

Karakterisasi dan Potensi Antibakteri Ekstrak Kapang Endofit Hasil Isolasi dari *Sargassum* sp.

Characterization and Antibacterial Potential of Endophytic Fungi Extracts Isolated from *Sargassum* sp.

MUHAMMAD RIDHWAN¹, NANI RADIASTUTI², SAIFUL BAHRI³,
ALFIANUR AZMI MUHAMMAD², WINDY DWIKENCANA², DINDA RAMA HARIBOWO⁴,
NUR AMALIAH SOLIHAT⁴, FIRDAUS RAMADHAN^{5*}

¹Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan (FITK), UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir. H. Juanda No. 95 Ciputat, Banten 15412

²Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi (FST), UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir. H. Juanda No. 95 Ciputat, Banten 15412

³Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi ISTN, Jl. Moh Kahfi II, Bhumi Srengseng, Jagakarsa, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12640

⁴Pusat Laboratorium Terpadu (PLT), UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta Jl. Ir. H. Juanda No. 95 Ciputat, Banten 15412

⁵Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Farmasi ISTN, Jl. Moh Kahfi II, Bhumi Srengseng, Jagakarsa, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12640

Diterima 19 September 2024/Diterima dalam Bentuk Revisi 5 November 2024/Disetujui 22 November 2024

The bioactive potential in *Sargassum* sp. and its direct use is expected to reduce its population in nature if used continuously. Using endophytic fungi from the host is a solution for obtaining bioactive compounds from *Sargassum* sp. The purpose of this study was to characterize endophytic fungi in *Sargassum* sp. and its potential as an antibacterial agent. Endophytic fungi were isolated using the direct planting technique, endophytic fungi were characterized through microscopic and macroscopic observations. Extraction was performed with two organic solvents, namely ethanol and ethyl acetate. Antibacterial potency was tested using the agar diffusion method using *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, and *Salmonella typhi*. Based on the results, two mold isolates, D3P1 and D4P1, were obtained. The ethyl acetate extract of D3P1 had the highest inhibition zone for *Bacillus subtilis* bacteria, with the highest inhibition zone being 23.2 mm for *Bacillus subtilis* and the smallest being 17 mm for *Escherichia coli*. The ethyl acetate extract of D3P1 had the highest inhibition zone compared to the ethyl acetate extract of D4P1 and the ethanol extract of D3P1 and D4P1. The GC-MS analysis identified four compounds that have been identified in the ethyl acetate extract of D3P1 isolates, among others, 2,3-Butanediol, Phthalic acid, 1,2-Benzenedicarboxylic acid, and 1-Anthracenamine. Phthalic acid and 1,2-Benzenedicarboxylic acid compounds have the potential as antibacterial.

Key words: endophytic fungi, *Sargassum* sp., characterization, antibacterial

PENDAHULUAN

Sargassum sp. merupakan salah satu jenis makroalga yang telah banyak dimanfaatkan masyarakat sebagai obat-obatan, bahan pangan, kosmetik dan tekstil. Beberapa jenis *Sargassum* memiliki kandungan protein, vitamin C, tanin, iodine, fenol, alginat, asam lemak, dan flavonoid (Kadi 2005). Pada Kepulauan Seribu terdapat 7 spesies dari genera *Sargassum* sp. yang memiliki senyawa aktif seperti steroida, alkaloida, fenol, dan triterpenoid

berfungsi sebagai antibakteri, antivirus, dan antijamur (Kusumaningrum *et al.* 2007). Pemanfaatan langsung *Sargassum* sp. berpotensi mengurangi populasinya di alam jika dieksploitasi terus-menerus. Di sisi lain budidaya *Sargassum* sp. masih menghadapi tantangan, baik dari segi teknik budidaya maupun kualitas air yang diperlukan (Lutfiawan *et al.* 2015; Muslimin & Sari 2017). Pemanfaatan kapang endofit merupakan salah satu solusi untuk memperoleh senyawa bioaktif tanpa eksploitasi berlebihan yang menyebabkan penurunan populasi *Sargassum* sp.

