropipet kemudian dimasukkan ke dalam tabung yang berisi media cair yang telah disiapkan sebelumnya dan diinkubasi selama 24 jam untuk digunakan dalam pengujian.



Gambar 2. Cara mengukur Zona Hambat Bakteri

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi *Linckia laevigata*

Individu bintang laut *L. laevigata* yang ditemukan di perairan pantai Malalayang memiliki ciri-ciri warna dasar biru cerah (Gambar 3), memiliki ukuran lengan sekitar 15-20 cm berukuran. Habitat *L. laevigata* ini berada pada daerah yang berkarang yang makanan utama berupa alga dan detritus. *L. laevigata* mempunyai daya regenerasi

Pembuatan Kontrol Positif dan Negatif

Kontrol positif dibuat sebagai kontrol terhadap metode yang bertujuan untuk memastikan metode yang dilakukan sudah benar atau tidak yang ditunjukkan dengan adanya zona hambat. Sedangkan Kontrol negatif dibuat untuk melihat ada atau tidaknya aktivitas pada pelarut. Kontrol positif menggunakan larutan antibiotik Kloramfenikol konsentrasi (1 mg/ml atau 1000 ppm) sedangkan kontrol negatif menggunakan larutan etanol 40%.

Pengujian Aktivitas Antibakteri

Pengujian antibakteri menggunakan metode difusi cakram (metode Kirby-Bauer). Kertas cakram (paper disk) yang digunakan berdiameter 6 mm dengan banyaknya ekstrak pada tiap kertas cakram adalah 30 µl. Kertas cakram yang telah mengandung ekstrak uji kemudian diletakkan pada permukaan media padat yang telah disiapkan sebelumnya lalu diinkubasi selama 1x24 jam. Pengamatan dilakukan terhadap ada tidaknya zona bening yang terbentuk disekitar kertas cakram yang menunjukkan adanya penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri uji. Diameter zona hambat diukur dalam satuan milimeter (mm) menggunakan mistar berskala (Gambar 2).

lengan yang sudah terpotong dan bagian tersebut akan menjadi individu baru.

Ekstraksi Senyawa *Linckia laevigata*

Proses ekstraksi dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol 96% yang dilakukan selama 2x24 jam dilanjutkan dengan pemekatan dengan evaporasi dan proses kering-beku (*freeze*

dry) sehingga menghasilkan ekstrak kasar pekat berwarna jingga (Gambar 4).

Perbandingan berat ekstrak dan berat sampel menghasilkan jumlah rendemen yang diperoleh adalah sebesar 4.92 % (Tabel 1). Rendemen adalah perbandingan

berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku. Nurhayati dkk, (2009) menyatakan bahwa nilai rendemen yang tinggi menunjukkan banyaknya komponen bioaktif yang terkandung di dalamnya.



Gambar 3. *Linckia laevigata*



Gambar 4. Preparasi dan Maserasi Sampel

Tabel 1. Rendemen dan ekstrak etanol *L. laevigata*

.Berat Sampel (gr)	Berat Ekstrak (gr)	Rendemen (%)
512	25,2	4,92

Ekstraksi sampel ini menggunakan pelarut etanol 96% yang termasuk golongan semipolar karena pelarut etanol dapat menyari hampir keseluruhan kandungan dalam sampel (simplisia) baik non polar, semi polar maupun polar. Pelarut ini bersifat selektif, ekonomis, tidak beracun, dan bersifat universal yang cocok untuk mengekstrak semua golongan

senyawa metabolit sekunder (Kristanti et al.,2008).

Analisis Zookimia Kualitatif

Skrining zookimia ekstrak etanol *L.laevigata* menunjukkan adanya senyawa bioaktif dari golongan alkaloid, triterpenoid, tanin, flavonoid, fenolik, dan saponin sementara steroid tidak terdeteksi. Kandungan senyawa kimia ekstrak

L.laevigata secara kualitatif disajikan pada Tabel 2 ; Gambar 5.

Tabel 4. Penutupan lamun dalam kuadran

No.	Jenis Senyawa	Metode Uji	Perubahan warna	Hasil
1.	Alkaloid	Pereaksi Mayer ($\text{HgCl}_2 + \text{KI}$)	Terbentuk Endapan putih/kuning	+
		Pereaksi Dragendorff ($\text{KI} + \text{B}_5\text{H}_9\text{N}_4\text{O}_{22}$)	Terbentuk Endapan jingga	+
		Pereaksi Wagner ($\text{I}_2 + \text{KI}$)	Terbentuk endapan krem	+
2.	Triterpenoid	Pereaksi Lieberman Burchard	Warna menjadi merah, jingga atau ungu	+
3.	Steroid		Tidak berubah	-
4.	Tanin	Pereaksi FeCl_3 1%	Warna agak kehijauan	+
5.	Flavonoid	Pereaksi HCl pekat + Mg	Buih dalam intensitas yang banyak dan warna merah, kuning, atau jingga	+
6.	Fenolik	Pereaksi FeCl_3 5%	Warna coklat orange	+
7.	Saponin	Pereaksi HCl + Akuades	Terbentuk buih yang stabil	+

Ket :
 (+) Mengandung senyawa
 (-) Tidak mengandung senyawa



Alkaloid Mayer



Alkaloid Dragendorff



Alkaloid Wagner



Triterpenoid



Steroid



Tanin



Gambar 5. Hasil Pengujian Zookimia Kualitatif ekstrak *L. laevigata*

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak *L. laevigata* mengandung senyawa bioaktif dari golongan alkaloid, triterpenoid, tanin, flavonoid, fenolik, dan saponin sedangkan steroid tidak terdeteksi padahal steroidal glikosid merupakan metabolisme utama dari bintang laut (Tarman et al, 2012). Walag et al (2019) memperlihatkan keberadaan alkaloid, flavonoid, saponin, triterpenoid sementara fenolik dan tannin tidak terdeteksi. Demikian juga yang diperoleh Tunny dkk (2021) yang mendeteksi adanya alkaloid, flavonoid dan saponin namun tidak terdeteksi adanya tanin. Alkaloid merupakan golongan senyawa yang mengandung nitrogen, memiliki berat molekul rendah dan ditemukan pada jaringan tumbuhan dan hewan (Akerina dkk., 2015). Pada pengujian kandungan Tanin menghasilkan warna agak kehijauan menunjukkan hasil yang positif. Pengujian fitokimia ekstrak kasar dari *L. laevigata* uji flavanoid mendapatkan hasil positif mengandung senyawa flavonoid.

Alkaloid, flavonoid dan saponin merupakan senyawa yang umumnya terdeteksi dimiliki oleh *L. Laevigata*. Alkaloid merupakan golongan senyawa yang mengandung nitrogen, memiliki berat molekul rendah dan ditemukan pada jaringan tumbuhan dan hewan (Akerina et al., 2015; Ningrum et al., 2016). Alkaloid memiliki efek dalam bidang kesehatan berupa antihipertensi dan antidiabetes melitus (Runtuwene, dkk 2017). Terbentuk

warna cokelat orange pada pengujian fenolik. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak bintang laut *L. laevigata* mengandung senyawa golongan fenolik (Rosdianti et al. (2019). Saponin merupakan senyawa polar yang bersifat larut dalam air dan etanol (Akerina et al., 2015). Terbentuknya buih yang stabil pada pengujian mengidentifikasi adanya senyawa golongan Saponin. Saponin yang diisolasi dari bintang laut *Anasterias minuta* memiliki kemampuan sebagai sitotoksik, hemolisis, antifungi, dan antiviral (Gama, 2015).

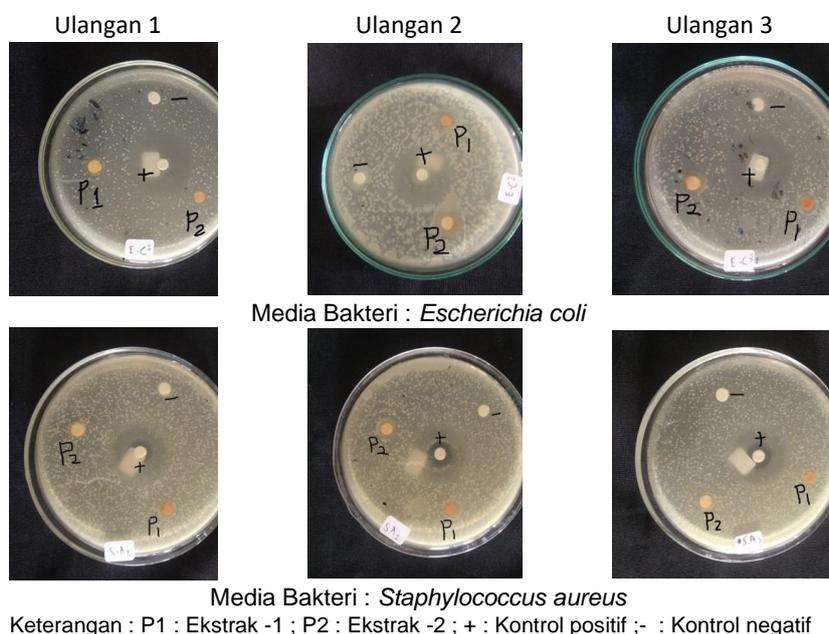
Uji Antibakteri Ekstrak *L. laevigata*

Aktivitas penghambatan ekstrak *L. laevigata* terhadap bakteri uji *S. aureus* dan *E. coli* ditampilkan pada Gambar 6 dan hasil pengukuran zona hambat yang terbentuk disajikan pada Tabel 4.

Besaran nilai rata-rata zona hambat diperoleh berkisar 6,5 mm – 6,6 mm untuk *E.coli* dan 6.3 mm untuk *S. Aureus*. Berdasarkan pengamatan terhadap aktivitas penghambatan dan zona hambat yang terbentuk menunjukkan bahwa ekstrak kasar *L. laevigata* asal perairan Malalayang nyaris tidak menghasilkan aktivitas antibakteri yang signifikan atau tergolong memiliki aktivitas antibakteri yang rendah. Runtuwene dkk. (2017) juga mendapatkan hasil aktivitas antibakteri yang juga rendah yakni 2,25 mm untuk bakteri *E. coli* dan 0,75 mm untuk *S. aureus*. Hasil yang berbeda diperoleh Piter dkk. (2019) yang menggunakan metode difusi dengan teknik sumur memperlihatkan

zona hambat yang lebih besar yaitu nilai rata-rata 10,87 mm. Adanya perbedaan aktivitas antibakteri ini kemungkinan dapat

disebabkan oleh perbedaan lokasi darimana organisme tersebut diambil dan metode yang digunakan.



Gambar 6. Hasil Pengujian Antibakteri Ekstrak *L.laevigata*

Tabel 3. Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat

Perlakuan	Bakteri Uji							
	<i>Escherichia coli</i>				<i>Staphylococcus aureus</i>			
	Ulangan				Ulangan			
	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	Rerata (mm)	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	Rerata (mm)
P1	6,25	6,5	6,75	6,5	6,25	6,5	6,25	6,33
P2	6,5	7	6,5	6,66	6,25	6,5	6,25	6,33
K +	10,5	10	10,5	10,33	9	8,75	9	8,91
K -	0	0	0	0	0	0	0	0

Ket :
 P1 : Ekstrak 1
 P2 : Ekstrak 2
 K + : Kontrol positif (*Chloramphenicol* 1.000 ppm)
 K - : Kontrol negatif (larutan etanol 40%)
 Banyaknya ekstrak dalam kertas cakram: 30 µl
 Diameter kertas cakram: 6 mm

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol bintang laut jenis *L. laevigata* memiliki kandungan senyawa metabolit dari golongan alkaloid, triterpenoid, tanin, flavonoid, fenolik, dan saponin namun aktivitas penghambatan terhadap *E. coli* dan *S. aureus* terdeteksi sangat lemah sehingga potensi sebagai antibakteri sangat rendah.

DAFTAR PUSTAKA

Akerina, F. O., Nurhayati, T., & Suwandy, R. (2015). Isolation and Characterization of Antibacterial Compounds from Sea Urchin. *JPHPI*, 18(1), 61-73.

Ernawati, N.W., I.W. Arthana. dan N.M. Ernawati. 2019. Kelimpahan keanekaragaman dan pertumbuhan alami bintang laut (Asteroidea)

- diperairan Pantai Semawang dan Pantai Samuh, Bali. *Current Trends in Aquatic Science II* (1), 46-53.
- Fitriana, N. 2010. Inventarisasi Bintang Laut (Echinodermata: Asteroidea) Di Pantai Pulau Pari, Kabupaten Adm. Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*. 3:167-174.
- Gama, R. A. 2015. Potensi Ekstrak Bintang Laut (*Culcita* Sp.) sebagai Antibakteri terhadap Bakteri Patogen *Staphylococcus aureus*. *J Agromed Unila*; 2 (2) :72-76
- Harborne. (1987). *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan* (II ed.). (K. Padmawinata, & I. Soediro, Trans.) Bandung: ITB..
- Kristanti, A. N., N.S. Aminah., M. Tanjung., B. Kurniadi. 2008. *Buku Ajar Fitokimia*. Unair Press, Surabaya
- Lindongi K.A, Sinjal C.A.L, Kemer K, Mangindaan R.E.P, Gerung G, & Longdong S (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Pada Asteroidea (*Linckia laevigata*) Dari Perairan Tongkaina Kecamatan Bunaken Kota Manado
- Mewengkang T.T, Lintang R.A.J, Losung F, Sumilat D.A, & Lumingas L.J.L. (2022). Identifikasi Senyawa Bioaktif Dan Pengujian Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daging Teripang *Holothuria (Halodeima) atra* Jaeger 1833 Asal Perairan Pantai Kalasey, Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax* 10 (2): 355-363
- Ningrum R, Purwanti, E., & Sukarsono. (2016). Identifikasi Senyawa Alkaloid Dari Batang Karamunting (*Rhodomytrus tomentosa*) Sebagai Bahan Ajar Biologi Untuk SMA Kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(3), 231-236
- Nurhayati, T, D. Aryanti, dan Nurjanah. 2009. Kajian Awal Potensi Ekstrak Spons Sebagai Antioksidan. *Jurnal Kelautan Nasional*. 2(2):43-51.
- Piter D, Angkouw E.D, & Losung F (2019). Potensi Antibakteri Bintang Laut Dari Perairan Pantai Kelurahan Tongkaina Manado. *Jurnal Pesisir Laut dan Laut Tropis*, Vol.7 No.3
- Rompas G, Lintang R.A.J, Sumilat D.A, Rumengan I.F.M, Ginting E.L, & Pangkey H (2022) Aktivitas Antibakteri dan Analisis Zookimia Ekstrak Bulu Babi *Diadema setosum* (Leske, 1778) Asal Perairan Aertembaga, Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax* 10 (2): 372-379
- Rosdianti S, Dimara L, Ayer P I L. 2019. Uji Efektifitas Antijamur Ekstrak Bintang Laut *Linckia laevigata* (Linnaeus, 1758) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Trichophyton* sp. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua Acropora*. Vol. 2 (2) : 55-62.
- Runtuwene, R. K., Wewengkang, D. S., Citraningtyas, G. 2017. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bintang Laut *Linckia laevigata* yang Diperoleh dari Teluk Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT* Vol. 6 (4) : 67-77
- Sangi, M., Runtunewe, M. R., Simbala, H. E., & Makang, V. E. (2008). Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chem. Prog.*, 1(1), 47-53.
- Seemaa S & Shafreen R.B. 2020. Investigation of potential antibiofilm properties of Antimicrobial Peptide (AMP) from *Linckia laevigata* against *Candida albicans*: An *in vitro* and *in vivo* study. *Process Biochemistry* 99 : 340–347.
- Supono 2012. Kelimpahan Dan Keragaman Echinodermata Di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol.4 No.1
- Tunny R, Pelu A.D & Salenus D.A. 2021. Uji Skrining Fitokimiadan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bintang Laut (Asteroidea) Jenis *Linckia laevigata* Terhadap Bakteri *Eschericia coli*. *Jurnal Kesehatan Amanah* Vol.5 (2) : 34-45.
- Walag A.M. P. Del Rosario R.M, Canencia O.P. 2019. Zoochemical Composition of Selected Sea Stars Collected from the Coastal Waters of Carmen, Agusan Del Norte, Philippines. *Asian J of Biological and Life Sciences*, Vol 8 (2): 53-62.