

Potensi Makroalga sebagai Zat Antifungi, Antibakteri, dan Antioksidan dalam Mendukung Pemanfaatan Sumber Daya Laut

Potential of Macroalgae as Antifungal, Antibacterial, and Antioxidant Substances in Supporting the Utilization of Marine Resources

Rizal Koen Asharo*, Nurul Assyifa Wardana, Ade La Yusup, Novia Lis Cahyati, Fauzan Adi Pratama, Hanna Luthfiyyah

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta

*email: rizalkoenasharo@unj.ac.id

Abstrak. Makroalga dikenal sebagai salah satu sumber daya laut yang jumlahnya cukup melimpah di Indonesia yang masih belum dimaksimalkan pemanfaatannya. Berdasarkan beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, beberapa makroalga seperti *Gracillaria* sp., *Halimeda* sp., *Padina* sp., *Sargassum* sp., dan *Turbinaria* sp. memiliki potensi sebagai sumber zat antifungi, antibakteri, dan antioksidan. Tujuan penelitian ini untuk menguji aktivitas antibakteri, antijamur dan antioksidan dari makroalga. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi peluang untuk memperluas pemanfaatan makroalga sesuai tujuan keempat belas SDGs, khususnya pada bidang medis. Metode pengujian antibakteri dan antifungi yang digunakan adalah metode difusi cakram. Sedangkan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) digunakan sebagai metode pengujian antioksidan. Metode analisis data penelitian berupa metode analisis deskriptif. Berdasarkan penelitian terdahulu, didapatkan hasil berupa kelima jenis makroalga yang digunakan memiliki diameter zona hambat di atas 2 mm. Jenis makroalga yang paling efektif menghambat bakteri *S. aureus* adalah *Turbinaria* sp., sedangkan *Gracillaria* sp. paling efektif menghambat bakteri *E. coli*. Berdasarkan uji antioksidan, diketahui bahwa *Gracillaria* sp. memiliki nilai IC_{50} sebesar $20,21 \pm 0,78$ $\mu\text{g/L}$. Berdasarkan pengujian antifungi, didapatkan hasil bahwa *Turbinaria* sp. dengan perlakuan suhu penyimpanan 20°C memiliki zat antifungi yang paling baik dari jenis *C. albicans* dengan diameter zona hambat sejumlah $14,30 \pm 0,50$ mm.

Kata Kunci: difusi cakram; DPPH; medis; nilai IC_{50} ; suhu penyimpanan

Abstract. Macroalgae is known as one of the abundant marine resources in Indonesia that has not been maximized. Based on some previous studies, some macroalgae such as *Gracillaria* sp., *Halimeda* sp., *Padina* sp., *Sargassum* sp., and *Turbinaria* sp. have potential as a source of antifungal, antibacterial, and antioxidant substances. The purpose of this study was to test the antibacterial, antifungal and antioxidant activities of macroalgae. This research is expected to be an opportunity to expand the utilization of macroalgae in accordance with the fourteenth goal of the SDGs, especially in the medical field. The antibacterial and antifungal testing method used is the disc diffusion method. While the antioxidant testing method used the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. The research data analysis method is descriptive analysis method. Based on previous research, the results obtained were that the five types of macroalgae used had an inhibition zone diameter above 2 mm. The type of macroalgae that most effectively inhibits *S. aureus* bacteria is *Turbinaria* sp., while the type of macroalgae that most effectively inhibits *E. coli* bacteria is *Gracillaria* sp.. Based on the antioxidant test, it is known that *Gracillaria* sp. has an IC_{50} value of 20.21 ± 0.78 $\mu\text{g/L}$. Based on antifungal testing, it was found that *Turbinaria* sp. with 20°C storage temperature treatment had the best antifungal substance from *C. albicans* with an inhibition zone diameter of 14.30 ± 0.50 mm.

Keywords: disc diffusion; DPPH; medical; IC_{50} value; storage temperature

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang terkenal dengan wilayah lautnya yang luas dan kaya akan sumber daya alam laut, termasuk makroalga yang mengandung berbagai jenis dan kadar bahan aktif yang dapat dimanfaatkan bagi kehidupan manusia (Nugraha *et al.*, 2023). Makroalga merupakan salah satu jenis tumbuhan laut yang akar, batang, dan daunnya tidak dapat dibedakan secara jelas secara morfologi (Sudhakar *et al.*, 2018). Seluruh tubuh makroalga hanya menyerupai batang semu yang disebut talus. Berdasarkan pigmen yang terkandung di dalamnya, makroalga

dapat dikelompokkan menjadi empat kelas utama, meliputi alga hijau (Chlorophyta), alga merah (Rhodophyta), alga coklat (Phaeophyta), dan alga pirang (Chrysophyta) (Bintarti *et al.*, 2023).

Makroalga dapat menjadi bahan baku penghasil senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai bahan baku obat alami, antara lain bersifat antibakteri, antivirus, antifungi, dan antioksidan (Silva *et al.*, 2020). Terdapat banyak penelitian yang telah mengkaji bahwa makroalga atau rumput laut besar mengandung senyawa bioaktif yang memiliki potensi sebagai obat alami. Berdasarkan hasil penelitian Safia *et al.* pada tahun 2020, senyawa bioaktif pada makroalga antara lain adalah alkaloid, fenol hidrokuinon, flavonoid, dan tanin. Sedangkan kandungan bioaktif rumput laut antara lain alkaloid, flavonoid, saponin, dan steroid.

Terdapat beberapa penelitian yang mengkaji dan menganalisis bioaktivitas makroalga berupa antibakteri, antifungi, dan antioksidan. Penelitian Rosemary *et al.* (2019) menemukan bahwa protein yang terkandung dalam makroalga memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan yang signifikan. Selain itu, penelitian lain juga menyoroti potensi dari *Sargassum crassifolium* sebagai zat antifungi (Triastinurmiatiningsih *et al.*, 2015). Dari beberapa penelitian tersebut, kami mencoba melakukan penelitian terkait pemanfaatan makroalga sebagai antibakteri, antijamur dan antioksidan.

Penelitian ini, kami mencoba menguji aktivitas antibakteri, antijamur dan antioksidan dari lima spesies makroalga yaitu *Halimeda* sp., *Gracilaria* sp., *Padina* sp., *Sargassum* sp., dan *Turbinaria* sp.. Kelima jenis makroalga tersebut terbilang masih sangat jarang untuk dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pengerjaan, diawali oleh pengambilan sampel, ekstraksi protein, uji tingkat efektivitas antibakteri dan antijamur, serta uji aktivitas antioksidan. Selain itu, riset ini juga dilakukan berdasarkan tujuan keempat belas dari *Sustainable Development Goals* (SDGs) berupa mengkonversi dan memanfaatkan sumber daya laut, samudra, dan maritim secara berkelanjutan untuk pembangunan yang berkelanjutan. Dengan adanya pemanfaatan mengenai potensi kandungan antibakteri, antifungi, dan antioksidan dari makroalga, diharapkan dapat memperluas pemahaman mengenai keanekaragaman hayati yang mampu menjadi solusi bagi berbagai masalah kesehatan dan lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Mikrobiologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta mulai dari bulan Agustus hingga November 2023. Penelitian dilakukan dalam lima tahap, yakni pembuatan ekstrak, analisis fitokimia ekstrak makroalga, persiapan media kultur untuk fungi dan bakteri, pengujian antibakteri, pengujian antioksidan, dan pengujian antifungi. Pembuatan ekstrak menggunakan metode maserasi, sebanyak 100 gram sampel makroalga direndam di dalam jar berisi 300 ml pelarut metanol, kemudian disimpan di suhu ruang 24°C selama 2x24 jam. Metode maserasi didasarkan oleh hasil penelitian Prasetya *et al.* (2020), yang menunjukkan penggunaan pelarut metanol dengan waktu 2x24 jam memiliki hasil paling baik. Sampel yang telah diuji kemudian dikenakan pada tiga metode yang berbeda, yaitu membekukan pada suhu -10°C selama 24 jam, memanaskan selama 1 jam pada suhu 70-80°C, dan mengeringkan dengan cara menjemur tanpa sinar matahari langsung selama 4 hari. Tujuan dilakukannya tiga perlakuan perendaman ini adalah untuk membandingkan tingkat konsentrasi ekstrak makroalga yang dihasilkan.

Pengujian kandungan alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin dilakukan serangkaian pengujian dengan menggunakan reagen atau pereaksi khusus, yaitu pereaksi Dragendorff, Mayer, dan Wagner. Uji alkaloid dilakukan dengan memasukkan ekstrak makroalga bersama dengan 0,5 mL HCl 2% ke dalam tabung reaksi. Kemudian dibagi menjadi dua tabung yang berbeda. (Sami *et al.*, 2019). Tabung pertama ditambahkan 2-3 tetes reagen Dragendorff, sementara tabung kedua ditambahkan 2-3 tetes pereaksi Mayer (Sami *et al.*, 2019). Jika terdapat endapan berwarna kekuningan setelah penambahan reagen, maka ekstrak tersebut mengandung alkaloid (Sami *et al.*, 2019). Hasil positif dari pereaksi Dragendorff ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna jingga, sedangkan hasil positif dari pereaksi Mayer menunjukkan terbentuknya endapan berwarna putih (Hasibuan *et al.*, 2020; Sulistyarni *et al.*, 2020).

Dalam pengujian kandungan flavonoid, campuran 2 ml sampel ekstrak dengan 2 ml air panas direbus selama 5 menit, lalu disaring. Kemudian, 5 ml filtrat dicampur dengan 0,05 mg serbuk Mg dan 1 ml HCl pekat, diikuti dengan pengocokan secara intensif. Hasil positif akan terindikasi oleh perubahan warna larutan menjadi merah, kuning, atau jingga (Sami *et al.*, 2019).

Untuk menguji terpenoid, ditambahkan 2 mL ekstrak ke dalam 1 ml kloroform dan 0,5 mL lasetat anhidrida, diikuti dengan 2 ml H₂SO₄. Jika hasilnya positif, maka akan terbentuk cincin merah pada batas kedua pelarut (Sami *et al.*, 2019). 1. Uji saponin dilakukan dengan menempatkan

ekstrak ke dalam tabung reaksi, diikuti dengan penambahan air dalam perbandingan 1:1 dan pengocokan selama 1 menit. Setelah terbentuk gelembung, tambahkan HCl 1N. Kandungan saponin ekstrak bernilai positif jika terbentuk gelembung setinggi 1-3 cm selama 10 menit. (Sami *et al.*, 2019).

Tahapan berikutnya adalah proses pembuatan media uji antibakteri dan antifungi. Langkah ini dimulai dengan peremajaan isolat bakteri dan isolat fungi yang akan diujikan. Peremajaan dilakukan dengan mengkulturkan kembali fungi *Candida albicans* hasil isolasi pada media PDA segar dengan posisi miring dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam (Octavia & Fadila, 2018). Begitupun untuk isolat bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan cara menginokulasi satu ose dari stok murni ke dalam media NA baru dalam bentuk miring dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam (Sumampouw, 2018). Media kultur bakteri yang digunakan adalah media NA. Pada tahap awal, setelah media telah mengeras, lima pencadang baja ditanam pada lapisan dasar dengan jarak yang ditentukan untuk mencegah adanya tumpukan di daerah pengamatan. Selanjutnya, dituangkan 25 mL media NA pada setiap cawan Petri yang diletakkan di atas pencadang sebagai lapisan kedua (Nurhamidin *et al.*, 2021). Media yang dipergunakan untuk kultur fungi adalah PDA dengan penggunaan kertas cakram yang terbuat dari kertas saring Whatman berdiameter 6 mm. Kertas cakram tersebut kemudian direndam dalam campuran uji yang telah dikeringkan selama 1 jam pada suhu 37°C. Selanjutnya, sebanyak 20 ml campuran uji ditambahkan ke dalam agar dan diinkubasi pada permukaan agar selama kurang lebih 24 jam untuk merangsang pertumbuhan fungi (Triastinurmiatiningsih *et al.*, 2015).

Setelah mengetahui kandungan zat yang terdapat pada ekstrak makroalga, selanjutnya dilakukan pengujian kemampuan antibakteri dan antifungi ekstrak makroalga pada setiap media kultur bakteri dan fungi yang telah disiapkan menggunakan metode difusi cakram. Pengujian antibakteri dilakukan dengan cara melakukan inokulasi suspensi bakteri yang telah terhomogenisasi. Media yang telah diinokulasi bakteri kemudian dituangkan ke dalam cawan petri hingga media tersebut memadat. Cawan petri kemudian diberi label dengan sampel yang telah ditentukan konsentrasinya. Cakram kertas yang direndam dalam ekstrak makroalga ditempatkan di atas media yang diinokulasi bakteri, lalu cawan petri ditutup dan dilapisi plastic seal dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, dan diukur diameter zona hambatnya (Triastinurmiatiningsih *et al.*, 2015).

Hal serupa juga dilakukan terhadap pengujian antifungi. Uji antifungi pada makroalga diawali dengan proses inokulasi fungi yang diujikan, yaitu *Candida albicans*, pada media agar PDA (*Potatoes Dextro Agar*). Selanjutnya, kertas cakram yang mengandung ekstrak makroalga berukuran 6 mm diletakkan di atas media agar PDA. Setelah itu, cawan Petri ditutup dan dibungkus menggunakan *plastic seal* dan disimpan dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam (Triastinurmiatiningsih *et al.*, 2015).

Pengujian antioksidan pada makroalga dimulai dengan pembuatan larutan DPPH. Bubuk DPPH seberat 0,01577 gram ditimbang dan dilarutkan dalam etanol, kemudian diencerkan dengan metanol hingga mencapai volume 100 ml dalam labu ukur. Selanjutnya, dilakukan pengukuran absorbansi larutan blanko DPPH dengan menambahkan 1 ml larutan DPPH ke dalam metanol hingga mencapai volume 5 mL. Absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515 nm. Setelah itu, dilakukan ekstraksi menggunakan metanol, etil asetat dengan variasi konsentrasi 100, 200, 300, 400, dan 500 µg/ml, serta ekstrak n-heksana dengan konsentrasi 200, 400, 600, 800, dan 1000 µg/ml. Masing-masing konsentrasi ekstrak ditambahkan 1 ml, dicampur dengan 1 ml larutan pereaksi DPPH, dan diencerkan dengan metanol hingga mencapai volume 5 ml dalam labu ukur.

Selanjutnya, campuran tersebut dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit, kemudian diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515 nm (Sami *et al.*, 2019). Pembuatan variasi ekstrak metanol, etil asetat, dan n-heksana dengan berbagai konsentrasi dilakukan untuk menentukan kurva standar sehingga dapat ditentukan nilai IC₅₀ paling baik berdasarkan suhu penyimpanan ekstrak. Senyawa kimia secara khusus dinyatakan bersifat antioksidan yang sangat kuat apabila memiliki nilai IC₅₀ kurang dari 50 µg/mL, sifat yang kuat untuk nilai 50-100 µg/mL, sifat yang sedang untuk nilai 101-150 µg/mL, dan sifat yang lemah apabila nilainya 151-200 µg/mL (Mardawati *et al.*, 2008). Jika didapatkan nilai IC₅₀ kisaran 200-1000 ppm, maka senyawa tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang kurang tetapi masih mempunyai potensi sifat antioksidan (Brand-Williams, 1995).

Data uji antibakteri, antijamur, dan antioksidan dianalisis menggunakan analisis deskriptif. Analisis deskriptif yang dimaksud merupakan penjelasan berdasarkan hasil pengukuran suatu tes yang dilakukan.

HASIL

Pengujian fitokimia merupakan jenis pengujian pertama yang dilakukan pada penelitian ini. Dari kelima jenis makroalga yang telah berhasil diidentifikasi, semuanya mengandung fitokimia jenis flavonoid, saponin, dan terpenoid. Namun pada *Gracillaria* sp. dan *Sargassum* sp. tidak ditemukan fitokimia jenis alkaloid. Alkaloid hanya ditemukan pada makroalga *Turbinaria* sp., *Padina* sp., dan *Halimeda* sp. Hasil dari pengujian fitokimia yang menunjukkan kelima makroalga memiliki kandungan fitokimia berupa flavonoid, saponin, dan terpenoid. Sedangkan senyawa alkaloid hanya ditemui pada ekstrak makroalga *Turbinaria* sp., *Padina* sp., dan *Halimeda* sp.. Hasil dari kelima jenis makroalga dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji fitokimia makroalga

Jenis Alga	Flavonoid	Saponin	Terpenoid	Alkaloid
<i>Gracillaria</i> sp.	+	+	+	-
<i>Sargassum</i> sp.	+	+	+	-
<i>Turbinaria</i> sp.	+	+	+	+
<i>Padina</i> sp.	+	+	+	+
<i>Halimeda</i> sp.	+	+	+	+

Simbol (+) menunjukkan adanya senyawa tersebut, sedangkan simbol (-) menunjukkan tidak adanya senyawa tersebut.

Uji daya hambat pertumbuhan bakteri makroalga dilakukan dengan menghitung diameter zona hambat pada media yang telah diinkubasi. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, kelima jenis makroalga memiliki potensi sebagai antibakteri. Ekstrak *Turbinaria* sp. lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan nilai diameter zona hambat ada di kisaran 3 hingga 5 mm. Sedangkan ekstrak *Gracillaria* sp. lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dengan nilai diameter zona hambat ada di kisaran 12 hingga 14 mm. Hasil uji antibakteri dari kelima jenis ekstrak makroalga ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji antibakteri

Jenis Alga	Penyimpanan Ekstrak pada Suhu (°C)	Diameter Zona Hambat (mm)	
		<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>
<i>Gracillaria</i> sp.	20	2,50±0,50	14,03±0,15
	70	1,25±0,05	13,06±0,15
	-2	0,40±0,10	12,00±0,10
<i>Sargassum</i> sp.	20	4,86±0,58	2,10±0,30
	70	3,96±0,68	1,96±0,30
	-2	2,86±0,32	1,43±0,32
<i>Turbinaria</i> sp.	20	5,03±0,66	5,23±0,30
	70	4,00±0,52	4,13±0,50
	-2	3,16±0,66	3,16±0,25
<i>Padina</i> sp.	20	4,20±0,65	5,83±0,15
	70	3,16±0,35	5,26±0,21
	-2	3,03±0,47	4,13±0,20
<i>Halimeda</i> sp.	20	4,03±0,15	4,46±0,21
	70	3,40±0,43	4,13±0,21
	-2	2,06±0,15	3,43±0,47

Selanjutnya dilakukan pengujian antioksidan menggunakan larutan DPPH. Berdasarkan pengujian antioksidan, dapat diketahui bahwa ekstrak makroalga *Gracillaria* sp. memiliki tingkat efektivitas yang tinggi dalam uji antioksidan karena menunjukkan hasil nilai IC₅₀ kurang dari 50 µg/mL. Nilai IC₅₀ menunjukkan konsentrasi contoh larutan yang diperlukan dalam menghambat radikal bebas DPPH sebanyak 50%. Jika nilai IC₅₀ semakin rendah maka sifat antioksidan pada senyawa tersebut semakin kuat untuk menapis radikal bebas. Hasil uji antioksidan pada kelima jenis makroalga dapat dilihat pada hasil yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji antioksidan

Jenis Alga	Penyimpanan Ekstrak pada Suhu (°C)	Nilai IC ₅₀ (µg/mL)
<i>Gracillaria</i> sp.	20	20,21±0,78
	70	27,67±6,14
	-2	39,75±0,69
<i>Sargassum</i> sp.	20	252,59±32,18
	70	239,21±0,90
	-2	249,61±0,73
<i>Turbinaria</i> sp.	20	369,40±25,89
	70	349,70±1,47
	-2	419,96±1,26
<i>Padina</i> sp.	20	355,68±7,04
	70	362,34±6,89
	-2	375,06±6,45
<i>Halimeda</i> sp.	20	144,09±1,61
	70	143,93±1,34
	-2	159,54±0,93

Pengujian terakhir yang dilakukan adalah uji antifungi melalui perhitungan diameter zona hambat. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, kelima jenis makroalga memiliki potensi sebagai antifungi. Pada isolat *Candida albicans*, dapat diketahui hasil berupa ekstrak *Turbinaria* sp. memiliki efektivitas yang lebih tinggi dari jenis ekstrak makroalga lainnya dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans* yakni dengan nilai diameter zona hambat berkisar pada 12 hingga 14 mm. Hasil pengukuran diameter zona hambat pada media dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji antifungi

Jenis Alga	Penyimpanan Ekstrak pada Suhu (°C)	Diameter Zona Hambat pada <i>C. albicans</i> (mm)
<i>Gracillaria</i> sp.	20	10,9±0,40
	70	10,16±0,45
	-2	9,13±0,30
<i>Sargassum</i> sp.	20	7,73±0,96
	70	9,20±0,26
	-2	7,06±0,25
<i>Turbinaria</i> sp.	20	14,30±0,50
	70	13,06±0,15
	-2	12,33±0,37
<i>Padina</i> sp.	20	13,00±0,26
	70	12,03±0,47
	-2	10,9±0,40
<i>Halimeda</i> sp.	20	9,23±0,56
	70	8,23±0,30
	-2	7,26±0,71

PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan menguji ada tidaknya kandungan fitokimia dalam kelima jenis makroalga yang diujikan. Fitokimia adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan metabolisme sekunder yang terjadi dalam suatu organisme (Erviani et al. 2019). Mengetahui potensi kandungan dari senyawa kimia pada makroalga, dilakukan beberapa uji yang meliputi uji alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin. Tahap ini perlu dilakukan untuk mengetahui senyawa-senyawa yang akan berperan sebagai antibakteri, antifungi, dan antioksidan. Berdasarkan hasil pengujian,

kelima jenis makroalga, yaitu *Gracillaria* sp., *Sargassum* sp., *Turbinaria* sp., *Padina* sp., dan *Halimeda* sp. positif mengandung flavonoid, saponin, dan terpenoid. Sedangkan kandungan alkaloid hanya dimiliki oleh makroalga jenis *Turbinaria* sp., *Padina* sp., dan *Halimeda* sp..

Setelah mengetahui kandungan fitokimia, penelitian ini dilanjutkan dengan melakukan uji antibakteri untuk mengevaluasi efek antibakteri dari ekstrak lima jenis makroalga terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kelima jenis makroalga tersebut memiliki zona hambat dengan diameter yang bervariasi. Berdasarkan hasil uji antibakteri, ditemukan bahwa ekstrak *Turbinaria* sp. yang disimpan pada suhu 20°C memiliki zona hambat dengan diameter yang lebih besar dibandingkan dengan ekstrak makroalga lainnya. Dalam penelitian ini, ekstrak *Turbinaria* sp. terbukti lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. (Kosasi *et al.*, 2019). Ekstrak *Turbinaria* sp. mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri karena mengandung neophytadiene yang dapat menghambat pertumbuhan sel bakteri sehingga pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Bhowmick *et al.*, 2020). Hal ini sejalan dengan penelitian Moubayed *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa *Turbinaria* sp. memiliki aktivitas antibakteri, terutama terhadap bakteri Gram positif. Ekstrak makroalga yang lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* adalah ekstrak makroalga *Gracillaria* sp. (Dayuti, 2018; Kaimudin & Manduapessy, 2020). Kemampuan ekstrak makroalga dalam menghambat pertumbuhan bakteri disebabkan karena adanya senyawa-senyawa fenolik, misalnya senyawa flavonoid yang ditemukan di semua jenis makroalga yang diuji (Tabel 1). Menurut Nahrul *et al.* (2022), Flavonoid memiliki peran sebagai agen antibakteri melalui mekanisme yang melibatkan pembentukan senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler bakteri. Mekanisme ini dapat menyebabkan kerusakan pada membran sel bakteri, mengakibatkan lisis sel, pelepasan komponen intraseluler, dan akhirnya menyebabkan kematian sel.

Selain flavonoid, senyawa fenolik lainnya seperti saponin, alkaloid, dan terpenoid memiliki dampaknya masing-masing terhadap pertumbuhan bakteri. saponin memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara merusak struktur membran sel bakteri sehingga pertumbuhannya menjadi terhambat atau terhenti sama sekali (Zhao *et al.*, 2020). Sedangkan untuk alkaloid, belum ditemukan mekanisme spesifik yang dapat mempengaruhi penghambatan pertumbuhan bakteri (Casciaro *et al.*, 2020). Senyawa terpenoid memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengganggu proses sintesis asam lemak dalam bakteri (Sharma *et al.*, 2020).

Uji antioksidan dilakukan dengan menggunakan larutan DPPH dan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515 nm. Spektrofotometer ini digunakan untuk mengamati serapan DPPH pada campuran ekstrak metanol, ekstrak etil asetat, dan ekstrak n-heksana (Kamoda *et al.*, 2021). Menurut Baliyan *et al.* (2022), DPPH merupakan suatu senyawa radikal bebas yang sering digunakan untuk menguji kemampuan suatu senyawa dalam berperan sebagai antioksidan, yang berfungsi untuk menetralkan radikal bebas di dalam sel dengan cara mencegah, menghentikan, atau mengontrol proses oksidasi yang melibatkan radikal bebas sebagai substratnya (Munteanu & Apetrei, 2021; Zeb, 2020). Berdasarkan uji antioksidan, diketahui bahwa kelima alga tersebut memiliki daya antioksidan yang beragam. Penentuan standar daya antioksidan tersebut dilakukan melalui metode DPPH. Hasil menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan terendah terdapat pada *Padina* sp. yang memiliki nilai IC₅₀ sebesar 375,06±6,45 µg/L, sedangkan hasil pengukuran yang menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan paling baik dan tergolong aktivitas sangat kuat terdapat pada ekstrak etanol *Gracillaria* sp. yang memiliki nilai IC₅₀ sebesar 20,21±0,78 µg/L dengan perlakuan hanya pada suhu ruang dibandingkan saat dipanaskan maupun didinginkan. Sejalan dengan Anggraini *et al.* (2023), semakin rendah nilai IC₅₀ maka semakin besar kemampuan senyawa tersebut dalam bertindak sebagai antioksidan, begitu pula sebaliknya. Hal ini terjadi karena antioksidan memiliki kemampuan untuk menetralkan radikal bebas, sehingga semakin banyak antioksidan di dalam larutan, maka radikal bebas menjadi semakin sedikit. Sesuai dengan kandungan komponen bioaktifnya, ditemukan bahwa ekstrak etanol dari sampel yang diuji mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti alkaloid, senyawa fenolik, saponin, flavonoid, dan triterpenoid. Keberadaan komponen-komponen bioaktif tersebut memberikan potensi bagi ekstrak etanol untuk berperan sebagai antioksidan (Purwaningsih & Deskawati, 2020).

Senyawa alkaloid memiliki efek prooksidan yang mampu meningkatkan stress oksidatif dalam sel sehingga berperan sebagai zat antioksidan (Gjoirgieva *et al.*, 2023). Senyawa fenol bekerja sebagai zat antioksidan dengan menyumbangkan molekul hidrogennya ke radikal bebas sehingga bisa mengurangi kadar radikal bebas yang ada (Nagarajan *et al.*, 2020). Saponin dapat menjadi

senyawa antioksidan dikarenakan kemampuannya untuk menghambat reaksi radikal bebas (Irondi *et al.*, 2022). Flavonoid bekerja sebagai zat antioksidan dengan kemampuannya untuk berinteraksi dengan ROS (Reactive Oxygen Species) melalui cara menangkapnya atau mereduksinya (Speisky *et al.*, 2022). Sedangkan untuk aktivitas terpenoid sebagai antioksidan belum diketahui secara pasti.

Berdasarkan hasil uji antifungi yang dilakukan, ekstrak *Turbinaria* sp. ternyata mempunyai sifat antifungi. Penelitian yang dilakukan menunjukkan diameter zona hambat terbesar pada suhu penyimpanan 20°C dibandingkan dengan hasil pengukuran diameter zona hambat pada spesies alga dan suhu penyimpanan ekstrak lainnya. Diameter zona hambat ekstrak antifungi yang memiliki angka tertinggi adalah *Turbinaria* sp. dengan penyimpanan ekstrak pada suhu 20°C yang memiliki diameter 14,30±0,50 mm. Hal tersebut konsisten dengan temuan Ravichandran *et al.* (2020), *Turbinaria* sp. memiliki sifat antijamur yang baik terhadap fungi *Candida albicans*. Sedangkan untuk ekstrak alga yang memiliki zat antifungi paling sedikit adalah ekstrak *Sargassum* sp. dengan perlakuan penyimpanan ekstrak alga menggunakan suhu -2°C yaitu dengan diameter 7,06±0,25 mm.

Beberapa senyawa fenolik lainnya seperti flavonoid, saponin, alkaloid, dan terpenoid memiliki dampaknya masing-masing terhadap pertumbuhan fungi *Candida albicans*. Flavonoid dapat berinteraksi dengan membran sel fungi yang tersusun dari ergosterol dan mengganggu integritasnya sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan pada fungi (Susilawati *et al.*, 2023). Senyawa fenolik lainnya seperti saponin, alkaloid, dan terpenoid juga memiliki kemampuan untuk mengganggu membran sel fungi sehingga bisa menyebabkan penghambatan pertumbuhan fungi (Ramli *et al.*, 2022).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil yang diperoleh berupa ekstrak etanol *Gracilaria* sp. di depan. Ekstrak *Gracilaria* sp. mengandung antioksidan tertinggi dengan IC₅₀ sebesar 20,21 ± 0,78 µg/L. Selain itu pada uji antibakteri, ekstrak *Turbinaria* sp. dalam penelitian ini memiliki kemampuan yang lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Ekstrak makroalga dari jenis *Gracilaria* sp. memiliki keefektifan yang lebih tinggi daripada jenis ekstrak makroalga lainnya dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Sedangkan pada pengujian efektivitas antifungi, ekstrak *Turbinaria* sp. dengan perlakuan penyimpanan 20 °C memiliki zat antifungi yang paling baik karena memiliki diameter zona hambat sejumlah 14,30±0,50 mm. Kelima spesies makroalga yang digunakan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai zat antibakteri, antioksidan, dan antifungi yang beragam, sehingga kelimanya berpotensi dimanfaatkan, terutama dibidang medis, sesuai tujuan keempat belas SDGs.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini NPPC, YantiNPRD, Pratiwi KAP, & Udayani NNW. 2023. Uji Aktivitas Antioksidan Gummy Candy Ekstrak Daun Sirih Cina (*Peperomia pellucida* L. Kunth) dengan Metode DPPH. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(3): 436-446. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i3.22117>.
- Baliyan S, Mukherjee R, Priyadarshini A, Vibhuti A, Gupta A, Pandey RP, & Chang CM. 2022. Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemical Analysis of *Ficus religiosa*. *Molecules*, 27(4): 1326. <https://doi.org/10.3390/molecules27041326>.
- Bhowmick S, Mazumdar A, Moulick A, & Adam V. 2020. Algal metabolites: An inevitable substitute for antibiotics. *Biotechnology advances*, 43, 107571. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107571>.
- Bintarti TW, Wulan TD, Widyaswari MS, & Veterini L. 2023. Effect of extract gel of *Sargassum* sp. against histopathological of the number of fibroblast cells in the burn healing process. *Bali Medical Journal*, 12(3): 3265-3268. <https://doi.org/10.15562/bmj.v12i3.4398>.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, & Berset C. 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensmittelwissenschaft und Technologie. LWT-Food Science and Technology*, 28(10): 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
- Casciaro B, Mangiardi L, Cappiello F, Romeo I, Loffredo MR, Iazzetti A, & Quaglio D. 2020. Naturally-occurring alkaloids of plant origin as potential antimicrobials against antibiotic-resistant infections. *Molecules*, 25(16): 3619. <https://doi.org/10.3390/molecules25163619>.
- Dayuti S. 2018. Antibacterial activity of red algae (*Gracilaria verrucosa*) extract against *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*. *IOP conference series: earth and environmental science*, 137(1), p. 012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/137/1/012074>.
- Erviani AE, Arif AR, & Nisa NF. 2019. Analisis rendemen dan skrining fitokimia ekstrak cacing laut *Eunice sicilensis*. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 10(1): 1-7. <https://doi.org/10.20956/jal.v10i1.6152>.

- Gjorgieva AD, Maksimova V, Smilkov K, Buttari B, Arese M, & Saso L. 2023. Alkaloids as natural NRF2 inhibitors: Chemoprevention and cytotoxic action in Cancer. *Pharmaceuticals*, 16(6): 850. <https://doi.org/10.3390/ph16060850>.
- Hasibuan AS, Edrianto V, & Purba N. 2020. Skrining fitokimia ekstrak etanol umbi bawang merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Farmasimed (JFM)*, 2(2): 45-49. <https://doi.org/10.35451/jfm.v2i2.357>.
- Ironi EA, Adewuyi AE, & Aroyehun TM. 2022. Effect of endogenous lipids and proteins on the antioxidant, in vitro starch digestibility, and pasting properties of sorghum flour. *Frontiers in Nutrition*, 8, 809330. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.809330>.
- Kaimudin M, & Manduapessy KR. 2020. Potential of Seaweed *Gracilaria* sp. As inhibitors of *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* and *Staphylococcus aureus*. *IOP conference series: earth and environmental science*, 517(1), p. 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/517/1/012020>.
- Kamoda AP, Nindatu M, Kusadhiani I, Astuty E, Rahawarin H, & Asmin E. 2021. Uji Aktivitas Antioksidan Alga Cokelat *Sargassum* sp. dengan metode 1,1-difenil-2-pikrihidrasil (DPPH). *PAMERI: Pattimura Medical Riview*, 3(1): 60-72. <https://doi.org/10.30598/pamerivol3issue1page60-72>.
- Kosasi C, Lolo WA, & Sudewi S. 2019. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri yang Berasosiasi dengan Alga *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh serta Identifikasi secara Biokimia. *Pharmacon*, 8(2): 351-359. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29301>.
- Mardawati ECS, Achyar M, & Herlina. 2008. Kajian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L) dalam Rangka Pemanfaatan Limbah Kulit Manggis di Kecamatan Puspahiang Kabupaten Tasikmalaya. *TEKNOTAN: Jurnal Industri Teknologi Pertanian Universitas Padjajaran*, 2(3). <https://jurnal.unpad.ac.id/teknotan/article/view/4888>.
- Moubayed NM, Al Houry HJ, & Bukhari SI. 2022. *Turbinaria ornata* and its associated epiphytic *Bacillus* sp. A promising molecule supplier to discover new natural product approaches. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4): 2532-2540. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.12.041>.
- Munteanu IG, & Apetrei C. 2021. Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7): 3380. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>.
- Nagarajan S, Nagarajan R, Kumar J, Salemme A, Togna AR, Saso L, & Bruno F. 2020. Antioxidant activity of synthetic polymers of phenolic compounds. *Polymers*, 12(8): 1646. <https://doi.org/10.3390/polym12081646>.
- Nahrul NH, Rachmayanti AS, & Masaenah E. 2022. Antibacterial Activity Test of Meniran Herb Extract (*Phyllanthus niruri* L.) against *Staphylococcus epidermidis* and *Klebsiella pneumoniae*. *Science Midwifery*, 10(5): 3876-3885. <https://doi.org/10.35335/midwifery.v10i5.927>.
- Nathaniel S, Fatima A, Fatima R, Ijaz N, Saeed N, Shafqat A, & Leghari L. 2019. Phytochemical study of acetone solvent extract of Coriander sativum. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(6): 136-140. <http://s-o-i.org/1.15/ijarbs-2016-3-5-28>.
- Nugraha AS, Firlil LN, Rani DM, Hidayatiningsih A, Lestari ND, Wongso H, & Keller PA. 2023. Indonesian marine and its medicinal contribution. *Natural Products and Bioprospecting*, 13(1): 38. <https://doi.org/10.1007/s13659-023-00403-1>.
- Nurhamidin AP, Fatimawali F, & Antasionasti I. 2021. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak N-heksan Biji Buah Langsung (*Lansium domesticum* Corr.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae*. *PHARMACON*. 10(1): 748-755. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.32772>.
- Octaviani M, & Fadila F. 2018. Uji aktivitas antijamur sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap jamur *Candida albicans*. *Jurnal Katalisator*, 3(2): 125-133. <http://doi.org/10.22216/jk.v3i2.3309>.
- Prasetya IWGA, Putra GG, & Wrasiasi LP. 2020. Pengaruh jenis pelarut dan waktu maserasi terhadap ekstrak kulit biji kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai sumber antioksidan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(1): 150-159. <http://dx.doi.org/10.24843/JRMA.2020.v08.i01.p15>.
- Purwaningsih S, & Deskawati E. 2020. Karakteristik dan aktivitas antioksidan rumput laut *Gracilaria* sp. asal Banten. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3): 503-512. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.32808>.
- Ramli NW, Zain WZWM, Ab Wahab MZ, Hamid N, Abdullah NA, & Zamanhuri N. 2022. Phytochemical Screening, Antioxidant and Antifungal Activity of Methanolic Extract of *Fimbristylis dichotoma* and *Fimbristylis miliacea*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1059(1), p. 012080. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1059/1/012080>.
- Ravichandran V, Manivasakan S, Livingstone DW, & Albert JR. 2020. Antifungal Property of Denture Cleansers and *Turbinaria conoides* Against *Candida albicans*: a Review Article. *Journal of scientific dentistry*, 10(2): 52. <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10083-0927>.
- Rosemary T, Arulkumar A, Paramasivam S, Mondragon-Portocarrero A, & Miranda JM. 2019. Biochemical, Micronutrient and Physicochemical Properties of the Dried Red Seaweeds *Gracilaria edulis* and *Gracilaria corticata*. *Molecules*, 24(12): 2225. <https://doi.org/10.3390/molecules24122225>.
- Safia W, Budiyaniti M, & Musrif M. 2020. Kandungan Nutrisi dan Senyawa Bioaktif Rumput Laut (*Euchema cottonii*) yang Dibudidayakan dengan Teknik Rakit Gantung pada Kedalaman Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 23(2): 261-271. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i2.29460>.

- Sami FJ, Soekamto NH, Firdaus F, & Latip J. 2019. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Alga Coklat *Sargassum polycystum* dan *Turbinaria deccurens* Asal Pulau Dutungan Sulawesi Selatan terhadap Radikal DPPH. *Jurnal Kimia Riset*, 4(1): 1- 6. <https://doi.org/10.20473/jkr.v4i1.10903>.
- Sharma A, Biharee A, Kumar A, & Jaitak V. 2020. Antimicrobial terpenoids as a potential substitute in overcoming antimicrobial resistance. *Current Drug Targets*, 21(14): 1476-1494. <https://doi.org/10.2174/1389450121666200520103427>.
- Sudhakar K, Mamat R, Samykan M, Azmi WH, Ishak WFW, & Yusaf T. 2018. An overview of marine macroalgae as bioresource. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91: 165-179. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.100>.
- Sumampouw OJ, 2018. The antibiotics sensitivity test on *Escherichia coli* that cause diarrhea in Manado City. *JCPS (Journal of Current Pharmaceutical Sciences)*, 2(1): 104-110. <https://www.journal.umbjm.ac.id/index.php/jcps/article/view/171>.
- Speisky H, Shahidi F, Costa de Camargo A, & Fuentes J. 2022. Revisiting the oxidation of flavonoids: Loss, conservation or enhancement of their antioxidant properties. *Antioxidants*, 11(1): 133. <https://doi.org/10.3390/antiox11010133>.
- Sulistiyarini I, Sari D A, & Wicaksono TA. 2020. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Batang Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Cendekia Eksakta*, 5(1): 56-62. <http://dx.doi.org/10.3194/ce.v5i1.3322>.
- Susilawati S, Anwar C, Saleh I, & Salni S. 2023. Flavonoid as anti-Candida agents. *IJFAC (Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry)*, 8(2): 88-97. <http://dx.doi.org/10.24845/ijfac.v8.i2.88>.
- Silva A, Silva SA, Lourenço-Lopes C, Jimenez-Lopez C, Carpena M, Gullón P, & Prieto MA. 2020. Antibacterial use of macroalgae compounds against foodborne pathogens. *Antibiotics*, 9(10): 712. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9100712>.
- Triastinurmiatiningsih, Yulianti R, & Sugiharti D. 2015. Uji Aktivitas *Sargassum crassifolium* sebagai Antifungi *Candida albicans*. *Ekologia*, 15(1): 22-28. <https://doi.org/10.33751/ekol.v15i1.207>.
- Zeb A. 2020. Concept, mechanism, & applications of phenolic antioxidants in foods. *Journal of Food Biochemistry*, 44(9), e13394. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13394>.
- Zhao Y, Su R, Zhang W, Yao GL, & Chen J. 2020. Antibacterial activity of tea saponin from *Camellia oleifera* shell by novel extraction method. *Industrial crops and products*, 153, 112604. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112604>.

Article History:

Received: 5 Februari 2023

Revised: 7 April 2024

Available online: 16 April 2024

Published: 31 Mei 2024

Authors:

Rizal Koen Asharo, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Jl. Rawamangun Muka, Jalan Rawamangun Muka Raya, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220, e-mail: rizalkoenasharo@unj.ac.id

Nurul Assyifa Wardana, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Jl. Rawamangun Muka, Jalan Rawamangun Muka Raya, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220, e-mail: nurulassyifawardana_1308621054@mhs.unj.ac.id

Ade La Yusup, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Jl. Rawamangun Muka, Jalan Rawamangun Muka Raya, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220, e-mail: adelayusup_1308621076@mhs.unj.ac.id

Novia Lis Cahyati, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Jl. Rawamangun Muka, Jalan Rawamangun Muka Raya, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220, e-mail: novialiscahyati_1308621038@mhs.unj.ac.id

Fauzan Adi Pratama, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Jl. Rawamangun Muka, Jalan Rawamangun Muka Raya, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220, e-mail: fauzanadipratama_1308622059@mhs.unj.ac.id

Hanna Luthfiyah, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Jl. Rawamangun Muka, Jalan Rawamangun Muka Raya, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220, e-mail: hannaluthfiyah_1308621044@mhs.unj.ac.id

How to cite this article:

Asharo RK, Wardana NA, Yusup AL, Cahyati NL, Pratama FA, Luthfiyah H, 2024. Potensi Makroalga sebagai Zat Antifungi, Antibakteri, dan Antioksidan dalam Mendukung Pemanfaatan Sumber Daya Laut. *LenteraBio*; 13(2): 270-278.