

**PROFIL SENYAWA BIOAKTIF EKSTRAK RUMPUT LAUT
Sargassum sp. DAN AKTIVITAS ANTI BAKTERI TERHADAP BAKTERI
Pseudomonas aeruginosa (CARLE GESSARD, 1882) DAN *Vibrio harveyi*
(JOHNSON & SHUK, 1936)**

(Skripsi)

Oleh

**LINDA RATNA SARI
2014221014**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PROFIL SENYAWA BIOAKTIF EKSTRAK RUMPUT LAUT *Sargassum* sp. DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI TERHADAP BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* (CARLE GESSARD, 1882) DAN *Vibrio harveyi* (JOHNSON & SHUK, 1936)

Oleh

LINDA RATNA SARI

Pseudomonas aeruginosa dan *Vibrio harveyi* merupakan bakteri patogen di akuakultur budi daya. Kedua bakteri ini sering mengakibatkan kerugian pada masyarakat perikanan. Upaya yang sering dilakukan untuk mengatasinya yaitu dengan pemberian antibiotik. Penggunaan antibiotik yang berlebihan dapat menimbulkan resistensi bakteri terhadap obat-obatan antibiotik komersil dan dapat membahayakan kesehatan manusia. Permasalahan resistensi bakteri mendorong penelitian untuk mencari agen antibakteri yang bersumber dari biota laut. *Sargassum* sp. memiliki senyawa bioaktif yang memiliki berbagai macam pengaruh baik terhadap kesehatan salah satunya sebagai antibakteri. Tujuan penelitian untuk mengetahui profil senyawa bioaktif dalam ekstrak *Sargassum* sp., dan uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri patogen secara *in vitro*. Metode analisis profil senyawa bioaktif menggunakan GC-MS dan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi agar. Hasil penelitian didapatkan adanya 33 senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak *Sargassum* sp. dan berdasarkan literatur terdapat 14 senyawa yang teridentifikasi sebagai senyawa antibakteri di antaranya *tetradecanoid acid*; *neophytadiene*; *phytol*; *1,19 eicosadiene*; *hexadecanoid acid, metil ester*; *n-Hexadecanoid acid*; *5,8,11,14-eicosatetraenoic acid*; *arachidonic acid*; *9-octadecenoic acid*; *squalene*; *octadecanoid acid*; *ergosta-5,24(28)-dien-3-ol*; *stigmasta-5,24(28)-dien-3-ol*; dan *(2R,3R,4aR,5S,8aS)-2-hydroxy-4a, dimethyl-3-(prop-1-en-2-yl) octahydronaphthalen-1(2H)-one*. Ekstrak *Sargassum* sp. mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Vibrio harveyi*. Zona hambat terbentuk pada semua konsentrasi ekstrak yang diujikan dengan hasil terbesar berada pada konsentrasi 50 ppm yaitu 2,26 mm (*Pseudomonas aeruginosa*) dan 70 ppm yaitu 3,0 mm (*Vibrio harveyi*).

Kata kunci: *Sargassum* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio harveyi*, GC-MS

ABSTRACT

PROFILE OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN *Sargassum* sp. SEAWEED EXTRACT AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY AGAINST *Pseudomonas aeruginosa* (CARLE GESSARD, 1882) AND *Vibrio harveyi* (JOHNSON & SHUK, 1936)

By

LINDA RATNA SARI

Pseudomonas aeruginosa and *Vibrio harveyi* are pathogenic bacteria in aquaculture. These two bacteria often cause losses to the fishing community. Efforts are often made to overcome them by giving antibiotics. Excessive use of antibiotics can lead to bacterial resistance to commercial antibiotic drugs and can endanger human health. The problem of bacterial resistance encourages research to look for antibacterial agents sourced from marine biota. *Sargassum* sp. has bioactive compounds that have a variety of good effects on health, one of which is as an antibacterial. The purpose of the study was to determine the profile of bioactive compounds in *Sargassum* sp. extract, and test antibacterial activity against pathogenic bacteria in vitro. The method of analyzing the profile of bioactive compounds using GC-MS and antibacterial activity test with agar diffusion method. The results showed that there were 33 bioactive compounds contained in the extract of *Sargassum* sp. and based on the literature there are 14 compounds identified as antibacterial compounds including *tetradecanoid acid*; *neophytadiene*; *phytol*; *1,19 eicosadiene*; *hexadecanoid acid, methyl ester*; *n-Hexadecanoid acid*; *5,8,11,14-eicosatetraenoic acid*; *arachidonic acid*; *9-octadecenoic acid*; *squalene*; *octadecanoid acid*; *ergosta-5,24(28)-dien-3-ol*; *stigmasta-5,24(28)-dien-3-ol*; and *(2R,3R,4aR,5S,8aS)-2-hydroxy-4a,dimethyl-3-(prop-1-en-2-yl)octahydronaphthalen-1(2H)-one*. *Sargassum* sp. extract was able to inhibit the growth of *Pseudomonas aeruginosa* and *Vibrio harveyi* bacteria. Inhibition zones were formed at all concentrations of the extract tested with the largest results being at a concentration of 50 ppm, namely 2.26 mm (*Pseudomonas aeruginosa*) and 70 ppm, namely 3.0 mm (*Vibrio harveyi*).

Keywords: *Sargassum* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio harveyi*, GC-MS

**PROFIL SENYAWA BIOAKTIF EKSTRAK RUMPUT LAUT
Sargassum sp. DAN AKTIVITAS ANTI BAKTERI TERHADAP BAKTERI
Pseudomonas aeruginosa (CARLE GESSARD, 1882) DAN *Vibrio harveyi*
(JOHNSON & SHUK, 1936)**

(Skripsi)

Oleh

**LINDA RATNA SARI
2014221014**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi

: **PROFIL SENYAWA BIOAKTIF
EKSTRAK RUMPUT LAUT *Sargassum*
sp. DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI
TERHADAP BAKTERI *Pseudomonas*
aeruginosa (CARLE GESSARD, 1882)
DAN *Vibrio harveyi* (JOHNSON &
SHUK, 1936)**

Nama Mahasiswa

: **Tinda Ratna Sari**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2014221014**

Jurusan/Program studi

: **Perikanan dan Kelautan/Ilmue Kelautan**

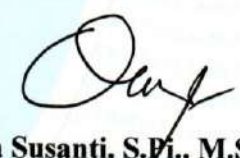
Fakultas

: **Pertanian**

MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 197008151999031001


Oktora Susanti, S.Pi., M.Si.
NIP. 198810012019032014

2. **Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**


Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 197008151999031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.**



Sekretaris : **Oktora Susanti, S.Pi., M.Si.**



Anggota : **Eko Efendi, S.T., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi : **23 Juli 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Linda Ratna Sari

NPM : 2014221014

Juduk Skripsi ; Profil Senyawa Bioaktif Ekstrak Rumput Laut *Sargassum sp* dan Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (Carle Gessard, 1882) dan *Vibrio harveyi* (Johnson & Shuk, 1936)

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan. Karya tulis ini belum pernah dipublikasi sebelumnya dan bukan plagiat dari karya orang lain. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi yang sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, September 2024



Linda Ratna Sari

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kabupaten Mesuji, Provinsi Lampung, pada tanggal 10 Juli 2002 sebagai anak dari pasangan suami istri Bapak Samin dan Ibu Satinah. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Penulis memiliki kakak yang bernama Ari Susanti dan Dwi Sunarni serta adik bernama Gio Rifki Ronaldo.

Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman kanak-kanak Tunas Bangsa (2007 – 2008), lalu melanjutkan pendidikan dasar di SDN 1 Pangkal Mas Jaya (2008 – 2014), dilanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMP Pangkal Mas (2014 – 2017), dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Tanjung Raya (2017 – 2020). Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020.

Penulis pernah aktif pada Forum Studi Islam Fakultas Pertanian, Universitas Lampung sebagai Sekretaris Bidang Syiar Islam dan Keumatan pada periode 2021-2022. Selain itu, penulis aktif dalam Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, sebagai Sekretaris Departemen Komunikasi dan Informasi pada periode 2022-2023. Penulis pernah berpartisipasi dalam kegiatan pengabdian masyarakat yaitu Birohmah untuk Negri (BUN) yang diadakan oleh Unit Kegiatan Mahasiswa Birohmah tahun 2021. Penulis pernah melaksanakan Praktik Umum pada tahun 2023 di Pusat Hidro Oseanografi Angkatan Laut yang berlokasi di Kecamatan Pademangan, Jakarta Utara, dengan luaran laporan praktik umum. Penulis juga aktif mengikuti proyek dosen berupa riset penelitian dengan luaran 3 publikasi jurnal internasional dan skripsi.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Saya persembahkan karya skripsi ini kepada:

1. Ayahanda Samin yang selalu berjuang dalam mengupayakan yang terbaik untuk kehidupan penulis, beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi dan memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana;
2. Ibunda Satinah, yang lisannya selalu basah oleh doa-doa yang terbaik untuk penulis, seorang bidadari yang selalu memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dalam setiap langkahku sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya hingga sarjana;
3. Kakak tersayang Ari Susanti dan Dwi Sunarni serta adik Gio Rifki Ronaldo yang selalu memberi motivasi, membantu, dan mendukung setiap langkah penulis hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana;
4. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dengan tulus dan Ikhlas;
5. Teman-teman Prodi Ilmu Kelautan 2020 yang membuat berwarna kehidupan perkuliahan penulis;
6. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

MOTO HIDUP

Kita punya kendala, tapi Allah punya kendali
“Sesungguhnya urusan-Nya apabila dia menghendaki sesuatu Dia berkata
kepadanya 'Jadilah' maka jadilah sesuatu itu” (Q.S Yasin: 82)

Tidak ada yang lebih baik terjadi, tetapi yang terbaik itulah yang sudah terjadi
(Febrianti Almera)

Semangatlah dalam melanjutkan perjuangan di segala lini, entah kita akan
menjadi sosok seperti Mush'ab bin Umair, Abu bakar ash-Shiddiq, Khadijah binti
Khuwailid, Fatimah binti Muhammad SAW., Fathimah binti Ubaidillah Azdiyah
atau yang lainnya. Masing-masing kita punya ciri khas masing-masing sebagai
seorang pejuang.
(Linda Ratna Sari)

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Profil Senyawa Bioaktif Ekstrak Rumput Laut *Sargassum* sp. dan Aktivitas Antibakteri terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (Carle Gessard,1882) dan *Vibrio harveyi* (Johnson & Shuk,1936)”. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam penyusunan skripsi, antara lain:

1. Ayah, Ibu, kedua kakak saya, dan Adek tercinta yang selalu memberikan semangat, doa, serta dukungan kepada penulis dalam melaksanakan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi;
2. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung, sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi;
4. Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T., selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Lampung;
5. Oktora Susanti, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi;
6. Eko Efendi, S.T., M.Si., selaku dosen pembahas yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi;
7. Muhammad Kholiqul Amiin, S.Pi., M.Si., selaku dosen yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam proses penelitian hingga skripsi;

8. Raihanah Asma Wamahdiyyah, Dela Puspita, Ustadzah Dara, Ustadzah Dinati dan Dwi Puspitasari yang selalu menguatkan dan mendukung dalam proses penyusunan skripsi;
9. Putri Dwi Astuti, Arsita Permata Sari, Irma Iryantina, Salsabila Novia Romadhona dan Saepudin selaku teman dekat yang terus mendukung penulis dalam menyusun skripsi. Semoga segala kebaikan mereka diterima oleh Allah SWT.

Penulis berharap penyusunan skripsi dapat bermanfaat dalam memberikan informasi kepada para pembaca.

Bandar Lampung, 23 Juli 2024

Linda Ratna Sari

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3. Kerangka Pikir.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.....	5
2.2. Potensi Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.....	6
2.3. Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8
2.4. Bakteri <i>Vibrio harveyi</i>	10
2.5. Ekstraksi Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.....	11
2.5.1. Metode Ekstraksi dengan Cara Panas	12
2.5.2. Metode Ekstraksi dengan Cara Dingin.....	13
2.6. Uji Aktivitas Antibakteri	13
2.6.1. Metode Difusi Agar.....	13
2.6.2. Metode Dilusi.....	14
2.7. Identifikasi Senyawa Bioaktif <i>Sargassum</i> sp. dengan GC-MS.....	15
III. METODE PENELITIAN	17
3.1. Tempat dan Waktu	17
3.2. Alat dan Bahan	17

3.3. Metode.....	18
3.4. Prosedur Penelitian.....	18
3.4.1. Pengambilan Sampel Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.	20
3.4.2. Penepungan <i>Sargassum</i> sp.....	20
3.4.3. Ekstraksi <i>Sargassum</i> sp.	20
3.4.4. Kultur Isolat Bakteri <i>Vibrio harveyi</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	21
3.4.5. Uji Aktivitas Antibakteri	21
3.4.6. Analisis <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i> (GC-MS)	22
3.5. Pengolahan dan Analisis Data	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Senyawa Bioaktif <i>Sargassum</i> sp.	23
4.1.1. <i>n-Hexadecanoic Acid</i>	26
4.1.2. <i>9-Octadecenoic Acid</i>	26
4.1.3. <i>Palmitoleic Acid</i>	27
4.1.4. <i>5,8,11,14-Eicosatetraenoic Acid</i> dan <i>Arachidonic Acid</i>	28
4.1.5. <i>Hexadecanoic Acid, Methyl Ester</i>	29
4.1.6. <i>Tetradecanoic Acid</i>	30
4.1.7. <i>Octadecanoic Acid</i>	31
4.1.8. <i>9-Octadecenoic Acid (Z)-, Methyl</i>	32
4.1.9. <i>6-Octadecenoic Acid</i>	33
4.1.10. <i>6-Pentadecenoic Acid, 13-Methyl</i>	33
4.1.11. <i>Tridecanoic acid, 12-methyl</i>	34
4.1.12. <i>Stigmasta-5,24(28)-dien-3-ol</i>	35
4.1.13. Vitamin E	36
4.1.14. <i>Gamma Tocopherol</i>	36
4.1.15. <i>Neophytadiene</i>	37
4.1.16. <i>(2R,3R,4aR,5S,8aS)-2-Hydroxy-4a, Dimethyl-3-(prop-1-en-2-yl) octahydronaphthalen-1(2H)-one</i>	38
4.1.17. <i>Phytol</i>	39
4.1.18. <i>Ergosta-5,24(28)-dien-3-ol</i>	40
4.1.19. <i>Delta Tocopherol</i>	40
4.1.20. <i>1,19-Eicosadiene</i>	41
4.1.21. <i>Cholesterol</i>	42

4.1.22. <i>Glycerol 1-Palmitate</i>	42
4.1.23. <i>Squalene</i>	43
4.1.24. <i>Piperitenone Oxide</i>	44
4.1.25. <i>-2,6-Dimethylocta-2,5,7-trien-4</i>	45
4.1.26. <i>Propanenitrile</i>	46
4.1.27. <i>9-octadecenamide</i>	46
4.1.28. <i>1,3-Cyclododecadiene</i>	47
4.1.29. <i>1,3,5,7,9-Pentasiloxane 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-Decamethyl-1</i>	48
4.1.30. <i>Bis(2-ethylhexyl) Phthalate</i>	48
4.2. Ekstrak Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.	49
4.3. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak <i>Sargassum</i> sp. Terhadap Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50
4.4. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak <i>Sargassum</i> sp. terhadap Bakteri <i>Vibrio harveyi</i>	52
4.5. Aktivitas Antibakteri Ekstrak <i>Sargassum</i> sp.	55
V. SIMPULAN DAN SARAN	57
5.1. Kesimpulan.....	57
5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Senyawa bioaktif dari <i>Sargassum</i> sp.....	7
2. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	17
3. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	18
4. Hasil uji GC-MS ekstrak rumput laut <i>Sargassum</i> sp.	23
5. Hasil uji GC-MS ekstrak rumput laut <i>Sargassum</i> sp. (lanjutan).....	24
6. Hasil pengukuran zona hambat ekstrak <i>Sargassum</i> sp. terhadap bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	51
7. Hasil pengukuran zona hambat ekstrak <i>Sargassum</i> sp. terhadap bakteri <i>Vibrio harveyi</i>	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	4
2. Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8
3. Bakteri <i>Vibrio harveyi</i>	10
4. Prosedur penelitian.....	19
5. Struktur senyawa <i>n-Hexadecanoic acid</i>	26
6. Struktur senyawa <i>9-octadecenoic acid</i>	27
7. Struktur senyawa <i>palmitoleic acid</i>	28
8. Struktur senyawa <i>5,8,11,14-eicosatetraenoic acid</i>	29
9. Struktur senyawa <i>arachidonic acid</i>	29
10. Struktur senyawa <i>hexadecanoic acid, methyl ester</i>	30
11. Struktur senyawa <i>tetradecanoic acid</i>	31
12. Struktur senyawa <i>octadecanoic acid</i>	32
13. Struktur senyawa <i>9-octadecenoic acid (Z)-, methyl</i>	32
14. Struktur senyawa <i>6-octadecenoic acid</i>	33
15. Struktur senyawa <i>6-pentadecenoic acid, 13-methyl</i>	34
16. Struktur senyawa <i>tridecanoic acid, 12-methyl</i>	35
17. Struktur senyawa <i>stigmasta-5,24(28)-dien-3-ol</i>	35
18. Struktur senyawa vitamin E.....	36
19. Struktur senyawa <i>gamma tocopherol</i>	37
20. Struktur senyawa <i>neophytadiene</i>	38
21. Struktur senyawa <i>(2R,3R,4aR,5S,8aS)-2-hydroxy-4a, dimethyl-3-(prop-1-en-2-yl) octahydronaphthalen-1(2H)-one</i>	38
22. Struktur senyawa <i>phytol</i>	39
23. Struktur senyawa <i>ergosta-5,24(28)-dien-3-ol</i>	40
24. Struktur senyawa <i>delta tocopherol</i>	41
25. Struktur senyawa <i>1,19-eicosadiene</i>	41
26. Struktur senyawa <i>cholesterol</i>	42
27. Struktur senyawa <i>glycerol 1-palmitate</i>	43
28. Struktur senyawa <i>squalene</i>	44
29. Struktur senyawa <i>piperitenone oxide</i>	45
30. Struktur senyawa <i>-2,6-dimethylocta-2,5,7-trien-4</i>	45
31. Struktur senyawa <i>propanenitrile</i>	46
32. Struktur senyawa <i>9-octadecenamide</i>	47

33. Struktur senyawa <i>1,3-cyclododecadiene</i>	47
34. Struktur senyawa <i>1,3,5,7,9-pentasiloxane 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9</i>	48
35. Struktur senyawa <i>bis(2-ethylhexyl) phthalate</i>	49
36. Pengeringan sampel.	73
37. Pengambilan sampel.....	73
38. Maserasi.	73
39. Penepungan sampel.....	73
40. Pasta hasil ekstrak <i>Sargassum</i> sp.	73
41. Penyaringan sampel.	73
42. <i>Hot plate</i>	73
43. Penimbangan media.	73
44. <i>Shaker</i> bakteri.....	74
45. Autoklav media dan alat bahan.	74
46. Kultur bakteri	74
47. Spektrometer.....	74
48. Uji aktivitas antibakteri.	74
49. Pengenceran ekstrak.....	74
50. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak <i>Sargassum</i> sp. terhadap bakteri <i>Vibrio harveyi</i> jam ke-24.....	75
51. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak <i>Sargassum</i> sp. terhadap bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> jam ke-48.	75
52. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak <i>Sargassum</i> sp. terhadap bakteri <i>Vibrio harveyi</i> jam ke-48.....	75
53. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak <i>Sargassum</i> sp. terhadap bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> jam ke-24.	75
54. Spektrum massa <i>1,3,5,7,9-pentasiloxane 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-decamethyl-1</i> ...	76
55. Spektrum massa <i>tridecanoic acid, 12-methyl</i>	76
56. Spektrum massa <i>tetradecanoic acid</i>	76
57. Spektrum massa <i>neophytadiene</i>	77
58. Spektrum massa <i>phytol</i>	77
59. Spektrum massa <i>phytol</i>	77
60. Spektrum massa <i>1,19-eicosadiene</i>	78
61. Spektrum massa <i>piperitenone oxide</i>	78
62. Spektrum massa <i>6-pentadecenoic acid, 13-methyl</i>	78
63. Spektrum massa <i>hexadecanoic acid, methyl ester</i>	79
64. Spektrum massa <i>palmitoleic acid</i>	79
65. Spektrum massa <i>n-Hexadecanoic acid</i>	79
66. Spektrum massa <i>5,8,11,14-eicosatetraenoic acid</i>	80
67. Spektrum massa <i>arachidonic acid</i>	80
68. Spektrum massa <i>9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl</i>	80
69. Spektrum massa <i>9-octadecenoic acid</i>	81
70. Spektrum massa <i>octadecanoic acid</i>	81
71. Spektrum massa <i>1,3-cyclododecadiene</i>	81
72. Spektrum massa <i>-2,6-dimethylocta-2,5,7-trien-4</i>	82
73. Spektrum massa <i>9-octadecenamide</i>	82

74. Spektrum massa <i>glycerol 1-palmitate</i>	82
75. Spektrum massa <i>bis(2-ethylhexyl) phthalate</i>	83
76. Spektrum massa <i>6-octadecenoic acid</i>	83
77. Spektrum massa <i>squalene</i>	83
78. Spektrum massa <i>delta tocopherol</i>	84
79. Spektrum massa <i>gamma tocopherol</i>	84
80. Spektrum massa <i>cholesterol</i>	84
81. Spektrum massa vitamin E.....	85
82. Spektrum massa <i>ergosta-5,24(28)-dien-3-ol</i>	85
83. Spektrum massa <i>stigmasta-5,24(28)-dien-3-ol</i>	85
84. Spektrum massa <i>stigmasta-5,24(28)-dien-3-ol</i>	86
85. Spektrum massa <i>(2R,3R,4aR,5S,8aS)-2-hydroxy-4a, dimethyl-3-(prop-1-en-2-yl) octahydronaphthalen-1(2H)-one</i>	86
86. Spektrum massa <i>propanenitrile</i>	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pembuatan ekstrak <i>Sargassum</i> sp.	73
2. Uji aktivitas antibakteri.	74
3. Hasil uji aktivitas antibakteri.	75
4. Spektrum massa hasil GC-MS ekstrak <i>Sargassum</i> sp.	76
5. Data pengukuran zona hambat uji pendahuluan pada uji aktivitas antibakteri ekstrak <i>Sargassum</i> sp. terhadap bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dan <i>Vibrio harveyi</i>	87

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara bahari dengan luas 75% berupa lautan dan memiliki kekayaan sumber daya hayati yang melimpah. Beberapa jenis di antaranya dilaporkan memiliki senyawa bioaktif yang dapat digunakan dalam bidang kesehatan (Eso *et al.*, 2019). Lampung merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang mempunyai potensi keanekaragaman hayati perairan yang cukup tinggi. Salah satu biota yang melimpah di perairan Pantai Lampung yaitu rumput laut *Sargassum* sp.

Keberadaan *Sargassum* sp. khususnya di Indonesia masih belum mendapatkan perhatian lebih. Hal ini dapat dilihat dari persepsi nelayan pencari ikan yang menganggap bahwa *Sargassum* sp. merupakan pengganggu dan sampah laut, karena pada musim tertentu banyak ditemukan hanyut di permukaan laut dan terdampar di Pantai (Yunianto *et al.*, 2014). Namun seiring bertambahnya waktu, pemanfaatan rumput laut khususnya *Sargassum* sp. mengalami perkembangan yang cukup pesat. Hal ini dapat dilihat dari pemanfaatan rumput laut *Sargassum* sp. sebagai produksi makanan, bahan bakar (*fuels*), kosmetik (krim pelembab muka), obat-obatan, suplemen maupun pigmen (Widowati *et al.*, 2013).

Dekade terakhir *Sargassum* sp. menjadi pencuri daya tarik para peneliti karena keberhasilannya dalam berbagai penelitian. Senyawa bioaktif yang terkandung dalam *Sargassum* memiliki berbagai macam pengaruh baik terhadap kesehatan, di antaranya sebagai antitumor, antikolestrol, antikanker (Pakidi *et al.*, 2017), antibakteri (Harharah *et al.*, 2021), antiinflamasi (Shiratori *et al.*, 2005), antioksidan (Rajivgandhi *et al.*, 2021), antivirus (Hardouin *et al.*, 2013), dan antiobesitas

(Maeda *et al.*, 2005). Keberhasilan *Sargassum* sp. dalam penelitian terkait anti-bakteri terhadap bakteri patogen mendorong peneliti untuk melakukan penelitian terkait aktivitas antibakteri dari *Sargassum*.

Bakteri patogen yang sedang marak di dunia perikanan yaitu *Pseudomonas aeruginosa* dan *Vibrio harveyi*. Kedua bakteri ini menginfeksi biota budi daya sehingga mengakibatkan kerugian yang besar pada usaha perikanan. Purwani *et al.* (2012), menyatakan bahwa bakteri *P. aeruginosa* merupakan patogen oportunistik yang menginfeksi ikan air tawar dan laut. *P. aeruginosa* pernah dilaporkan menginfeksi ikan mas (Takrir *et al.*, 2021). Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi pada ikan dengan mengakibatkan keluarnya darah (*hemorrhage*) pada insang dan ekor, borok pada kulit, dan *septicemia*. Selain bakteri *P. aeruginosa*, bakteri *V. harveyi* juga menjadi salah satu ancaman di bidang budi daya laut. *V. harveyi* merupakan bakteri patogen penyebab penyakit vibriosis pada ikan dan krustase (Ode, 2012). Bakteri *V. harveyi* pernah dilaporkan menginfeksi udang vaname (Kharisma dan Manan, 2019) dan ikan kakap putih (Zainuddin *et al.*, 2019). Kegagalan panen akibat serangan bakteri *V. harveyi* dapat mengakibatkan kematian dalam waktu yang cepat dan dalam jumlah yang besar (Fajriani *et al.*, 2018).

Upaya yang sering dilakukan oleh masyarakat perikanan untuk mencegah infeksi dari kedua bakteri patogen tersebut yaitu dengan pemberian antibiotik. Namun menurut Zainuddin *et al.* (2020), penggunaan antibiotik yang berlebihan dapat menimbulkan resistensi bakteri terhadap obat-obatan antibiotik komersil. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dilaporkan oleh Wood *et al.* (2023) menunjukkan resistensinya terhadap berbagai kelas antibiotik seperti β -laktam, aminoglikosida, fluoroquinolon, dan bahkan polimiksin. Bakteri *Vibrio* juga pernah dilaporkan oleh Kusmarwati *et al.* (2017) menunjukkan resisten terhadap antibiotik streptomisin, eritromisin, amoksisilin-asam klavulanat, dan nitrofurantoin. Mengingat hal tersebut, maka diperlukan pengobatan alternatif lain untuk mengatasi penyakit infeksi yang lebih efektif, aman, tidak resisten dan sedikit efek samping. Hal inilah yang menjadi alasan perlunya penelitian terkait *Sargassum* sp. guna untuk menjawab permasalahan di atas dan untuk menemukan potensi-potensi baru khususnya sebagai antibakteri.

1.2. Tujuan

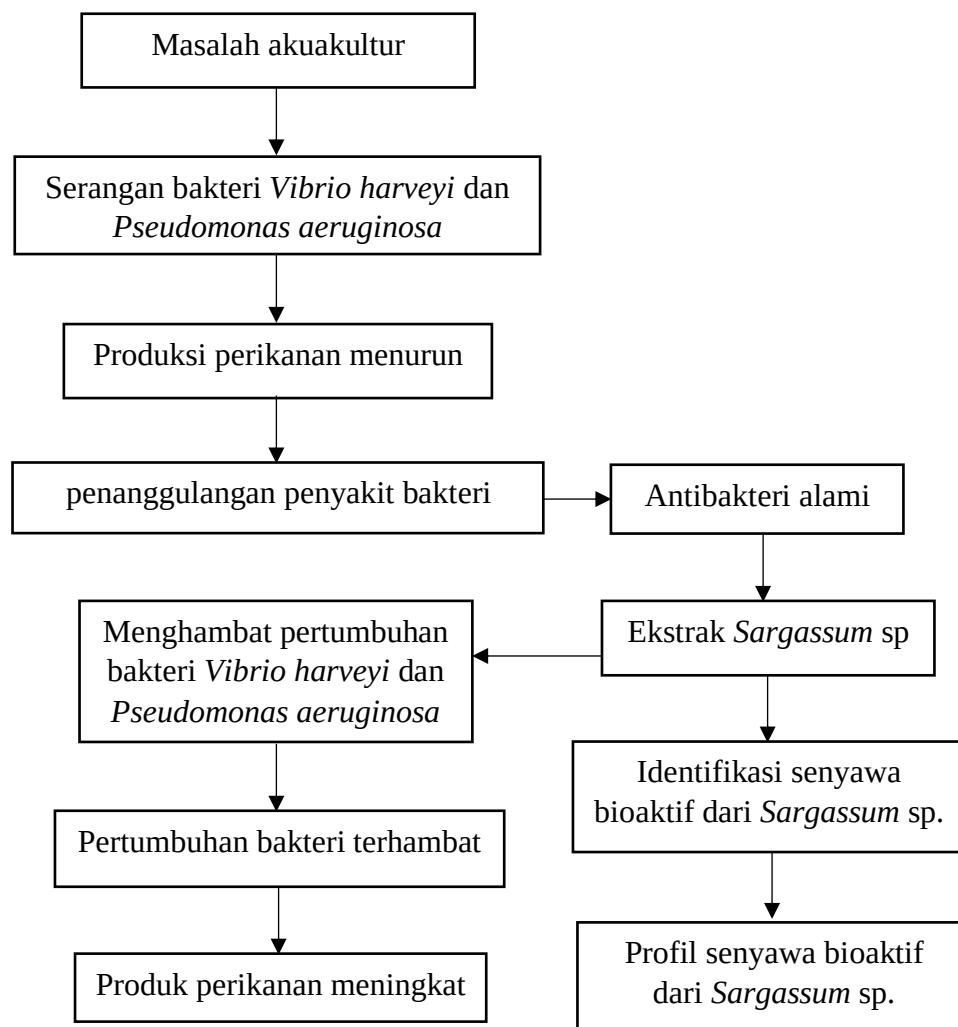
Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu

1. Mengetahui profil senyawa bioaktif dalam ekstrak *Sargassum* sp. dengan *gas chromatography - mass spectrometry* (GC-MS).
2. Uji aktivitas antibakteri ekstrak *Sargassum* sp. terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Vibrio harveyi*.

1.3. Kerangka Pikir

Bakteri menjadi ancaman serius bagi masyarakat perikanan. Bakteri yang sering menginfeksi biota laut yang dibudidayakan di antaranya yaitu *Pseudomonas aeruginosa* yang menyerang ikan kakap putih dan *Vibrio harveyi* yang menyerang udang. Permasalahan infeksi bakteri mendorong penelitian untuk mencari agen antibakteri baru, salah satunya yang bersumber dari biota laut. Potensi senyawa bioaktif dari biota laut sangat besar dan dapat digunakan dalam bidang farmasi sebagai bahan baku obat-obatan maupun antibiotik.

Penelitian mengenai aktivitas antibakteri dari biota laut telah banyak dilakukan, tetapi pada pengetahuan biologis mengenai rumput laut *Sargassum* sp. masih sedikit pemanfaatannya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui adanya senyawa bioaktif sebagai terobosan baru dalam dunia bioteknologi kelautan. Pemanfaatan biota laut seperti *Sargassum* sp. diharapkan mampu untuk melengkapi potensi-potensi di bidang riset bioteknologi dan farmasi. Pemanfaatan ekstrak *Sargassum* sp. guna untuk melihat potensi antibakteri terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Vibrio harveyi*. Kerangka pikir penelitian terdapat dalam gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut *Sargassum* sp.

Klasifikasi *Sargassum* menurut Columbus (1492) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Phaeophyta
Kelas	: Phaeophyceae
Ordo	: Fucales
Famili	: Sargassaceae
Genus	: <i>Sargassum</i>
Spesies	: <i>Sargassum</i> sp.

Sargassum sp. atau yang biasa disebut dengan *Sargassum polycystum* merupakan rumput laut (alga) coklat tropis dan subtropis yang hidup pada daerah subtidal dan intertidal. Gazali *et al.* (2018), menjelaskan bahwa distribusi dan struktur populasi spesies *Sargassum* sp. dipengaruhi oleh suhu air, tingkat pasang surut, gerakan air dan tipe substrat (misalnya bebatuan). Habitat alga coklat yaitu di perairan pada kedalaman 0,5–10 m yang memiliki arus dan ombak. Alga coklat hidup di daerah perairan yang jernih yang mempunyai substrat dasar batu karang dan dapat tumbuh subur pada daerah tropis.

Sargassum sp. memiliki struktur tubuh terbagi atas sebuah *holdfast* yang berfungsi sebagai struktur basal, sebuah stipe atau batang semu, dan sebuah *frond* yang berbentuk seperti daun. *Sargassum* sp. dapat tumbuh hingga mencapai panjang 12 m. Tumbuhan ini berwarna coklat kuning kehijauan. Warna coklat pada alga divisi Phaeophyta muncul akibat dominansi dari pigmen fukoxantin, klorofil a dan c, betakaroten, dan xantofil lainnya (Lutfiawan *et al.*, 2015).

2.2 Potensi Rumput Laut *Sargassum* sp.

Sargassum sp. merupakan alga cokelat yang memiliki kandungan senyawa bioaktif. Senyawa bioaktif merupakan suatu zat yang memiliki aktivitas biologis yang dapat memengaruhi secara langsung organisme hidup. Senyawa bioaktif dapat bersifat positif ataupun negatif bergantung pada zat, dosis dan bioavailabilitasnya (Mahfoudhi *et al.*, 2016). Kandungan senyawa bioaktif dapat diperoleh dengan cara ekstraksi (Edison *et al.*, 2020). Senyawa bioaktif yang biasa ditemukan dalam *Sargassum* dapat dilihat pada Tabel 1. Beberapa hasil penelitian didapati bahwa kandungan zat aktif fucoidan dalam *Sargassum* sp. memiliki bioaktivitas sebagai antikanker, antiaterosklerosis, antiinflamasi, antikoagulan, dan imunomodulator (Zainuddin, 2010). Selain itu, senyawa steroid/triterpenoid dan tanin juga pernah ditemukan pada ekstrak kasar rumput laut jenis *Sargassum* sp.

Menurut Rahma (2020) golongan senyawa steroid/triterpenoid, terpenoid, saponin, dan tanin yang terdapat pada ekstrak kasar rumput laut diduga aktif sebagai senyawa antibakteri. Steroid/ triterpenoid dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan mekanisme penghambatan terhadap sintesis protein karena terakumulasi dan menyebabkan perubahan komponen penyusun sel bakteri. 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 (Rahma, 2020). Mekanisme kerja senyawa saponin yaitu dengan cara mengganggu permeabilitas sel yang menyebabkan senyawa intraseluler seperti sitoplasma akan keluar dan mengakibatkan kematian sel. Kandungan senyawa bioaktif yang lain yaitu flavonoid, tanin, dan fenol, dimana mekanisme kerja dari senyawa tersebut berbeda tetapi semua senyawa bioaktif bersifat sidal. Senyawa bioaktif yang bersifat bakteriosidal yaitu senyawa yang dapat merusak pertahanan dan organ tubuh bakteri yang menyebabkan kerusakan sel dan pada akhirnya menyebabkan kematian pada bakteri yang diserang (Pengestuti *et al.*, 2017).

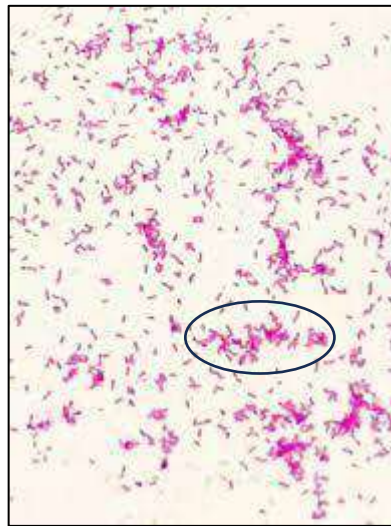
Tabel 1 Senyawa bioaktif dari *Sargassum* sp.

No	Jenis rumput laut	Nama senyawa	Aktivitas	Referensi
1.	<i>Sargassum plagyophyllum</i>	alkaloid, steroid, saponin, dan fenolik	Antibakteri <i>Listeria monocytogenes</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Sidaauruk <i>et al.</i> , (2021)
2.	<i>Sargassum</i> sp.	Flavonoid, saponin dan tanin	Antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	Asmarani <i>et al.</i> , (2015)
3.	<i>Sargassum plagyophyllum</i>	Alkaloid, saponin dan steroid	Antibakteri <i>Enterobacter</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>	Yunianto <i>et al.</i> , (2014)
4.	<i>Sargassum</i> sp.	Flavanoid, tannin, fenol dan saponin	Antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	Pangestuti <i>et al.</i> , (2017)
5.	<i>Sargassum polycystum</i>	Fukoidan	Antibakteri <i>Vibrio harveyi</i>	Chotigeat <i>et al.</i> , (2007)
6.	<i>Sargassum beratii</i>	Fenolik dan flavanoid	Antioksidan dan antibakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Rajivgandhi <i>et al.</i> , (2020)
7.	<i>Sargassum</i> sp.	Steroida, alkaloida, fenol, dan triterpenoid	antibakteri, antivirus, dan anti jamur	Kusumaningrum <i>et al.</i> , (2007)
8.	<i>Sargassum polycystum</i>	Fukoidan, alkaloid, fenol	Antibakteri <i>Vibrio</i> sp.p	Rahma, (2020)
9.	<i>Sargassum tenerrimum</i>	Asam amino, alkaloid, karbohidrat, flavonoid, saponin, sterol, tanin, protein dan senyawa fenolik	Antibakteri <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Vibrio cholerae</i>	Kumar <i>et al.</i> , (2013)
10.	<i>Sargassum vulgare</i>	Flavonoid dan steroid	antibakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i>	Alfiyaturohmah <i>et al.</i> , (2013)
11.	<i>Sargassum cristaeifolium</i>	Alkaloid, tanin, flavonoid, saponin, dan steroid	Antibakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i>	Harharah <i>et al.</i> , (2021)
12.	<i>Sargassum cinereum</i>	Alkaloid, fenolik, flavonoid, saponin, dan steroid	Antioksidan dan antibakteri <i>Salmonella Thypi</i> dan <i>Staphylococcus Aureus</i>	Sukandar <i>et al.</i> , (2019)

2.3 Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Klasifikasi Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* adalah (Schroeter, 1872):

Kingdom : Bacteria
 Filum : Proteobacteria
 Kelas : Gamma Proteobacteria
 Ordo : Pseudomonadales
 Famili : Pseudomonadaceae
 Genus : *Pseudomonas*
 Spesies : *Pseudomonas aeruginosa*



Gambar 2. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.
 Sumber: Shafira *et al.* (2022).

Pseudomonas aeruginosa merupakan salah satu bakteri gram negatif dari kelas *proteobacteria* dan family *Pseudomonadaceae* yang menjadi penyebab penyakit pada ikan (Gellatly, 2013). Struktur tubuh dari bakteri ini yaitu berbentuk batang pendek, motil dengan *flagella polar*, serta adanya *flagellum* yang terikat kuat di ujung sel. Gambar bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat dilihat pada lingkaran di dalam Gambar 2. *Pseudomonas aeruginosa* memiliki sifat tidak fermentatif dan aerob. Wood *et al.* (2023), menjelaskan bahwa bakteri ini aerob fakultatif yang lebih suka menggunakan oksigen sebagai akseptor elektron terakhir selama respirasi aerob, meskipun ia juga mampu melakukan respirasi anaerobik menggunakan

akseptor elektron alternatif lain seperti nitrat. *Pseudomonas aeruginosa* juga dapat mengkatabolisme berbagai molekul organik untuk menghasilkan nutrisi. Hal itulah yang menjadikan habitat *Pseudomonas aeruginosa* berada di banyak lingkungan seperti tanah, tumbuh-tumbuhan, kulit manusia, mukosa mulut dan lingkungan perairan seperti laut, air payau, sungai, danau, dan kolam.

Bakteri ini merupakan patogen oportunistik yang menyerang ikan air tawar dan laut. *Pseudomonas aeruginosa* pernah dilaporkan menyerang ikan mas (Takril *et al.*, 2021). Bakteri ini digolongkan ke dalam kelompok bakteri perusak sirip (*bacterial fin rot*). Gejala klinis serangan bakteri *Pseudomonas* seperti kebanyakan infeksi bakteri lainnya, yaitu mirip seperti infeksi *A. hydrophila*, terjadi mengakibatkan keluarnya darah *hemorrhage* pada insang dan ekor, borok pada kulit, dan *septicemia*.

Ciri – ciri ikan terserang bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yaitu:

- Ikan lemah bergerak lambat, sulit bernafas di permukaan air.
- Warna insang pucat dan warna tubuh berubah gelap.
- Terdapat bercak-bercak merah pada bagian luar tubuhnya dan kerusakan pada sirip, insang, dan kulit.
- Mula-mula lendir berlebihan, kemudian timbul perdarahan.
- Sirip dan ekor rontok (membusuk).
- Perdarahan, perut ikan menjadi kembung yang dikenal dengan *dropsy*.

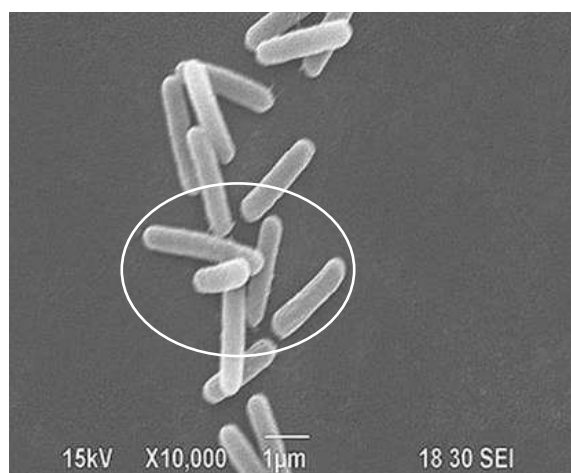
Selama 5 dekade tingkat resistensi *Pseudomonas aeruginosa* telah meningkat tajam (Lynch *et al.*, 2017). Bakteri ini menunjukkan resistensi terhadap berbagai kelas antibiotik seperti β -laktam, aminoglikosida, fluorokuinolon, dan bahkan polimiksin dengan strain yang diisolasi dari unit perawatan intensif (ICU) menunjukkan insiden resistensi tertinggi terhadap antibiotik ini (Wood *et al.*, 2023). Munculnya resistensi multi obat dari *Pseudomonas aeruginosa* menimbulkan ancaman yang lebih serius pada bidang perikanan khususnya dibidang budi daya.

2.4 Bakteri *Vibrio harveyi*

Klasifikasi Bakteri *Vibrio harveyi* adalah (Johnson & Shunk, 1936):

Kingdom : Bacteria
 Filum : Proteobacteria
 Kelas : Gammaproteobacteria
 Ordo : Vibrionales
 Famili : Vibrionaceae
 Genus : *Vibrio*
 Spesies : *Vibrio harveyi*

Klasifikasi *Vibrio harveyi* telah berkembang dari nama awalnya *Achromobacter harveyi* menjadi *Lucibacterium harveyi* dan *Beneckea harveyi*, kemudian menjadi nama yang diterima saat ini yaitu *Vibrio harveyi* (Wood *et al.*, 2020). *Vibrio harveyi* berbentuk batang dan dilengkapi dengan *flagel* sebagai alat gerak. Gambar bakteri *Vibrio harveyi* dapat dilihat pada lingkaran di dalam Gambar 3. *Vibrio* termasuk bakteri gram negatif yang dapat melisiskan hemoglobin dan mempengaruhi proses metabolisme sel (Dahlia *et al.*, 2017). Bakteri ini banyak ditemukan di perairan hangat seperti perairan Asia, Eropa Selatan, dan Amerika (Firmino *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2018). Menurut Asaad *et al.* (2019), bakteri *Vibrio harveyi* dapat ditemukan hampir di semua habitat, seperti air tawar, muara, air laut dan tanah.



Gambar 3. Bakteri *Vibrio harveyi*.
 Sumber: Sun *et al.* (2016).

Vibrio harveyi merupakan patogen serius pada ikan laut (ikan snook dan kakap putih), invertebrata liar (koral gorgonia dan turbot) dan budi daya (udang vaname, lobster, bandeng, tiram, dan kuda laut) (Owens *et al.*, 2006). Bakteri ini bersifat patogen oportunistik, ketika kondisi lingkungan dan inangnya memburuk bakteri ini akan merubah sifatnya dari saprofitik menjadi patogenik (Devi *et al.*, 2018). *Vibrio harveyi* dapat menyebabkan penyakit vibriosis yang menyerang bagian kulit udang. Penularan penyakit vibriosis ini tergolong cepat sehingga dapat meningkatkan nilai mortalitas pada suatu tambak. Serangan bakteri patogen ini dilaporkan telah menyerang hampir seluruh organisme budi daya dengan kematian hingga 100% pada stadia larva (Apriliani *et al.*, 2016). Keganasan bakteri ini berkaitan dengan produksi siderofor yang berfungsi mengikat zat besi dari darah inang (Dahlia *et al.*, 2017). Bakteri *Vibrio* terdapat secara alami dalam tubuh hewan laut, tepatnya di hepatopankreas (Akerina, 2018). Bakteri *Vibrio* spp. pernah dilaporkan menyerang udang vaname (Kharisma dan Manan, 2019) dan ikan kakap putih (Zainuddin *et al.*, 2019).

Penyakit yang diakibatkan *Vibrio harveyi* bersifat sangat akut dan ganas karena dapat mematikan yang terserang dalam waktu 1 sampai 3 hari (Feliatra *et al.*, 2014). Penyakit yang disebabkan *Vibrio harveyi* ditandai dengan adanya lesi mata, gastroenteritis, vaskulitis dan vibriosis berpendar (Kusumaningrum *et al.*, 2017). Mortalitas akibat serangan bakteri ini mencapai 80% dalam beberapa hari (Fitri *et al.*, 2018). Infeksi *Vibrio harveyi* awalnya masuk melalui mulut, membentuk plak, menyebar ke alat gerak kemudian menyebabkan kehilangan fungsi dan degradasi pada alat gerak. Infeksi *Vibrio harveyi* dapat terjadi pada semua fase (telur sampai indukan) dan banyak menyebabkan kasus kematian organisme budi daya sampai 100% (Kusumaningrum *et al.*, 2017).

2.5 Ekstraksi Rumput Laut *Sargassum* sp.

Ekstraksi merupakan proses pemisahan pelarut dengan zat terlarut menggunakan titik didih pelarut. Tujuan dari ekstraksi yaitu untuk memperoleh komponen kimia yang terdapat pada bahan alam yang diekstraksi. Pada umumnya ekstraksi

terdapat dua jenis yaitu dengan menggunakan pemanasan dan tanpa pemanasan (Prayudo *et al.*, 2015). Beberapa contoh metode ekstraksi adalah sebagai berikut:

2.5.1 Metode Ekstraksi dengan Cara Panas

Beberapa metode ekstraksi dengan cara panas adalah sebagai berikut:

a. Metode Refluks

Menurut Putri (2014), refluks merupakan metode perendaman menggunakan pelarut yang dilakukan dalam labu alas bulat yang dilengkapi oleh pendingin untuk selanjutnya dipanaskan sampai mendidih. Kekurangan dari metode refluks adalah senyawa yang bersifat termolabil akan terdegradasi.

b. Metode Digesti

Digesti merupakan metode ekstraksi yang dilakukan dengan cara pengadukan terus menerus yang dilakukan pada temperatur ruang antara 40 - 50°C (Prawirodihardjo, 2014).

c. Metode Sokletasi

Sokletasi merupakan metode ekstraksi dengan pelarut yang berada pada alas bulat dan sampel berada pada tabung tegak sehingga pelarut akan naik melalui pipa samping untuk kemudian diimbunkan oleh kondensor untuk melarutkan senyawa aktif. Kelebihan dari metode sokletasi adalah tidak membutuhkan banyak pelarut dan waktu yang digunakan relatif singkat. Kekurangan dari metode ini adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi (Mukhrani, 2014).

d. Metode Dekok

Dekok merupakan metode ekstraksi menggunakan pelarut air dengan suhu 90°C yang dilakukan selama 30 menit. Metode ini digunakan pada sampel yang larut dalam air dan stabil terhadap panas (Tiwari *et al.*, 2011).

e. Metode Infusa

Infusa merupakan metode ekstraksi yang menggunakan pelarut akuades dan bertujuan untuk mendapatkan zat aktif yang bersifat polar dapat tersari dengan optimal, zat aktif yang dimaksud seperti flavonoid dan polifenol yang bersifat sebagai antioksidan (Yuliani & Dienina, 2015).

2.5.2 Metode Ekstraksi dengan Cara Dingin

Beberapa metode ekstraksi dengan cara dingin adalah sebagai berikut:

a. Metode Maserasi

Metode ini sering disebut sebagai metode paling sederhana. Cara melakukannya yaitu merendam sampel menggunakan pelarut yang sesuai dalam wadah yang tertutup rapat. Proses maserasi beberapa kali dilakukan pengadukan atau pengocokan pada temperatur ruang, kemudian pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan menggunakan kertas saring. Kelebihan dari metode maserasi selain bersifat sangat sederhana, juga menghindari rusaknya senyawa yang bersifat termolabil. Kekurangan dari metode maserasi adalah waktu yang dibutuhkan relatif lama dan membutuhkan pelarut yang cukup banyak (Tiwari *et al.*, 2011).

b. Metode Perkolasi

Perkolasi merupakan metode penyarian simplisa yang dilakukan dengan mengalirkan pelarut secara lambat dalam perkolator. Metode ini dapat dilakukan dengan suhu kamar untuk mendapatkan ekstrak yang sempurna. Kelebihan metode perkolasi adalah sampel selalu dialiri pelarut baru. Kekurangan metode perkolasi adalah apabila sampel pada perkolator tidak homogen akan menyebabkan kebutuhan pelarut meningkat karena pelarut kesulitan menjangkau seluruh area sehingga waktu yang dibutuhkan akan semakin lama (Prawirodihardjo, 2014).

2.6 Uji Aktivitas Antibakteri

Menurut Pratiwi (2008), uji aktivitas antibakteri merupakan suatu metode untuk menentukan tingkat kerentanan bakteri terhadap zat antibakteri. Selain itu, uji ini dapat digunakan untuk mengetahui senyawa murni yang memiliki aktivitas antibakteri. Uji aktivitas antibakteri dibagi menjadi beberapa metode yaitu:

2.6.1. Metode Difusi Agar

a. Difusi Agar Menggunakan Kertas Cakram

Metode difusi agar menggunakan kertas cakram memiliki prinsip yakni bahan antibakteri yang terkandung di dalam kertas cakram akan ditempatkan di media padat yang berbentuk lempengan, dimana media tersebut telah tercampur dengan

bakteri uji. Pengamatan zona hambat atau area jernih yang berada di sekitar kertas cakram dapat teramati setelah media diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C (Katrin *et al.*, 2015). Kelebihan metode ini yaitu cepat, mudah dan murah karena tidak memerlukan alat khusus dalam pengujiannya. Kekurangan metode ini adalah ukuran zona hambat yang terbentuk bergantung pada kondisi inkubasi, inoculum, dan ketebalan media.

b. Metode Difusi sumuran

Mekanisme metode difusi sumuran yaitu lempeng agar yang telah diinokulasikan bakteri uji dibuat lubang dan diisi dengan zat antimikroba uji. Setelah itu, dilakukan inkubasi pada suhu kamar dan dilakukan pengamatan dengan melihat ada atau tidaknya zona hambatan di sekeliling lubang. Kelebihan metode sumuran lebih mudah mengukur zona hambat yang terbentuk karena isolat beraktivitas sampai ke bawah media. Kekurangan metode sumuran adalah tidak diketahui secara pasti penghambatan bakterisidal ataupun bakteriostatik karena ketebalan media, macam media, dan inokulum.

2.6.2. Metode Dilusi

a. Metode Dilusi Padat

Pengujian dilakukan dengan cara pengenceran zat antibakteri dalam media agar dan dituangkan ke dalam cawan petri. Setelah agar membeku, bakteri diinokulasikan ke dalam agar dan diinkubasi pada waktu dan suhu tertentu. Konsentrasi terendah dari larutan zat antibakteri yang masih memberikan hambatan terhadap pertumbuhan bakteri ditetapkan sebagai diameter zona hambat minimal. Keuntungan dari metode dilusi padat adalah media yang digunakan lebih efisien. Adapun kekurangan dari metode ini yaitu sulit untuk memastikan bahwa media agar sudah mencapai pada suhu yang diinginkan (Pratiwi, 2008).

b. Metode Dilusi Cair

Pengujian dilakukan dengan menggunakan tabung reaksi yang diisi dengan media cair. Zat yang akan diuji aktivitas bakterinya diencerkan sesuai konsentrasi dalam media tersebut, kemudian diinokulasikan dengan bakteri uji dan diinkubasi pada waktu dan suhu yang sesuai dengan mikroba uji. Aktivitas zat ditentukan sebagai kadar hambat minimum (KHM). Kelebihan dari metode dilusi cair adalah media

yang digunakan lebih efisien, sedangkan kekurangannya yaitu kekeruhan yang ada pada tabung kurang jelas (Pratiwi, 2008).

2.7 Identifikasi Senyawa Bioaktif *Sargassum* sp. dengan GC-MS

Gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) merupakan dua sistem terpisah, yaitu GC dan MS yang digabungkan menjadi satu instrument. GC-MS dapat digunakan secara bersamaan. Penggunaan kromatografi gas (GC) dilakukan untuk mencari senyawa yang mudah menguap pada kondisi tekanan tinggi dan tekanan rendah jika dipanaskan. Spektrometri massa (MS) digunakan untuk menentukan bobot molekul, rumus molekul, dan menghasilkan molekul bermuatan (Darmaputni *et al.*, 2016). Kombinasi GC dan MS memungkinkan pemisahan senyawa yang sangat kompleks dan analisis yang sangat sensitif, sehingga GC-MS sering digunakan dalam berbagai bidang, termasuk analisis lingkungan, analisis makanan, analisis forensik, dan lainnya.

Sampel yang mengandung senyawa volatil diinjeksikan ke dalam sistem GC dan senyawa tersebut akan dipisahkan berdasarkan sifat kepolarannya di dalam kolom yang terisi pada fase stasioner. Setelah terelusi dari sistem GC, senyawa tersebut akan masuk ke dalam sistem MS dan senyawa-senyawa tersebut akan diionisasi dengan energi tertentu dan difragmentasi menjadi *ion fragment*. *Ion fragment* tersebut kemudian akan dideteksi oleh detektor MS, dan hasil deteksi ini akan diolah oleh komputer untuk menghasilkan spektrum massa dari senyawa - senyawa tersebut. Spektrum massa ini kemudian akan digunakan untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa tersebut berdasarkan pola fragmentasi unik dari masing-masing senyawa (Al-Rubaye *et al.*, 2017).

Beberapa karakteristik khusus yang dimiliki oleh GC–MS yaitu:

- Rentang massa atom yang luas: 1-1200 u
- Sumber Ion: EI (ionisasi dampak elektron) dan CI (ionisasi kimia) (*up to* 350)
- Batas deteksi instrumen rendah (<10 fg dari *oktafluoronaftalena* (OFN))
- Sensitivitas yang tinggi terhadap sampel uji
- Ultra fast scanning speed* (20.000 amu/s)

- f. *Dual filament: uninterruptible* dan analisis stabil
- g. *Autosampler*: sampel otomatis akan terbaca oleh instrument setelah dimasukkan kedalam alat.

Gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) dapat digunakan untuk menguji kemurnian dari bahan tertentu dan memisahkan berbagai komponen dari campuran. GC-MS dapat menentukan berat molekul suatu senyawa dan rumus molekul tanpa melalui analisis unsur. Selain itu, GC-MS dapat digunakan untuk mengenali senyawa berdasarkan reaksi fragmentasi, sehingga bisa didapatkan cara tambahan untuk mengetahui apakah senyawa tersebut termasuk golongan alkohol, asam karboksilat, aldehida, dan lain sebagainya. Penggunaan GC-MS biasanya digunakan dalam lingkup kimia, farmasi, biologi, lingkungan, forensik, makanan, minuman, minyak, dan gas alam.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 22 Januari – 20 April 2024 di Laboratorium Oseanografi, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Keterangan/fungsi
1	Bunsen	Sterilisasi di dalam <i>laminar air flow</i> .
2	<i>Erlenmeyer</i>	Alat untuk membuat media.
3	Gelas ukur	Alat ukur pelarut saat membuat media.
4	Blender	Alat untuk menghaluskan <i>Sargassum</i> sp.
5	Plastik zip	Wadah sampel tepung <i>Sargassum</i> sp.
6	Kertas label	Pemberian nama sampel.
7	<i>Hot plate</i>	Untuk menghomogenkan media.
8	Cawan petri	Pengujian sampel.
9	Autoklaf	Sterilisasi alat dan bahan.
10	Jas lab	Alat pelindung dan menjaga tubuh tetap steril.
11	Laptop	Mencatat dan mengolah data hasil uji.
12	Inkubator	Tempat inkubasi mikroba dengan suhu terkontrol.
13	Pipet tetes 5 mL	Alat pemindah larutan.
14	<i>Rotary evaporator</i>	Ekstrak <i>Sargassum</i> sp.
15	Pinset	Untuk mengambil dan meletakkan kertas cakram.
16	Jarum ose	Untuk menginokulasi mikroba.
17	<i>Log book</i>	Untuk mencatat kegiatan harian dan data mikroba.
18	Tabung reaksi	Wadah media tumbuh isolat dan bakteri patogen.
19	Timbangan digital	Untuk menimbang media.
20	Oven	Untuk mengeringkan <i>Sargassum</i> sp.
21	GC-MS	Untuk menganalisis senyawa bioaktif dari <i>Sargassum</i> sp.
22	Toples	Maserasi <i>Sargassum</i> sp.
23	Jangka sorong	Untuk mengukur zona bening.

Tabel 3. Bahan yang digunakan dalam penelitian

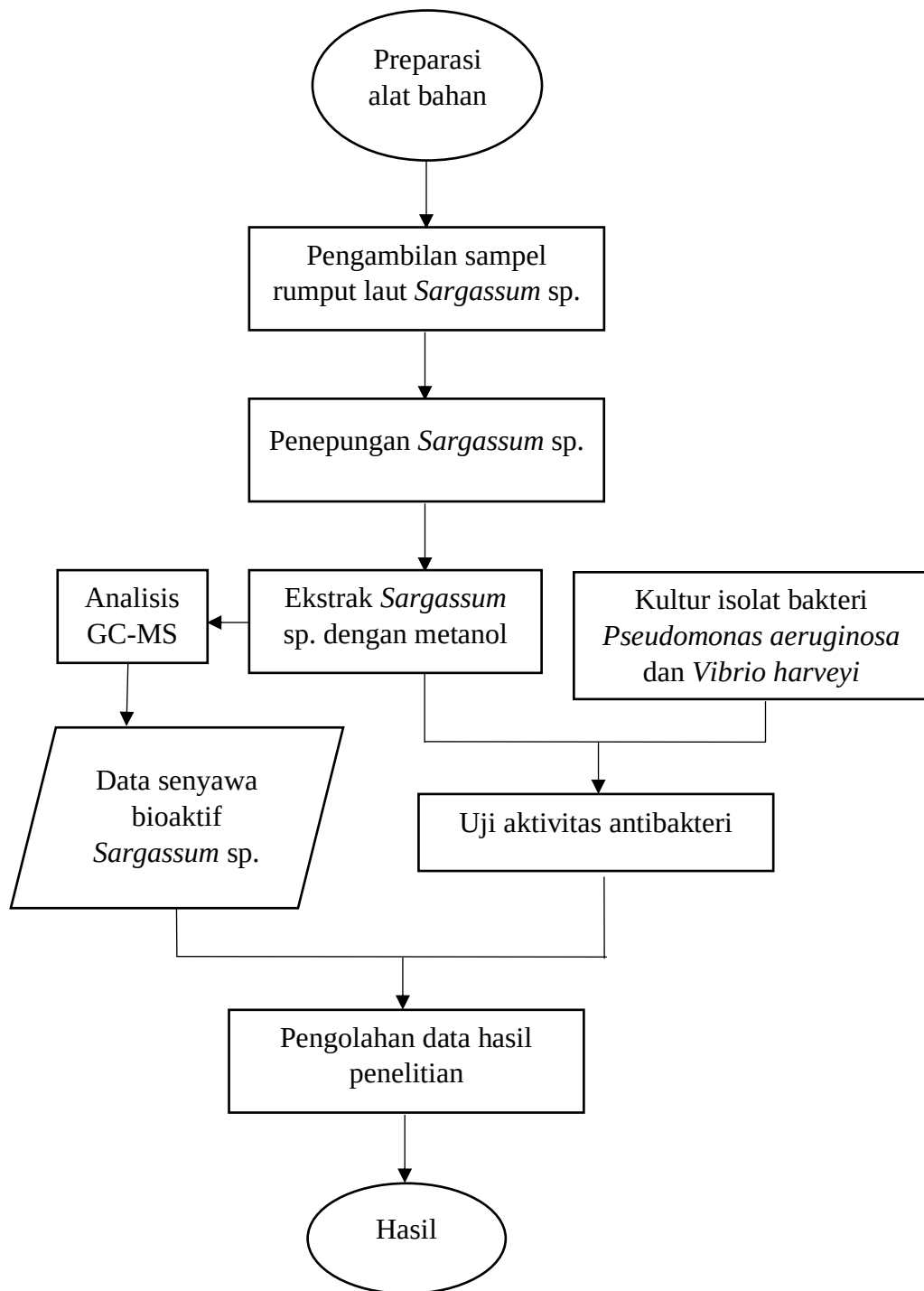
No	Bahan	Keterangan/fungsi
1	<i>Sargassum</i> sp.	Sampel penelitian.
2	Akuades	Sterilisasi alat.
3	Metanol teknis	Bahan ekstraksi.
4	Alkohol	Mensterilisasi alat dan diri.
5	TSA	Media tumbuh bakteri.
6	TSB	Media tumbuh bakteri.
7	Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Sampel penelitian.
8	Bakteri <i>Vibrio harveyi</i>	Sampel penelitian.
9	Cotton swab	Untuk meratakan bakteri dari media cair di atas media agar.
10	Air laut steril	Untuk membuat media.
11	Plastik wrap	Membungkus tepian cawan petri.
12	Kertas tisu	Membersihkan alat.
13	Sarung tangan medis	Melindungi tangan dan mencegah kontaminasi.
14	Masker	Mencegah terjadinya kontaminasi.

3.3. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian *eksploratif* dengan metode *eksperimental laboratorium*. Penelitian ini terdiri dari ekstraksi rumput laut *Sargassum* sp., karakterisasi ekstrak yang meliputi analisis GC-MS dan analisis antibakteri pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Vibrio harveyi*.

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan pengambilan sampel *Sargassum* sp. Sampel dikeringkan dan dibuat serbuk agar mudah diekstraksi. Selanjutnya, sampel dilakukan pengecekan profil senyawa bioaktif menggunakan alat GC – MS dan dilakukan pengujian antibakteri dari *Sargassum* sp. terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Vibrio harveyi*. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Prosedur penelitian.

3.4.1. Pengambilan Sampel Rumput Laut *Sargassum* sp.

Sampel *Sargassum* sp. diambil di perairan Pantai Sebalang, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan. Pengambilan sampel dilakukan di tepi pantai dengan kedalaman kurang lebih 1 - 2 m. Sampel yang telah diambil kemudian dibersihkan dengan air laut dan dimasukkan ke dalam plastik *zip*. Selanjutnya, sampel dibawa ke laboratorium untuk dikeringkan.

3.4.2. Penepungan *Sargassum* sp.

Sampel *Sargassum* sp. dicuci dengan air laut dan dibilas hingga bersih. Sampel dikeringanginkan selama ± 5 hari. Sampel yang telah kering, kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh bentuk bubuk. Selanjutnya, sampel dilakukan pengayakan dan sampel hasil pengayakan dikemas rapat dengan diberi label serta ditutup menggunakan aluminium foil agar terlindung dari sinar matahari. Sampel kemudian disimpan pada suhu ruang (4 °C) (Sidauruk *et al.*, 2021)

3.4.3. Ekstraksi *Sargassum* sp.

Ekstraksi *Sargassum* sp. dilakukan menggunakan metode maserasi. Maserasi dilakukan sekitar 7 hari pada suhu ruang dan dalam wadah tertutup rapat (Moniung *et al.*, 2022). Total berat *Sargassum* sp. kering yang digunakan yaitu 250 g. Pelarut yang digunakan yaitu metanol 70% sebanyak 750 mL. Perbandingan bahan dan pelarut yang digunakan ditentukan berdasarkan Sidauruk *et al.* (2021), yaitu 1:3 (b/v). Metanol memiliki sifat polar yang dapat menarik senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung di dalam *Sargassum* sp. Setelah dilakukan maserasi, sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring. Selanjutnya, filtrat diuapkan menggunakan *rotary evaporator* agar didapatkan ekstrak kasar *Sargassum* sp. tanpa kandungan metanol. Terakhir, hasil ekstrak kasar yang berbentuk pasta dimasukkan ke dalam botol vial yang tertutup rapat dan simpan ke dalam lemari pendingin.

Penghitungan rendemen:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak yang didapat}}{\text{Berat simplisia yang di ekstrak}} \times 100\% \\
 &= \frac{4,4 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% \\
 &= \frac{440}{250} \\
 &= 1,76 \%
 \end{aligned}$$

3.4.4. Kultur Isolat Bakteri *Vibrio harveyi* dan *Pseudomonas aeruginosa*

Isolat murni bakteri *Vibrio harveyi* dan *Pseudomonas aeruginosa* dikultur pada media TSA yang baru untuk memperoleh kepadatan masing – masing 10^6 (Rusadi *et al.*, 2019) dan 10^8 (Nurjanah *et al.*, 2014). Setelah 1x24 jam bakteri hasil kultur diamati, jika sudah tumbuh dilakukan kultur bakteri menggunakan TSB. Setelah bakteri isolat tumbuh, isolat diinokulasikan pada media TSA miring dan diberi pengkodean sesuai sampel. Isolat disimpan di inkubator dan siap digunakan untuk uji aktivitas antibakteri.

3.4.5. Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan untuk melihat aktivitas ekstrak *Sargassum* sp. terhadap bakteri patogen. Oleh karena itu, uji ini sering disebut uji konfirmasi untuk melihat adanya aktivitas daya hambat suatu ekstrak terhadap bakteri patogen. Aktivitas daya hambat dapat berasal dari sel dan juga senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya. Uji aktivitas dilakukan dengan metode difusi agar menggunakan kertas cakram (Trianto *et al.*, 2019). Ekstrak diuji tantang dengan bakteri *Vibrio harveyi* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Uji aktivitas antibakteri terdiri dari dua tahap uji, yaitu uji pendahuluan dan uji utama. Uji pendahuluan digunakan untuk menentukan konsentrasi ekstrak *Sargassum* sp. dalam uji utama. Hasil uji pendahuluan disajikan dalam Lampiran 5

Adapun langkah-langkahnya uji aktivitas antibakteri adalah sebagai berikut:

1. Bakteri patogen yang telah dikultur dituang sebanyak 100µL ke dalam cawan berisi media lalu diratakan menggunakan *spreader*.

2. Kertas cakram ditetesi dengan ekstrak yang sudah tersedia dengan konsentrasi ekstrak 10 ppm, 30 ppm, 50 ppm, 70 ppm, dan 90 ppm menggunakan mikro-pipet.
3. Larutan ampisilin digunakan sebagai kontrol positif dengan konsentrasi 1%.
4. Pelarut digunakan sebagai kontrol negatif.
5. Kemudian diinkubasi kembali selama 1-2 hari untuk dilihat ada atau tidaknya zona hambat.
6. Setelah itu, luas zona hambat dihitung menggunakan jangka sorong.

3.4.6. Analisis *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS)

Analisis senyawa bioaktif dilakukan dengan alat GC-MS (kromatografi gas – spektrometri massa) yang berada di Pusat Laboratorium Forensik Bareskrim Polri, Bogor, Jawa Barat. Energi ionisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekitar 70 eV. Gas helium (kemurnian 99,999%) digunakan sebagai gas pembawa dengan laju alir konstan 1,21 mL/menit. 1 mikro liter sampel disuntikkan dalam mode split dengan rasio 10. Masing – masing suhu injektor GC dan jalur transfer MS diatur pada 230 dan 280 °C. Suhu sumber ion dipertahankan secara konstan pada 300 °C. Suhu oven diatur pada 100 °C selama 2 menit. Selanjutnya, jumlahnya meningkat menjadi 200 °C (pada jam 5 °C/menit) dengan waktu tahan 5 menit hingga 235 °C (jam 10 °C/menit) selama 10 menit. Puncak yang dihasilkan dianalisis di perpustakaan spektrum massa bawaan seperti NIST05.LIB dan WILEY8-LIB (Kumar *et al.*, 2013).

3.5. Pengolahan dan Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini ialah menggunakan analisis statistik. Data yang dikumpulkan yaitu data hasil analisis GC-MS dan data uji aktivitas antibakteri. Data tersebut akan diolah dan dihitung standar deviasinya menggunakan Microsoft Excel 2019. Perhitungan standar deviasi untuk mengetahui seberapa luas penyimpangan nilai data tersebut dari nilai rata-rata zona hambat yang terbentuk.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapat kesimpulan berupa:

1. Hasil uji GC–MS ekstrak rumput laut *Sargassum* sp. didapatkan 33 senyawa (12 asam lemak, 15 senyawa bioaktif lainnya, 3 petrokimia, 2 silikon, dan 1 ftalat). Berdasarkan studi pustaka yang sudah dilakukan terdapat 14 senyawa yang teridentifikasi sebagai antibakteri dengan kandungan dominan terdiri dari senyawa *stigmasta-5,24(28)-dien-3-ol* (30,648% dan 1,062%), *n-Hexadecanoid acid* (27,241%), dan *arachidonic acid* (20,918%).
2. Ekstrak rumput laut *Sargassum* sp. memiliki aktivitas sebagai antibakteri dibuktikan dengan adanya zona hambat ekstrak *Sargassum* sp. terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Vibrio harveyi* dalam uji secara *in vitro*. Zona hambat terbentuk pada semua konsentrasi yang diujikan, tetapi zona hambat yang didapatkan dikategorikan lemah.

5.2. Saran

Jika dilihat dari hasil uji GC-MS *Sargassum* sp memiliki kandungan asam lemak yang tinggi, sehingga peneliti menyarankan adanya penelitian terkait pengaplikasian ekstrak *Sargassum* sp sebagai pengkayaan pakan alami guna untuk meningkatkan kelulus hidupan larva ikan pada masa kritis.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulmalik, U., Umar, A., & Shehu, I. 2023. Evaluation of antibacterial activity, phytochemical screening and GC-MS analysis of ethanol and aqueous extracts *Adansonia digitata* fruits (kuka) against some clinical isolates. *Sahel Journal of Life Sciences FUDMA*, 1(1): 76-88.
- Abubakar, M. & Majinda, R. 2016. GC-MS analysis and preliminary antimicrobial activity of *Albizia adianthifolia* (Schumach) and *Pterocarpus angolensis* (DC). *Medicines*, 3(3): 1-9.
- Akerina F.O. 2018. Identifikasi bakteri *Vibrio* sp. dan deteksi keberadaan *Escherichia coli* pada beberapa jenis udang beku di pasar Arumbae kota Ambon. *Jurnal Hibualamo Seri Ilmu-Ilmu Alam dan Kesehatan*, 2(1): 21-25.
- Alfiyaturohmah., Ningsih, R., & Yusnawan, E. 2013. Uji aktivitas antibakteri ekstrak kasar etanol, kloroform dan n-heksana alga coklat *Sargassum vulgare* asal pantai Kapong Pemekasan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Alchemy*, 2(2): 101-149.
- Al-Rubaye A.F., Hameed, I.H., & Kadhim, M.J. 2017. A Review: Uses of gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) technique for analysis of bioactive natural compounds of some plants. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research*, 9(1):81-85.
- Gideon, V.A. 2015. GC-MS analysis of phytochemical components of *Pseudoglochidion anamalayanum* Gamble: an endangered medicinal tree. *Pelagia Research Library Asian Journal of Plant Science and Research*, 5(12): 36-41.
- Aparna, V., Dileep, K.V., Mandal, P.K., Karthe, P., Sadasivan, C., & Haridas, M. 2012. Antiinflammatory property of n-hexadecanoic acid: structural evidence and kinetic assessment. *Chemical Biology & Drug Design*, 80: 434-439.
- Apriliani M., Sarjito & Haditomo, A.H.C. 2016. Keanekaragaman agensia penyebab vibriosis pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan sensitivitasnya terhadap antibiotik. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1): 98-107.

- Arundina, I., Frimayanti, N., Surboyo, M.D.C., Budhy, T.I., & Iskandar, B. 2024. 6-octadecenoic and oleic acid in liquid smoke rice husk showed covid-19 inhibitor properties. *Hindawi Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2024: 1-9.
- Asaad A.I.J., Nessa, N., Trijuno, D.D., & Anshary, H. 2019. *Vibrio* bacterial concentration in vaname shrimp pond super intensive technology in Takalar District, Indonesia. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*, 4(4): 0978-0982.
- Asghar, S., Rehman, M.I., Choudahry., & Rahman. 2011. Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis of petroleum ether extract (oil) and bioassays of crude extract of *Iris germanica*. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*, 3(7): 95-100.
- Asmarani., Eso, A., & Asri, M.S. 2015. Uji daya hambat fraksi rumput laut coklat (*Sargassum* sp.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Majalah Farmasi, Sains, dan Kesehatan*, 3(1): 10-14.
- Astuti, L. 1995. Vitamin E sebagai antioksidan. *Media Litbangkes*, 5(1): 14-16.
- Azzaz, N.A.E., El-Khateeb, A.Y., Farag, A.A. 2014. Chemical composition and biological activity of the essential oil of *Cyperus articulatus*. *International Journal of Academic Research*, 6(5): 265-269.
- Belakhdar, G., Benjouad, A., & Abdennebi, E. H. 2015. Determination of some bioactive chemical constituents from *Thesium humile* Vahl. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(10): 2778–2783.
- Candra, R.M., Isnidar., & Luliana, S. 2023. Isolasi dan identifikasi terpenoid fraksi heksan daun *Premna serratifolia* L. menggunakan GC-MS. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 5(2): 363-371.
- Chotigeat, W., Tongsupa, S., Supamataya, K., & Phongdara, A. 2007. Effect of fucoidan on disease resistance of black tiger shrimp. *Aquaculture*, 233: 23-30.
- Dahlia E.J., Suprpto, H., & Kusdarwati, R. 2017. Isolasi dan identifikasi bakteri pada benih ikan kerapu cantang (*Epinephelus* sp.) dari kolam pendederan Balai Perikanan Budi daya Air Payau (BPBAP) Situbondo, Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(2): 57-66.
- Darmapatni, K.A.G., Basori, A., & Suaniti, N.M. 2016. Pengembangan metode GC-MS untuk penetapan kadar acetaminophen pada sp.esimen rambut manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 3(18): 62-69.

- Deepika, C. 2019. FTIR, SEM, EDS and GC-MS metabolite profiling of macroalgae – *Sargassum wightii*. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 6(3): 6791-6797.
- De Sousa, D.P., Lima, T.C., & Steverding, D. 2016. Evaluation of antiparasitic activity of mentha crisp.a essential oil, its major constituent rotund ifolone and analogues against *Trypanosoma brucei*. *Planta Medica*, 82(15): 1346-1350.
- Devi, S.A., Setyati, W.A., wulandary, D.A., Saputra, E., & Muchlissin, S.I. 2018. Bioaktivitas antivibrosis dan identifikasi golongan senyawa pada ekstrak yeast dari sedimen ekosistem mangrove Karimunjawa. *Jurnal Enggano*, 3(2): 156-163.
- Dewi K.A. 2011. Isolasi, identifikasi dan uji sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap amoxicillindari sampel susu kambing peranakan ettawa (PE) penderita mastitis di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(2). 140-149.
- Di Ciaula, A., Garruti, G., Baccetto, L.R., Molina-Molina, E., Bonfrate, L., Wang, D.Q., & Portincasa, P. 2017. Bile acid physiology. *Annals of Hepatologi*, 16(1):4-14.
- Di Sotto, A., Di Giacomo, S., Abete, L., Bozovic, M., Parisi, O.A., Barile, F., Vitalone, A., Izzo, A.A., Ragno, R., & Mazzanti, G. 2017. Genotoxicity assessment of piperitenone oxide: an in vitro and in silico evaluation. *Food and Chemical Toxicology*, 106(2017): 506-513.
- Duraisamy, M. & Selvaraju, R. 2021. Analysis of bioactive compounds by gas chromatography – mass spectrum and anti-bacterial activity of *Zonaria cre-nata*. *Aegaeum Journal*, 8(10): 829-844.
- Edison., Diharmi, A., Ariani, N.M., & Mirna, I. 2020. Komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan ekstrak kasar *Sargassum plagyophyllum*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1): 58-66.
- Ermolenko, E.V., Imbs, A.B., Glorizova, T.A., Poroikov, V.V., Sikorskaya, T.V., & Dembitsky, V.M. 2020. Chemical diversity of soft coral steroids and their pharmacological activities. *Marine Drugs*, 18(613): 1-34.
- Esati, N.K., Jawa La, E.O., & Lestari, G.A.D. 2022., Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun rosemary (*Rosemarinus officinalis* L.) dengan metode DPPH dan FRAP serta pengaplikasiannya sebagai zat aktif dalam losion. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 4(4): 363-369.
- Eso, A., Mulyawati, S.A., & Rahmawati, E. 2019. Uji daya hambat fraksi N-heksan dan etil asetat rumput laut cokelat (*Sargassum* sp.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Medula*, 7(1):1-9.

- Fajriani, B., Budiharjo, A., & Pujiyanto, S. 2018. Isolasi & identifikasi molekuler bakteri antagonis terhadap *Vibrio parahaemolyticus* patogen pada udang *Litopenaeus vannamei* dari produk probiotik dan sedimen mangrove di Rembang. *Jurnal Biologi*, 7(1): 52-63.
- Fedorova, I., Hashimoto, A., Fecik, R.A., Hedrick, M.P., Hanus, L.O., Boger, D.L., Rice, K.C., & Basile, A.S. 2001. Behavioral evidence for the interaction of oleamide with multiple neurotransmitter systems. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 299(1): 332–342.
- Fikri, F. 2013. *Bahaya Kolesterol: Memahami, Mendeteksi dan Mengontrol, Kolesterol*. Kata Hati. Jogjakarta. 104 hlm.
- Fitri, L. 2010. Kemampuan daya hambat beberapa macam sabun antiseptik terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi Edukasi*, 2(2): 1-7.
- Fitri, Z.M., Kismiyati & Mubarak, A.S. 2018. Daya antibakteri ekstrak daun api-api (*Avicennia alba*) terhadap *Vibrio harveyi* penyebab vibriosis secara In vitro. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(2): 131-136.
- Gakuubi, M.M., Wanzala, W., Wagacha, J.M., & Dossaji, S.F. 2016. Bioactive properties of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) essential oils: a review. *American Journal of Essential Oils and Natural Products*, 4(2): 27-36.
- Gazali, M., Nurjanah., & Zamani, N.P. 2018. Eksplorasi senyawa bioaktif alga cokelat *Sargassum* sp. sebagai antioksidan dari Pesisir Barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1): 167-178.
- Gellatly, S.L., & Hancock, R.E. 2013. *Pseudomonas aeruginosa*: new insights into pathogenesis and host defenses. *Pathogens*, 67(1): 159–173.
- Gutow, L., Eckerlebe, A., Gimenez, L., & Saborowski, R. 2016. Experimental evaluation of seaweeds as a vector for microplastic into marine food webs. *Environmental Science Technology*, 50: 915
- Hardouin K., Burlot, A.S., Umami, A., Tanniou, A., Stigerpouvreau V., Widowati, I., Bedoux, G., & Bourgougnon, N. 2014. Biochemical and antiviral activities of enzymatic hydrolysates from different invasive french seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, 26(2): 1029-1042.
- Harharah, Z.F., Suryania, D., & Sunarwidhi, A.L. 2021. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol rumput laut cokelat (*Sargassum cristaefolium*) terhadap *Staphylococcus epidermidis*. 2021. *Lambung Farmasi; Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 2(2): 138-145.

- Heinemeyer, G., Sommerfeld, C., Springer, A., Heiland, A., Lindtner, O., Greiner, M., Heuer, T., Krems, C., & Conrad, A. 2013. Estimation of dietary intake of bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) by consumption of food in the German population. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 216(2013): 472-480.
- Hira, K., Farhat, H., Sohail, N., Ansari, M., Ara, J., & Ehteshamul-Haque, S. 2021. Hepatoprotective activity against acetaminophen-induced liver dysfunction and GC-MS profiling of a brown algae *Sargassum ilicifolium*. *Clinical Phytoscience*, 7(40): 1-11.
- Iglewski B.H. 1996. Pseudomonas. Dalam Baron, S. (Eds.). *Mikrobiologi Medis, edisi ke-4*. Cabang Medis Universitas Texas di Galveston. Galveston (TX). Bab 27.
- Inoue, Y., Hada, T., Shiraishi, A., Hirose, K., Hamashima, H., & Kobayashi, S. 2005. Biphasic effects of geranylgeraniol, teprenone, and phytol on the growth of *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother*, 49(5): 1770-1774.
- Insani, S.A., Suseno, S.H., & Jacoeb, A.M. 2017. Karakteristik squalene minyak hati ikan cucut hasil produksi industri rumah tangga, Pelabuhan Ratu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3): 494-504.
- Job, N., Chandran, A.A., Augustine, A., Palliyalli, R.P., & Nevin, K.G. 2023. *Sargassum wightii* greville ex J.Agardh grevilli extract with macromolecular protection activity in vitro: prospecting for novel drug leads using GC-MS based metabolic profiling. *International Journal on Algae*, 25(3): 267-282.
- Kahsay, T.T. & Unnithan, C.R. 2016. Characterization of essential oils extracted from *Cymbopogon citratus* and their physicochemical properties. *International Journal Basic Applied Sciences*, 2(2): 107-111.
- Kalasariya, H.S. & Patel, N.B. 2022. Phycochemical characterization of marine macroalgae, *Sargassum tenerrimum* collected from beyt dwarka, Western Coast of Gujarat, India. *Oriental Journal of Chemistry*, 38(2): 361-374.
- Kamatou, G.P.P. & Viljoen, A.M. 2017. Comparison of fatty acid methyl esters of palm and palmist oils determined by GCxGC-ToF-MS and GC-MS/FID. *South African Journal of Botany*, 112(2017): 483-488.
- Kartikaningsih, H., Trihartita, Y., & Fuadi, F. 2020. Antibakteri ekstrak etanol serbuk kering *Sargassum cristaefolium* terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella typhosa*. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(1): 53-60.
- Karunia, S.D., Supartono., & Sumarni, W. 2017. Analisis sifat antibakteri ekstrak biji srikaya (*Annona squamosa* L) dengan pelarut organik. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(1): 56-60.

- Katrin, D., Idiawati, N., & Sitorus, B. 2015. Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak daun malek (*Litsea gracieae vidal*) terhadap bakteri *Stapylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(1): 7-12.
- Kharisma, A., & Manan, A. 2019. Kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada air pembe-saran udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebagai deteksi dini serangan penyakit vibriosis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 128-134.
- Kumar, P., Senthamilselvi, S., & Govindaraju, M. 2013. GC-MS profiling and antibacterial activity of *Sargassum tenerrimu*. *Journal Of Pharmacy Rese-arch*, 6(2013): 88-92.
- Kusmarwati, A., Yennie, Y., & Indriati, N. 2017. Resistensi antibiotik pada *Vibrio parahaemolyticus* dari udang vaname asal Pantai Utara Jawa untuk pasar eks-por. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 12(2): 91-106.
- Kusumaningrum I., Hastuti, R.B., & Haryanti, S. 2007. Pengaruh perasan *Sargas-sum crassifolium* dengan konsentrasi yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max(L) Merrill*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 15(2): 17-23.
- Kusumaningrum, L., Thessiana, N., & Financia G. 2017. Sistem sterilisasi bakteri *Vibrio harveyi* menggunakan radioisotop cobalt-60 untuk budi daya udang. *Jurnal Kelautan Nasional*, 10(3): 125-137.
- Lutfiawan, M., Karnan & Japa, L. 2015. Analisis pertumbuhan *Sargassum* sp. de-ngan sistem budi daya yang berbeda di Teluk Ekas Lombok Timur sebagai bahan pengayaan mata kuliah ekologi tumbuhan. *Jurnal Biologi Tropis*, 15(2): 135-144.
- Lynch III, J.P., Zhanel, G.G., Clark, N.M., Ramírez-Estrada, S., Borgatta, B., Rello, J., Kollef, M., Chastre, J., Fagon, J., & Tumbarello, M. 2017. Emer-gence of antimicrobial resistance among *Pseudomonas aeruginosa*: implica-tions for therapy. *Seminars In Respiratory and Critical Care Medicine*, 38(1): 326–345.
- Mackay, G.M., Zheng, L., van den Broek, N.J.F., & Gottlieb, E. 2015. Analysis of cell metabolism using LC-MS and isotope tracers. *Metabolic Analysis Using Stable Isotopes*, 561: 171–196.
- Maeda H., Hosokawa, M., Sashima, T., Funayama, K., & Miyashita, K. 2005. Ak-tivitas anti obesitas fucoxanthin karotenoid laut. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 332(1): 392-397.
- Mahfoudhi, N., Ksouri, R., & Hamdi, S. 2016. Nanoemulsions as potential delive-ry systems for bioactive compounds in food system: preparation, characteri-zation, and applications in food industry. *Elsevier*, 11: 365-403.

- Moniung, P., Singkoh, M.F.O., & Butarbutar, R.R. 2022. Potensi alga *Halymenia durvillei* sebagai sumber antioksidan alami. *Jurnal Bios Logos*, 12(1):39-45.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2): 361-365.
- National Center for Biotechnology Information (2024). PubChem Compound Summary for CID 146501. 13-Methylpentadecanoic acid. Retrieved June 10, 2024 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/13-Methylpentadecanoic-acid>.
- National Center for Biotechnology Information (2024). PubChem Compound Summary for CID 5282750. Octadecenoic acid. Retrieved June 10, 2024 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Octadecenoic-acid>.
- National Center for Biotechnology Information (2024). PubChem Compound Summary for CID 5367370. Cyclododecadiene. Retrieved June 10, 2024 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cyclododecadiene>.
- National Center for Biotechnology Information (2024). PubChem Compound Summary for CID 14900. 2,3-Dihydroxypropyl hexadecanoate. Retrieved June 10, 2024 from https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2_3-Dihydroxypropyl-hexadecanoate.
- National Center for Biotechnology Information (2024). PubChem Compound Summary for CID 92094. delta-Tocopherol. Retrieved June 10, 2024 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/delta-Tocopherol>.
- National Center for Biotechnology Information (2024). PubChem Compound Summary for CID 92729. gamma-Tocopherol. Retrieved June 10, 2024 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/gamma-Tocopherol>.
- National Center for Biotechnology Information. 2024. PubChem Compound Summary for CID 146501. 13-Methylpentadecanoic acid. Retrieved May 20, 2024. From: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/13-Methylpentadecanoic-acid>.
- National Center for Biotechnology Information. 2024. PubChem Compound Summary for CID 5280435. *Phytol*. Retrieved June 10, 2024 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Phytol>.
- National Center for Biotechnology Information. 2024.. PubChem Compound Summary for CID 92729. gamma-Tocopherol. Retrieved May 20, 2024 from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/gamma-Tocopherol>.
- Nurasiah, E.S. 2010. *Pengoptimuman Ekstraksi Andrografolida dari Sambiloto dengan Rancangan Fraksional Faktoria*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Nurjanah, S., Prayitno, S.B., & Sarjito. 2014. Sensitivitas bakteri *Aeromonas* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang diisolasi pada ikan mas (*Caprinus carpio*) sakit terhadap berbagai macam obat beredar. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4): 308-316.
- Ode, I. 2012. Patologi bakteri vibrio pada ikan. *Bimafika*, 3(2): 355–359.
- Oluwasina, O.O., Ezenwosu, I.F., Ogidi, C.O., & Oyetayo, V.O. 2019. Antimicrobial potential of toothpaste formulated from extracts of *Syzygium aromaticum*, *Dennettia tripetala* and *Jatropha curcas* latex against some oral pathogenic microorganisms. *AMB Express*, 9(20): 1-13.
- Owens, L., Busico, S., & Nancy. 2006. *Vibrio harveyi*: Pretty Problems in paradise (Chapter 19). In Thompson, F., Austin, B., & Swings, J. (Eds). The Biology of Vibrios. ASM Press. Washington, DC.
- Pakidi, C.S., Suwoyo, H.S. 2017. Potensi dan pemanfaatan bahan aktif alga coklat *Sargassum* sp. *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, 6(1): 551-562.
- Palomer, X., Javier, P.Z., Emma, B., & Manuel, V.A.C. 2017. Palmitic and oleic acid: the yin and yang of fatty acids in type 2 diabetes mellitus. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 29(3): 179-198.
- Pangestuti., I.E., Sumardianto., & Amalia, U. 2017. Skrining senyawa fitokimia rumput laut *Sargassum* sp. dan aktivitasnya sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 2(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.
- Pelczar, M.J. & Chan, E.C.S. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi, Jilid 1*. Terjemah: Hadioetomo, R.S. UI Press. Jakarta Pusat. 997 hlm.
- Pollak, P., Romeder, G., Hagedorn, F., & Gelbke, H.P. 2000. *Nitriles: Ullmann's: Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH. Weinheim. 363 hlm.
- Porrozzi, R., Santos da Costa, M. V., Teva, A., Falqueto, A., Ferreira, A. L., dos Santos, C. D., Fernandes, A.P., Gazzinelli, R.T., Campos-Neto, A., & Grimaldi, G. 2007. Comparative evaluation of enzyme-linked immunosorbent assays based on crude and recombinant leishmanial antigens for serodiagnosis of symptomatic and asymptomatic *Leishmania infantum* visceral infections in dogs. *Clinical and Vaccine Immunology*, 4(5): 544-548.
- Pratiwi, S.T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Erlangga. Jakarta. 237 hlm.

- Praveen kumar, P., Kumaravel, S., & Lalitha, C. 2010. Screening of antioxidant activity, total phenolics and GC-MS study of *Vitex negundo*. *Afr. Journal of Biochemistry Research*, 4(7): 191-195.
- Prawirodihardjo, E. 2014. *Uji Aktivitas Antioksidan dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol 70% dan Ekstrak Air Laut Batang Kayu Jawa (Lannea coromandelica)*. (Skripsi). Universitas Islam Negri Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta. 86 hlm.
- Prayudo, A.N., Novian, O., Setyadi, & Antaresti. 2015. Koefisien transfer massa kurkumin dari temulawak. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 14:2 6–31.
- Purwani, E., Retnaningtyas, E., & Widowati, D. 2012. Pengembangan model pengawet alami dari ekstrak lengkuas (*Languas galanga*), kunyit (*Curcuma domestica*) dan jahe (*Zingiber officinale*) sebagai pengganti formalin pada daging segar. *Proceeding Biology Education Centre*. Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sebelas Maret. Hlm: 629-634.
- Putri, A.M. 2014. *Ekstraksi Rumput Laut Coklat Sargassum sp. (CP 01) dan Pengujian Ekstrak sebagai Inhibitor Tirosinase*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 24 hlm.
- Rahma, N. 2020. *Efektivitas Ekstrak Rumput Laut Sargassum polycystum Sebagai Antibakteri Vibrio sp.p.* (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makasar. 41 hlm.
- Renita A, A., Sreedhar, N., & Peter D, M. 2014. Optimization of algal methyl esters using RSM and evaluation of biodiesel storage characteristics. *Bio-resources and Bioprocessing*, 1(19): 1-9.
- Rohim, A. 2018. *Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Senyawa Bioaktif pada Ekstrak Kasar Rumput Laut Coklat Sargassum cristaeifolium dari Hasil Ekstraksi Bertingkat (Kajian Perbedaan Polaritas Pelarut)*. (Tesis). Universitas Brawijaya. Malang. 139 hlm.
- Rajivgandhi, G.N., Kanisha, C.C., Ramachandran, G., Manoharan, N., Ramzi A., Mothana., Nasir, A., Siddiqui., Adnan, J., Al-Rehaily., Ullah, R., Omer M., & Almarfadi. 2021. Phytochemical screening and antioxidant activity of *Sargassum wightii* enhances the antibacterial activity against *Pseudomonas aeruginosa*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(2021): 1763–1769.
- Rajkumar, G., Bhavan, P.S., Suganya, M., Srinivasan, V., Karthik, M., & Udayasuriyan, R. 2017. Phytochemical characterization of marine macro alga *Sargassum polycystem*, molecular docking, and in vitro anti-bacterial activity against *Psuedomonas aeruginosa*. *International Biological and Biomedical Journal*, 4(1): 1-13.

- Rusadi, D., Wardiyanto., & Diantari, R. 2019. Tretment of vibriosis disease (*Vibrio harveyi*) in vaname shrimp (*Litopenaus vannamei*, Boone 1931) using *Avicennia alba* leaves extract. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budi daya Perairan*, 8(1): 2597-5315.
- Shaaban, M.T., Ghaly, M.F., & Fahmi, S.M. 2021. Antibacterial activities of hexadecenoic acid methyl ester and green-synthesized silver nanoparticles against multidrug-resistant bacteria. *Journal of Basic Microbiology*, 2021: 1-12.
- Shafira, M.L., Ethica, S.N., & Ernanto, A.R. 2022. Deteksi *Pseudomonas aeruginosa* isolat pus luka berbasis polymerase chain reaction menggunakan gen *algD*. *Prosiding Seminar Nasional*. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang. Hlm: 795-806.
- Shiratori K., Ohgami, K., Ilieva, I., Jin, X.N., Koyama, Y., Miyashita, K., Kase, S., & Ohno, S. 2005. Effects of fucoxanthin on lipopolysaccharide-induced inflammation *in vitro* and *in vivo*. *Experimental Eye Research*, 81(1): 422–428.
- Sidauruk, S.W., Sari, N.I, Diharmi, A., & Arif, I. 2021. Aktivitas antibakteri ekstrak *Sargassum plagyophyllum* terhadap bakteri *Listeria monocytogenes* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1): 27-37.
- Silano, V., Baviera, B.J.M., Bolognesi, C., Chesson, A., Cocconcelli, P.S., Crebelli, R., Gott, D.M., Grob, K., Lampi, E., Mortensen, A., Riviere, G., Steffensen, I.L., Tlustos, C., Loveren, V.H., Vernis, L., Zorn, H., Cravedi, J.P., Fortes, C., Pocas, P.M.F., Waalkens-Berendsen, I., Wolfle, D., Arcella, D., Cascio, C., Castoldi, A.F., Volk, K., & Castle, L. 2019. Update of the risk assessment of di-butylphthalate (DBP), butyl-benzyl-phthalate (BBP), bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), di-isononylphthalate (DINP) and di-isodecylphthalate (DIDP) for use in food contact materials. *European Food Safety Authority Journal*, 17(12): 1-85.
- Singh, R. & Chaturvedi, P. 2019. Phytochemical characterization of rhizome, fruit, leaf and callus of *Rheum emodi* Wall. using GC-MS. *Pharmacogn Journal*, 11(3): 617-623.
- Sosa, A.A., Bagi, S.H., & Hameed, I.H. 2016. Analysis of bioactive chemical compounds of *Euphorbia lathyrus* using gas chromatography-mass spectrometry and fouriertransform infrared spectroscopy. *Journal Pharmacognosy and Phytotherapy*, 8(5): 109–126.
- Sukandar, T.K., Sinaga, I., & Santikawati, S. 2023. Fraksi aktif rumput laut coklat (*Sargassum cinereum*) sebagai antioksidan dan antibakteri. *Jurnal Penelitian Terapan Perikanan dan Kelautan*. 1(1): 66-74.

- Sukarti., Risdawati & Illing, I. 2023. Analisis kandungan senyawa kimia dari ekstrak kloroform daun akar bulu (*Merremia vitifolia*) menggunakan GC-MS. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 5(2): 30-38.
- Sukmiwati, M., Diharmi, A., Mora, E., & Susanti, E. 2018. Aktivitas antimikroba teripang kasur (*Stichopus vastus* Sluiter) dari Perairan Natuna Kepulauan Riau. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2): 328- 335.
- Sun, J., Gao, X., Qun, J., Du, X., Bi, K., Zhang, X., & Lin, L. 2016. Comparative analysis of the survival and gene expression of pathogenic strains *Vibrio harveyi* after starvation. *FEMS Microbiology Letters*, 363(22): 1-6.
- Suryatman, A. & Achmad, N. 2022. Uji Daya hambat ekstrak alga coklat (*Sargassum* sp.) terhadap pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi* secara in-vitro. *Lutjanus*, 27(1): 6-12.
- Swamy, M.K., Arumugan, G., Kaur, R., Ghasemzadeh, A., Yusoff, M.M., & Sin-niah, U.R. 2017. GC-MS based metabolite profiling, antioxidant and antimicrobial properties of different solvent extracts of malaysian *Plectranthus amboinicus* leaves. *Hindawi Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017: 1-10.
- Talaro, K.P. 2008. *Foundation in Microbiology, Edisi ke-6*. McGraw-Hill. New York. 534 hlm.
- Talib, N., Ahmad, M.R., Ab Kadir, M.I., Ismail, K., & Rahim, A.F.C. 2018. Optimization of supercritical CO₂ natural dye extraction from brown seaweed (*Sargassum* Sp.) via response surface methodology. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(3): 105-108.
- Takril, M.A., & Nur, S. 2021. Effectiveness of aloe vera gel with different doses for the treatment of common carp (*Cyprinus carpio*) infected with *Pseudomonas aeruginosa*. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science*, 2(2): 135-141.
- Tawasulloh, M.S.Y., Bintari, Y.R., & Hakim R. 2023. Potensi anti bakteri senyawa *Cladophora* sp. terhadap target PBP1b dan PBP2 pada bakteri *Escherichia coli* menggunakan studi in silico. *Journal of Community Medicine*. 11(2): 1-13.
- Tiwari, P., Jain, R., Kumar, K., Panik, R., & Sahu, P.K. 2011. An evaluation of antimicrobial activities of root extract of *Calendula officinalis* (Linn.). *New-sletter*, 892(1): 886–892.
- Trianto, A., Nirwani, N., Susanti, O., Maesaroh, D.S., & Radjasa, O.K. 2019. The bioactivity of bacterium and fungi living associate with the sponge *Reniera* sp. against multidrug resistant *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(8): 2302-2307.

- Undurti N.D. 2018. Arachidonic acid and other unsaturated fatty acids and some of their metabolites function as endogenous antimicrobial molecules: A review. *Journal of Advanced Research*, 11(2018): 33-41.
- Wang, N., Kuczmanski, A., Dubrovskaya, G., & Gollasch, M. 2018. Palmitic acid methyl ester and its relation to control of tone of human visceral arteries and rat aortas by perivascular adipose tissue. *Frontiers in Physiology*, 9(583): 1-10.
- Widowati, I., Susanto, A.B., Puspita, M., Stiger-Pouvreau, V., & Bourgougnon, N. 2013. Potentiality of using spreading *Sargassum* species from Jepara, Indonesia as an interesting source of antibacterial and antioxidant compound: A preliminary study. *Proceeding 21st International Seaweed Symposium*. International Seaweed Association Council. Bali.
- Widyana, W., Khotimah, S., & Lovadi, I. 2014. Aktivitas antibakteri ekstrak metanol lumut daun *Octoblepharum albidum* Hewd terhadap pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Protobiont*, 3(2): 166-170.
- Wijaya, H., Novitasari., & Jubaidah, S. 2018. Perbandingan metode ekstraksi terhadap rendemen ekstrak daun rambai laut (*Sonneratia caseolaris* L. Engl). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 4(1): 79-83.
- Wood, S.J., Kuzel, T.M., & Shafikhani, S.H. 2023. *Pseudomonas aeruginosa*: infections, animal modeling, and therapeutics. *Cells*, 12(199): 1-37.
- Yani, M. 2015. Mengendalikan kadar kolesterol pada hiperkolesterolemia. *Olahraga Prestasi*, 11(2): 3-7.
- Yasmeen, A., Qasim, M., Ahmed, A., Uddin, N., Ahmed, Z., Ali, M.S., & Rasheed, M. 2018. GC-MS and antioxidant studies on botanicals from *Sargassum wightii*: natural product study revealing environmental contaminants. *Journal of The Chemical Society of Pakistan*, 40(1): 201-212.
- Youssef, A.M.M., Maaty, D.A.M., & Al-Saraireh, Y.M. 2023. Phytochemical analysis and profiling of antioxidants and anticancer compounds from *Tephrosia purpurea* (L.) subsp. *apollinea* family fabaceae. *Molecules*, 28(3939): 1-24.
- Yuliani, N.N. & Dienina, D.P., 2015. Uji aktivitas antioksidan infusa daun kelor (*Moringa oleifera*, Lamk) dengan metode 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). *Jurnal info Kesehatan*, 13(2): 1060-1082.
- Yunianto, H.P., Widowati, I., & Radjasa, O.K. 2014. Skrining antibakteri ekstrak rumput laut *Sargassum plagyopyllum*. *Journal of marine research*, 3(3): 165-172.

- Zainuddin, E.N. 2010. Antibacterial potential of marine algae collected from South Sulawesi coast against human pathogens. *Proceeding Internasional Conference and Talk Show on Medical Plant*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Hasanudin. Hlm: 115-127.
- Zainuddin, E.N., Anshary, H., Huyyirnah, H., Hiola, R., Baxa, D.V. 2019. Antibacterial activity of caulerpa racemosa against pathogenic bacteria promoting ice-ice disease in the red alga *Gracilaria verrucosa*. *Journal of Applied Phycology*, 31(1): 3201–321.
- Zainuddin, E.N., Tasakka, A.C.M., Manggu, M., & Syamsuddin R. 2020. Preliminary study of cultivated algae from South Sulawesi as antibacterial agent against fish pathogenic bacteria. *International Symposium Marine and Fisheries (ISMF)*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Zhang X-H., Lin, H., Wang, X., & Austin, B. 2018. Significance of vibrio species in the marine organic carbon cycle a review. *Science China Earth Sciences*, 61(1): 1357–1368.