Kapang endofit adalah kapang yang hidup di dalam jaringan tumbuhan atau makhluk hidup yang menyerupai tumbuhan dengan membentuk

*Corresponding author:

E-mail: muhammad.ridhwan@uinjkt.ac.id

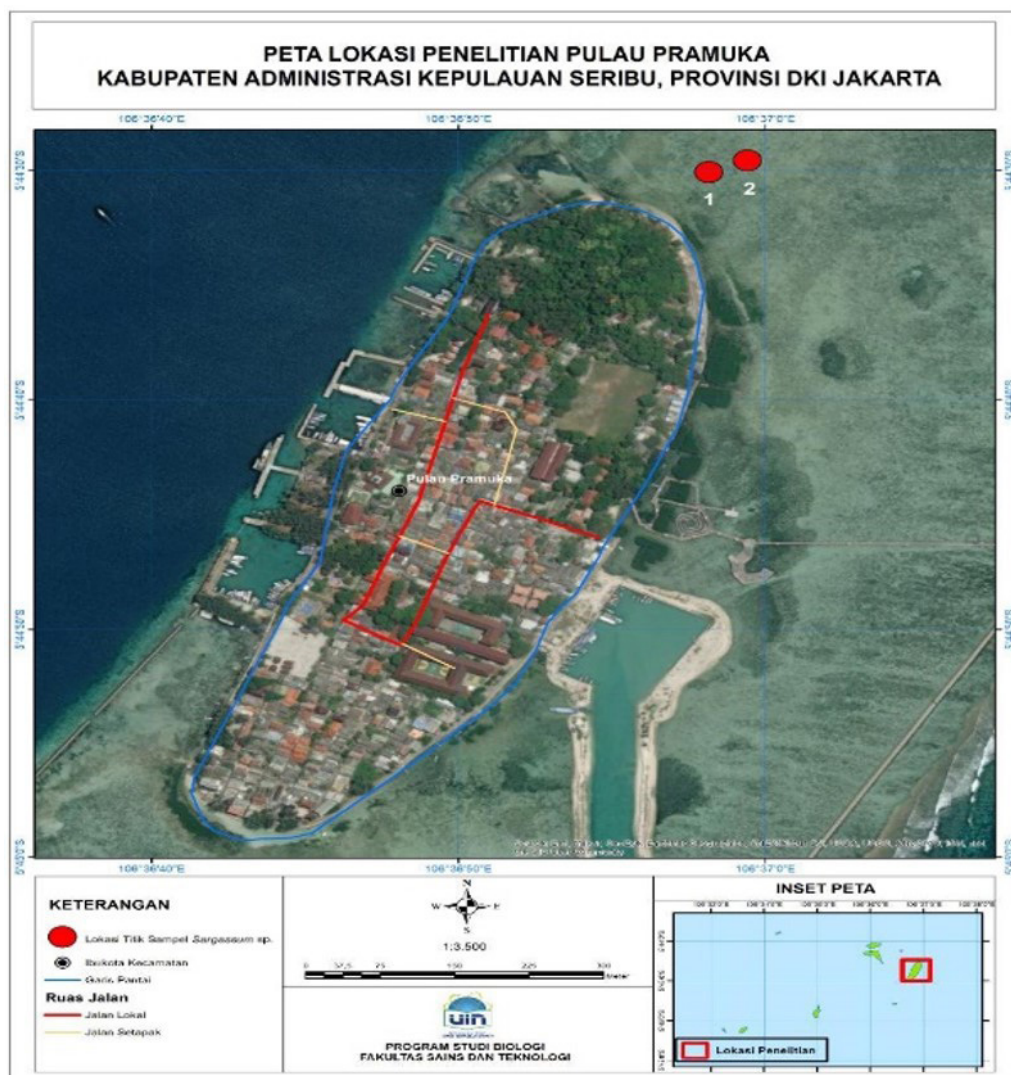
koloni tanpa membahayakan inangnya. Kapang endofit mampu menghasilkan senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenol, flavonoid, quinon, steroid, dan lain sebagainya (Tan & Zou 2011). Hal tersebut disebabkan adanya alterasi gen antara tumbuhan inang dan kapang endofit (Strobel *et al.* 2005). Penelitian sebelumnya melaporkan *Sargassum wightii* telah dimanfaatkan sebagai antibakteri (Devi *et al.* 2012). Lebih lanjut, Bachtiar *et al.* (2012) menyatakan bahwa ekstrak *Sargassum* sp. dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan pada penelitian yang dilakukan oleh Vijayabaskar & Shiyamala (2011), ekstrak *Turbinaria ornata* dan *Sargassum wightii* dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif dan positif, yang kedepannya dapat menggantikan penggunaan ampicillin sebagai antibiotik. Penelitian yang dilakukan oleh Khoiriyah *et al.* (2014), membuktikan bahwa senyawa golongan steroid yang diperoleh dari ekstrak alga coklat *Sargassum vulgare* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Lebih lanjut, Putri (2014) melaporkan

hasil uji yang dilakukan bahwa ekstrak *Sargassum* sp. mengandung senyawa flavonoid, saponin, fenol, steroid, dan triterpenoid.

Isolat kapang endofit dari *Sargassum* sp. telah berhasil diisolasi dan dapat diinokulasikan pada media PDA air tawar dan media PDA air laut (Rahaweman *et al.* 2016). Penelitian mengenai potensi kapang endofit yang diisolasi dari *Sargassum* sp. belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui keberadaan kapang endofit di dalam jaringan *Sargassum* sp. dan potensinya sebagai agen antibakteri.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian. Sampel makroalga *Sargassum* sp. dikoleksi dari pesisir Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta (Gambar 1). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi, Pusat Laboratorium Terpadu (PLT), Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di bagian utara pesisir Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta

Bahan. Bahan yang digunakan adalah sampel *Sargassum* sp. dikoleksi dari pesisir Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Medium yang digunakan *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Merck), *Potato Dextrose Broth* (PDB) (Merck), *Nutrient Agar* (NA) (Merck), *Nutrient Broth* (NB) (Himedia) dan *Mueller Hinton Agar* (MHA) (Oxoid), Kultur bakteri uji *Staphylococcus aureus* (FNCC-0047), *Bacillus subtilis* (FNCC-0027), *Escherichia coli* (FNCC-0091), *Salmonella typhi* (FNCC-0050), pelarut organik yaitu, Etanol (Merck) dan Etil Asetat (Merck), *Chloramphenicol disc antibiotic* (Oxoid), dan *blank disc* (Oxoid).

Isolasi dan Pengamatan Isolat Kapang Endofit. Teknik yang dilakukan untuk isolasi kapang endofit yaitu teknik tanam langsung (*direct speed plant*) (Zheng *et al.* 2016). Bagian talus dari *Sargassum* sp. dicuci dan dipotong-potong berukuran ± 1 cm, sampel disterilkan dengan etanol 70% selama 1 menit dan natrium klorida (NaCl) 5,25% selama 5 detik, kemudian dibilas akuades steril. 3 potong sampel diletakkan pada medium PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari. Isolat kapang yang tumbuh kemudian diinokulasi kembali pada media PDA pada suhu 25-27°C selama 7 hari untuk memperoleh isolat murni kapang endofit. Isolat kapang tersebut selanjutnya dilakukan pengamatan makroskopis dan mikroskopis (Gandjar *et al.* 1999). Pengamatan makroskopis dilakukan untuk mengamati warna permukaan atas dan bawah koloni, dan warna koloni, serta mengamati ada atau tidaknya lingkaran konsentris. Pengamatan mikroskopis dilakukan menggunakan mikroskop binokuler (Olympus).

Fermentasi dan Ekstraksi. Miselium isolat kapang endofit diinokulasikan ke dalam media PDB 200 ml sebanyak 3 cuplikan dan diinkubasi pada suhu ruang dan difermentasi dengan metode statis selama 21 hari (Rukachaisirikul *et al.* 2008). Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan 2 pelarut organik yaitu, etanol dan etil asetat. Pelarut yang ditambahkan ke botol media dengan perbandingan 1:1. Kedua ekstrak dipekatkan dengan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental.

Pengujian Antibakteri. Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi yang meliputi uji kontrol positif, negatif, dan uji aktivitas antibakteri ekstrak kapang endofit makroalga. Uji kontrol positif dilakukan dengan menggunakan antibiotik *Chloramphenicol*. Uji kontrol negatif dilakukan dengan menggunakan etanol dan etil asetat (EtOAc). Pada uji aktivitas antibakteri media diinokulasi dengan bakteri uji 10^6 sel/mL, kemudian kertas disk steril berukuran 8 mm, ditetesi dengan ekstrak kasar sebanyak 10 μ L dengan konsentrasi ekstrak 200 μ g/disk dan di kering anginkan kemudian diletakkan di atas media

agar yang telah berisi bakteri uji. Kultur diinkubasi pada suhu 37°C selama 1-3 hari. Zona hambat yang terbentuk diamati dan diukur dengan skala jangka sorong (Siregar *et al.* 2012).

Identifikasi Senyawa dengan GCMS. Analisis GC-MS dilakukan pada isolat terpilih yang memiliki zona hambat terbaik di uji aktivitas antibakteri. Analisis GC-MS dilakukan di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Sampel sebanyak 1 μ L diinjeksikan ke dalam GC-MS yang dioperasikan menggunakan kolom DB SMS Agilent 30 m, diameter 0,25 mm, dan ketebalan 0,25 μ m. Temperatur kolom awal 50°C, temperatur akhir 250°C dengan kenaikan temperatur 5°C/menit hingga 250°C, gas pembawa helium bertekanan 53,6 kPa, total laju 14 ml/menit dan split rasio sebesar 10. Senyawa kimia diperoleh akan diidentifikasi dengan perangkat lunak Wiley7 dan NIST147 library.

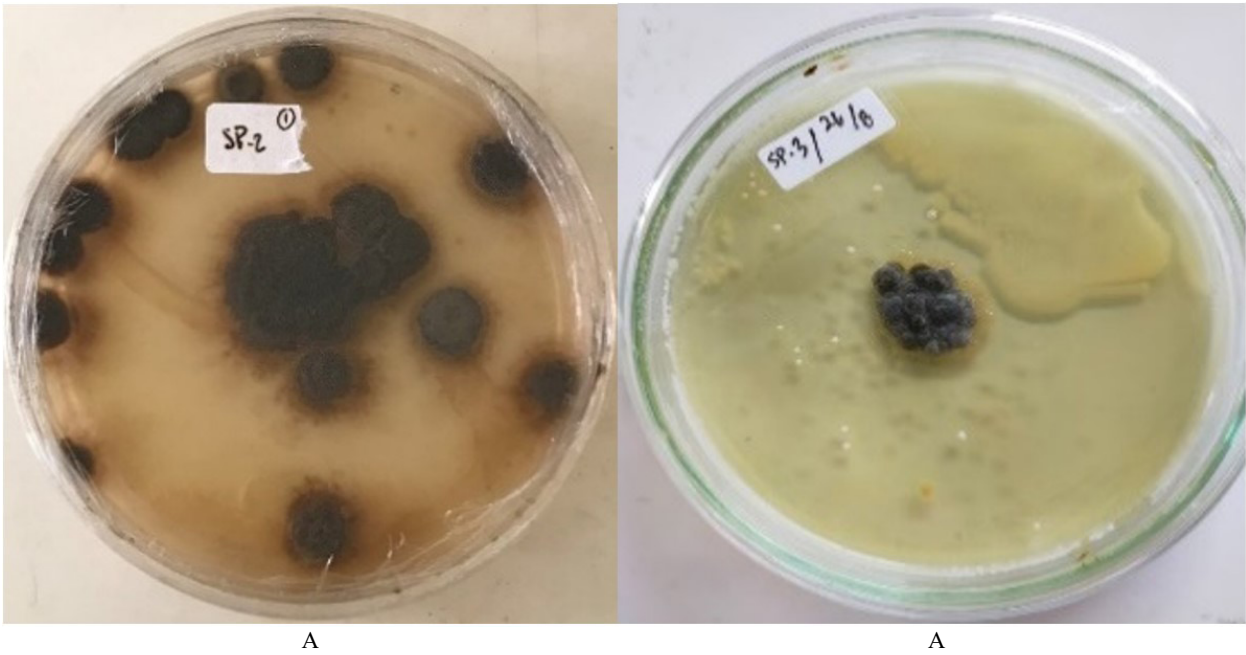
HASIL

Karakterisasi Morfologi Kapang Endofit. Berdasarkan hasil karakterisasi morfologi terdapat dua isolat yang berhasil diperoleh yaitu isolat D3P1 dan D4P1. Karakteristik kapang endofit secara umum dapat dilakukan dengan pengamatan karakter morfologi secara mikroskopis dan makroskopis. Tujuan pengamatan morfologi adalah memperoleh deskripsi karakter morfologi makroskopis dan mikroskopis dari isolat kapang endofit.

Karakteristik koloni kapang endofit D3P1 (Gambar 2) terlihat secara makroskopis berwarna hitam dengan tepian berwarna coklat, permukaan koloni atas berbentuk seperti beludru, warna bawah koloni hitam dengan tepi koloni tidak beraturan dan terdapat lingkaran konsentris. Karakteristik koloni kapang endofit isolat D4P1 (Gambar 2) secara makroskopis berwarna hitam, permukaan koloni atas tidak rata, warna bawah koloni hitam dengan tepian tidak rata, tidak ada garis-garis radial dan terdapat lingkaran konsentris (Tabel 1).

Karakterisasi mikroskopis kapang isolat D3P1 dan D4P1 (Gambar 3). Pada isolat D3P1 (Gambar 3A) memiliki hifa bersepta berbentuk filamen, dengan konidia berbentuk bulat lonjong menempel pada fialid. