

Antibacterial Activity of Methanol Extract of *Sargassum polycystum* on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*

Mursal Ghazali^{1,2*}, Muhammad Zaki¹ dan Ernin Hidayati¹

¹Program Studi Biologi, FMIPA Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

²Pusat Unggulan Biosains dan Bioteknologi, FMIPA Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

Article History

Received : February 11th, 2021

Revised : February 13th, 2021

Accepted : February 15th, 2021

Published : February 18th, 2021

*Corresponding Author:

Mursal Ghazali,

Program Studi Biologi, FMIPA
Universitas Mataram, Mataram,
Indonesia

Email:

mursalghazali@unram.ac.id

Abstract: Macroalgae is a commodity that is used as food, medicine, fertilizer and other materials in industries. Macroalgae in the medical world have the potential to be anticancer, antiviral, antifungal and antibacterial. One type of macroalgae that has the potential as an antibacterial source is *Sargassum polycystum*. This study aims to analyze the ability of the methanol extract of *S. polycystum* to inhibit the growth of bacteria (*Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*) and analyze the potential compounds contained in the methanol extract of *S. polycystum*. This research is an experimental study using a completely randomized design. Extraction method by maceration. The test concentrations used were 20%, 40%, 60%, 80%, positive and negative control. While the test method uses a good diffusion method. Data were analyzed using description and SPSS application. The results showed that the methanol extract of *S. polycystum* had better inhibition against *S. aureus* growth than *E. coli*. The methanol extract concentration of *S. polycystum*, which had the best inhibition against *S. aureus* and *E. coli* was 80%. Metabolites content on *S. polycystum* extract is Tetradecanoic Acid, Loliolide; Hexadecanoic Acid, Methyl Ester, 9-Hexadecanoic Acid, Hexadecenoic Acid, 8-Octadecanoic, Methyl Ester, 5,8,11,14-Eicosatetraenoic Acid and Ethyl Ester.

Keywords: Effectiveness, Antibacterial, Metabolites, *S. polycystum*

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu pusat keanekaragaman hayati laut di kawasan Indo-pasifik (Gray, 1997). Salah satu keanekaragaman hayati yang melimpah di laut adalah makroalga atau yang sering dikenal sebagai rumput laut. Makroalga tersebar hampir di seluruh perairan yang ada di Indonesia termasuk perairan Pulau Lombok. Salah satu jenis makroalga yang memiliki sebaran tinggi adalah *Sargassum sp.* Makroalga ini tersebar di perairan Tanjung Aan, Kuta, Bangko-bangko, Gili Genting, Lab Pandan, Mentigi, Mawun, Teluk Are, Serewe, Malimbo, Ujung Mas, Gili Genting, Kecinan, dan Ekas.

Sargassum sp. memiliki senyawa metabolit yang digunakan pada berbagai industri diantaranya adalah sebagai bahan pembuat sabun, kapsul obat, tablet, salep, emulsifier, suspense, stabilizer (Kadi, 2005), Pupuk

(Sunarpi, *et al.*, 2020); (Sunarpi, *et al.*, 2020; Sunarpi *et al.*, 2021), sumber ZPT (Nikmatullah, 2014; Ansyarif, 2020). Di industri makanan sebagai bahan pembuat saus dan campuran mentega. Manfaat lainnya dalam industri fotografi, kertas, tekstil dan keramik. Di bidang kesehatan iodine digunakan sebagai obat pencegahan penyakit gondok (Kadi, 2005).

Khususnya dibidang mikrobiologi, beberapa peneliti melaporkan bahwa *Sargassum sp.* berpotensi mengendalikan bakteri penyebab penyakit infeksi (Rebecca *et al.*, 2012). Kemampuan antibakteri pada *Sargassum sp.* ini karena memiliki kandungan metabolit sekunder berupa senyawa alkaloid, steroid dan florotanin (Cahyaningrum *et al.*, 2016).

Salah satu spesies genus *Sargassum sp.* yang sering dijumpai tumbuh diperairan pulau Lombok adalah *Sargassum polycystum*. Potensi antibakteri *S. polycystum* perlu dikaji lebih mendalam untuk menangani penyakit infeksi. *E.*

coli dan *S. aureus* merupakan dua bakteri penyebab infeksi yang sering menjadi masalah di negara berkembang. Kelimpahan *S. polycystum* di wilayah perairan Lombok merupakan sumber daya yang dapat dikembangkan sebagai sumber senyawa antibakteri.

Bahan dan Metode

Ekstraksi Sampel

Sampel *S. polycystum* diambil dari perairan Pantai Batu Layar, Lombok Barat. Sampel hasil koleksi dibersihkan dengan air mengalir, ditiriskan, kemudian ditimbang untuk mendapatkan nilai berat basah. Proses selanjutnya adalah pengeringan pada suhu ruang selama 1 minggu. Sampel yang sudah kering ditimbang untuk mendapatkan nilai berat kering. Kemudian sampel kering diblender untuk dibuat serbuk (simplisia). Serbuk (simplisia) *S. polycystum* dilarutkan dalam metanol sambil sesekali diaduk. Metode maserasi yang digunakan mengacu pada Surahmaida dkk yang telah dimodifikasi (Surahmaida et al., 2019). Maserasi dilakukan selama 1x24 jam pada suhu ruang. Setelah itu disaring dengan kertas saring untuk mendapatkan filtrat metanol, selanjutnya filtrat dipisahkan antara zat terlarut dari pelarutnya dengan cara diuapkan menggunakan *rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak metanol. Konsentrasi ekstrak yang digunakan adalah 20%, 40%, 60% dan 80%. Konsentrasi tersebut dibuat dengan cara melarutkan ekstrak dengan aquades steril.

Uji In vitro

Medium yang digunakan untuk penelitian ini adalah medium Nutrient Agar (NA, Himeda). Pengujian bioaktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi agar sumuran yang telah dimodifikasi (Nurhayati et al., 2020). Sebanyak 0,5 mL bakteri uji disebarkan pada media uji, kemudian diratakan sampai memenuhi keseluruhan permukaan media uji. Pada media uji yang siap digunakan dibuat sebanyak 3 sumuran menggunakan *coke bor* berdiameter 6 mm. Pada setiap sumuran dipipetkan sebanyak 100 µL ekstrak dari tiap-tiap konsentrasi (20%, 40%, 60%, 80%, kontrol positif (antibiotik ciprofloxacin konsentrasi 0,1% dan Kontrol negatif) yang telah dibuat pada masing-masing cawan petri. Pengulangan

dilakukan sebanyak 3 kali. Setelah itu, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

Analisis fitokimia dengan Gas Cromatografi Mass Spectrofotometry (GC-MS)

Analisis fitokimia mengacu pada Surahmaida dkk (Surahmaida et al., 2019). Ekstrak metanol *S. polycystum* diambil sebanyak 2 mL, kemudian ekstrak tersebut dianalisis kandungan fitokimianya dengan menggunakan GC-MS. Analisis Fitokimia bertujuan untuk mengetahui senyawa-senyawa yang terkandung dalam ekstrak metanol *S. polycystum*.

Analisis Data

Adanya aktivitas antibakteri ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekeliling sumuran. Penghambatan pertumbuhan bakteri uji diukur dengan mengukur zona bening yang terbentuk sekitar sumuran. Diameter sumuran dihitung dengan menggunakan tendensi central yaitu pengukuran berdasarkan rata-rata zona bening. Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif untuk menjelaskan pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati. Selain itu, dilakukan uji statistik menggunakan *Univariate Analysis of Variance* (UNIANOVA) dengan aplikasi SPSS 22.0 untuk mengetahui perlakuan terbaik.

Hasil dan Pembahasan

Ekstrak Alga Cokelat *Sargassum polycystum*

Pada penelitian ini didapatkan sebanyak 500 gram sampel basah dan 87,721 gram sampel kering. Sampel kering yang diperoleh berbentuk kasar dan berwarna hitam (Tabel 1). Sampel kering yang diperoleh kemudian diekstraksi dengan menggunakan pelarut metanol. Karakteristik ekstrak yang diperoleh memiliki warna hitam pekat dan memiliki aroma yang sangat khas yaitu seperti aroma menyengat alga *Sargassum* yang dijemur. Ekstrak berbentuk cair memiliki tekstur tidak kental, lengket dan tidak mudah menempel pada dinding tabung penyimpanan. Warna ekstrak yang didapatkan berbeda dengan yang didapatkan (Pangestuti et al., 2017). Hasil ini kemungkinan disebabkan karena *Sargassum* yang digunakan pada penelitian ini lebih spesifik. Selain itu, perbedaan warna juga dapat disebabkan karena perbedaan ketebalan ekstrak yang dihasilkan. Pemilihan metode ekstraksi sangat menentukan kualitas

ekstrak yang dihasilkan. Penggunaan pelarut metanol pada *Sargassum duplicatum* mampu

mengekstrak metabolit lebih tinggi dibanding pelarut lain (Septiana & Asnani, 2012).

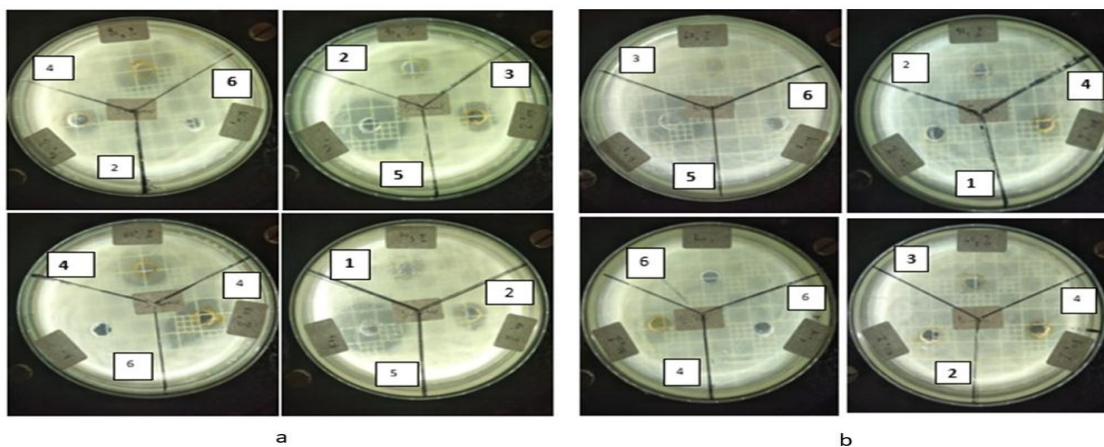
Tabel 1. Karakteristik ekstrak alga coklat *Sargassum polycystum* dari pelarut metanol.

Jenis Ekstrak	Karakter ekstrak			Volume Ekstrak
	Warna	Aroma	Tekstur	
Metanol	Hitam pekat	Bau khas alga coklat sargassum	Tidak kental, lengket, dan tidak mudah menempel	40 mL

Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol *Sargassum polycystum*

Ekstrak metanol *S. polycystum* memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* pada setiap konsentrasi yang berbeda dengan kekuatan daya hambat berbeda-beda (Tabel 2). Perbedaan konsentrasi berbanding lurus terhadap diameter zona bening yang terbentuk. Masing-masing konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80% memiliki rata-rata zona hambat masing-masing secara berturut-turut yaitu 4.3 mm, 5.2 mm, 6.3 mm, 14.8 mm. Rata-rata zona hambat pada konsentrasi yang paling baik terjadi pada konsentrasi tertinggi yaitu pada konsentrasi 80% yang memiliki rata-rata zona hambat sebesar 14.8 mm sehingga tergolong dalam

klasifikasi yang memiliki kekuatan daya hambat yang kuat. Pada konsentrasi 40% dan 60% dengan rata-rata zona hambat sebesar 5.2 mm dan 6.3 mm tergolong ke dalam kategori yang mempunyai daya hambat yang sedang dan konsentrasi 20% dengan rata-rata zona hambat yang terbentuk sebesar 4.3 mm tergolong ke dalam kategori daya hambat yang lemah. Hasil uji aktivitas antibakteri dari rumput laut coklat *S. polycystum* terhadap *S. aureus* menunjukkan hasil yang memuaskan yaitu pada konsentrasi 80 % terbentuk zona hambat sebesar 14.8 mm dengan konsentrasi hambat minimum *S. aureus* yaitu pada konsentrasi 30 mg/ml sebesar 8.24 mm.



Gambar 1. Zona hambat yang terbentuk dari hasil pengujian ekstrak metanol *Sargassum polycystum* terhadap; a. *Staphylococcus aureus* dan b. *E. coli*. Ket: 1= konsentrasi 20%, 2= konsentasi 40%, 3= konsentrasi 60%, 4= konsentrasi 80%, 5= Kontrol positif (+), 6= kontrol negatif (-).

Respon *E. coli* tidak menunjukkan hasil yang signifikan. Hal tersebut ditandai dari hasil daya hambat pada konsentrasi 20%, 40%, 60% yang memiliki diameter rata-rata zona bening yaitu sebesar 0,0 mm. Namun, pada konsentrasi 80% menunjukkan adanya penghambatan pada bakteri dan tergolong ke dalam kategori yang

memiliki kekuatan daya hambat yang kuat yaitu dengan diameter rata-rata zona bening sebesar 14.2 mm (Gambar 1.).

Pada bakteri *E. coli* ekstrak metanol *S. polycystum* mampu menghambat pertumbuhan bakteri pada konsentrasi 80%. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor yaitu sensitifitas

terhadap organisme uji, perbedaan kecepatan difusi dan konsentrasi senyawa antibakteri. Perbedaan besar diameter zona hambat yang terbentuk pada setiap sumuran disebabkan oleh tingkat sensitifitas dari organisme uji, perbedaan kecepatan difusi dari senyawa antibakteri dan konsentrasi senyawa antibakteri.

S. aureus merupakan bakteri gram positif yang memiliki dinding sel yang tersusun atas

peptidoglikan. Senyawa ini cenderung bersifat polar, sehingga mudah ditembus oleh senyawa antibakteri yang bersifat polar. Sementara itu, peptidoglikan pada dinding sel *E. coli* ditutupi oleh lapisan lipid. Keberadaan lipid membuat senyawa antibakteri susah menembus dinding sel (Pangestuti et al., 2017).

Tabel 2. Diameter zona hambat ekstrak metanol *Sargassum polycystum* terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada media Nutrient Agar dalam waktu inkubasi 24 jam.

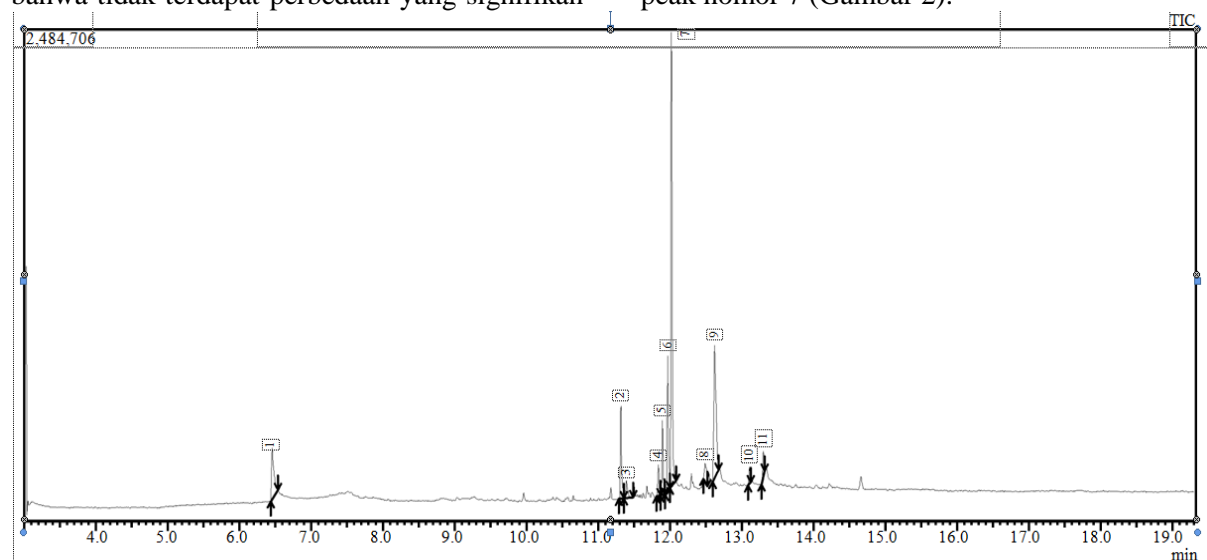
Jenis Bakteri	Diameter Zona Hambat (mm) pada Konsentrasi Ekstrak yang Berbeda					
	20%	40%	60%	80%	Kontrol +	Kontrol -
<i>S. aureus</i>	4,3 ^c	5,2 ^c	6,3 ^c	14,8 ^b	23,2 ^a	0,0 ^d
<i>E. coli</i>	0,0 ^c	0,0 ^c	0,0 ^c	14,2 ^b	23,0 ^a	0,0 ^c

Hasil analisis uji statistik menunjukkan *S. aureus* dan *E. coli* memiliki nilai signifikansi kurang dari 0.05 ($\alpha < 0.05$), hal tersebut berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada perbedaan konsentrasi ekstrak terhadap zona hambat yang terbentuk. Hal tersebut menunjukkan bahwa, adanya pengaruh ekstrak dan perbedaan konsentrasi terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. aureus* (Tabel 2). Hasil uji lanjut menggunakan uji *Games-Howel* terhadap seri konsentrasi menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan

($\alpha > 0.05$) diantara semua seri kecuali konsentrasi 80%, namun terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kontrol positif dan negatif.

Analisis Fitokimia *Sargassum polycystum* dengan Gas Cromatografi Mass Spectrometry (GC-MS)

Kromatogram menunjukkan bahwa hasil kromatografi GC-MS didapatkan 11 peak senyawa aktif yang berasal dari ekstrak metanol *S. polycystum* dengan 1 peak tertinggi yaitu pada peak nomor 7 (Gambar 2).



Gambar 2. Kromatogram pemisahan kromatografi GC-MS sampel ekstrak metanol *Sargassum polycystum*.

Beberapa senyawa yang teridentifikasi pada ekstrak metanol berpotensi berfungsi

sebagai senyawa bioaktif (Tabel 3) Senyawa *Tetradecanoid acid* Senyawa ini memiliki

aktivitas antibakteri (Abubakar & Majinda, 2016), antikanker (Patra et al., 2012). *Lolioliide* memiliki potensi sebagai anti inflamasi, anti tumor dan antibakteri. *Octadeneic acid* dilaporkan memiliki potensi sebagai pestisida (Darmawan & Ismanto, 2016). Kelompok senyawa *n-heksadecanoic acid (9-hexadecanoic acid)* dan *Hexadecenoic acid* serta *8-Octadecanoic, 5,8,11,14-Eicosatetraenoic acid* (Tabel 3) merupakan golongan senyawa ester

yang banyak memiliki potensi, yaitu sebagai antiinflamasi, antioksidan, *hypocolstrolemic*, antibakteri, dan antijamur (Abubakar & Majinda, 2016). Senyawa *9-octadenal* memiliki kemampuan sebagai antijamur. *Methyl arachidonate* merupakan senyawa asam lemak yang berfungsi sebagai antioksidan (Sofyan et al., 2017).

Tabel 3. Senyawa yang teridentifikasi hasil analisis GC-MS dari ekstrak metanol *Sargassum polycystum*.

No	Nama Senyawa	Formula	Puncak	Luas Area
1	<i>Tetradecanoic acid</i>	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	Puncak 2	8,12%
2	<i>Loliolide</i>	C ₁₁ H ₁₆ O ₃	Puncak 3	2,36%
3	<i>13-Docosenoic acid,methyl ester</i>	C ₂₃ H ₄₄ O ₂	Puncak 4	2,59%
4	<i>Hexadecanoic acid,methyl ester</i>	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	Puncak 5	5,12%
5	<i>9-hexadecanoic acid</i>	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	Puncak 6	10,94%
6	<i>Hexadecenoic Acid</i>	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Puncak 7	36,09 %
7	<i>8-Octadecanoic, methyl ester</i>	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Puncak 8	2,41%
8	<i>9-Octadecanal</i>	C ₁₈ H ₃₄ O	Puncak 9	20,44%
9	<i>Methyl arachidonate</i>	C ₂₁ H ₃₄ O ₂	Puncak 10	1,31%
10	<i>5,8,11,14-Eicosatetraenoic acid, ethyl ester</i>	C ₂₂ H ₃₆ O ₂	Puncak 11	2,37%

Daya hambat yang disebabkan oleh ekstrak metanol *S. polycystum* baik terhadap *S. aureus* dan *E. coli* disebabkan karena adanya kandungan senyawa bioaktif yang diindikasikan mempunyai aktivitas antibakteri. Hasil GC-MS menemukan bahwa senyawa-senyawa yang berfungsi sebagai antibakteri adalah senyawa-senyawa yang berasal dari golongan asam lemak dan golongan ester. Hasil dari identifikasi senyawa terhadap ekstrak mikroalga *Tetraselmis chunii* dengan menggunakan pelarut metanol menghasilkan senyawa-senyawa yang sebagian besar berasal dari golongan asam lemak dan beberapa berasal dari golongan ester. Senyawa ester dan asam lemak memberikan spektrum penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri (Kyaw et al., 2011). Target dari senyawa tersebut meliputi penghambatan enzim, gangguan pada ikatan protein, membentuk kompleks dengan dinding sel, dan kehilangan substrat (Cowan, 1999).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Ekstrak metanol *Sargassum*

polycystum memiliki daya hambat yang lebih baik dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dibandingkan dengan *Escherichia coli*. Pada *Staphylococcus aureus* konsentrasi ekstrak 20% sudah mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dengan zona hambat sebesar 4,3 mm sedangkan pada *Escherichia coli* tidak terbentuk. Konsentrasi ekstrak metanol *Sargassum polycystum* yang memiliki daya hambat paling baik terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* adalah pada konsentrasi ekstrak 80%. Senyawa-senyawa yang teridentifikasi dalam ekstrak metanol *Sargassum polycystum* adalah *tetradecanoic acid*; *loliolide*; *hexadecanoic acid,methyl ester*; *9-hexadecanoic acid*; *hexadecenoic Acid*; *8-octadecanoic, methyl ester*; *5,8,11,14-eicosatetraenoic acid, ethyl ester*.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Biologi Dasar dan Laboratorium Analitik Fakultas MIPA

Universitas Mataram yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- Abubakar, M., & Majinda, R. (2016). GC-MS Analysis and Preliminary Antimicrobial Activity of *Albizia adianthifolia* (Schumach) and *Pterocarpus angolensis* (DC). *Medicines*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.3390/medicines3010003>
- Ansyarif, F., Ghazali, M., Muspiah, A., & Kurnianingsih, R. (2020). Pengaruh ekstrak *Sargassum cristaefolium* pada Multiplikasi *Dendrobium antennatum* Rchb.f secara In Vitro. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(1), 18. <https://doi.org/10.33394/bjib.v8i1.2672>
- Bhone Myint Kyaw, Arora, S., Win, K. N., & Daniel, L. C. S. (2011). Prevention of emergence of fusidic acid and rifampicin resistance in *Staphylococcus aureus* using phytochemicals. *African Journal of Microbiology Research*, 5(22), 3684–3692. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.471>
- Cahyaningrum, K., Husni, A., & Budhiyanti, S. A. (2016). *Antioxidant Activity of Brown Seaweed (Sargassum polycystum) Extracts*. *Agritech*, 36(2), 137-144.
- Cowan, M. M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564–582.
- Darmawan, U. W., & Ismanto, A. (2016). Mortalitas Larva Hama Kupu Kuning *Eurema* sp Akibat Pemberian Ekstrak Biji Nona Sebrang (*Annona glabra* L.). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 13(2), 157–164.
- Gray, J. S. (1997). Marine biodiversity: Patterns, threats and conservation needs. *Biodiversity and Conservation* 6, 153–175.
- Kadi, A. (2005). Beberapa Catatan Kehadiran Marga *Sargassum* Diperairan Indonesia. *Oseana*, XXX(4), 11.
- Nikmatullah, A., Gazali, M., & Kurnianingsih, R. (2014). Growth Promoting Capability of Aquadest-Extracts from Different Macro Algae Obtained In Lombok Island, Indonesia To Growth Of Rice-Paddy Plant. *Agroteksos* 24(3) 178-185.
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt Dengan Metode Difusi Sumuran Dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2), 41. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i2.27537>
- Pangestuti, I. E., Sumardianto, S., & Amalia, U. (2017). Phytochemical Compound Screening of *Sargassum* sp. And It's Activity as Antibacterial Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(2), 98–102.
- Patra, C. R., Rupasinghe, C. N., Dutta, S. K., Bhattacharya, S., Wang, E., Spaller, M. R., & Mukhopadhyay, D. (2012). Chemically Modified Peptides Targeting the PDZ Domain of GIPC as a Therapeutic Approach for Cancer. *ACS Chemical Biology*, 7(4), 770–779. <https://doi.org/10.1021/cb200536r>
- Rebecca, L. J., Dhanalakshmi, V., & Shekhar, C. (2012). Antibacterial activity of *Sargassum ilicifolium* and *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 4(1), 700-705.
- Septiana, A. T., & Asnani, A. (2012). Kajian sifat Fisikokimia Ekstrak Rumput Laut Coklat *Sargassum Duplicatum* Menggunakan Berbagai Pelarut Dan Metode Ekstraksi. *Agrointek*, 6(1), 22–28.
- Sofyan, A., Widodo, E., & Natsir, H. (2017). Bioactive Component, Antioxidant Activity, and Fatty Acid Profile of Red Beewort (*Acorus* sp) and White Beewort

- (*Acorus calamus*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(3), 173–180. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.03.17>
- Sunarpi, H, Nikmatullah, A., Sunarwidhi, A. L., Ambana, Y., Ilhami, B. T. K., Widyastuti, S., ... Prasedya, E. S. (2021). Growth and yield of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill) grown in soil media containing several doses of inorganic fertilizers and sprayed with Lombok brown algae extracts. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 637, 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012026>
- Sunarpi, Haji, Kurnianingsih, R., Ghazali, M., Fanani, R. A., Sunarwidhi, A. L., Widyastuti, S., ... Prasedya, E. S. (2020). Evidence for the presence of growth-promoting factors in Lombok *Turbinaria murayana* extract stimulating growth and yield of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Plant Nutrition*, 43(12), 1813–1823. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1750642>
- Sunarpi, Haji, Nikmatullah, A., Sunarwidhi, A. L., Ambana, Y., Ilhami, B. T. K., Widyastuti, S., Prasedya, E. S. (2020). Effect of Solid and Liquid Extracts of Lombok *Sargassum cristafolium* on Growth and Yield of Rice Plants (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Biologi Tropis*, 20(3). <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i3.2048>
- Surahmaida, S., Sudarwati, T. P. L., & Junairiah, J. (2019). Analisis GCMS terhadap Senyawa Fitokimia Ekstrak Metanol *Ganoderma lucidum*. *Jurnal Kimia Riset*, 3(2), 147. <https://doi.org/10.20473/jkr.v3i2.12060>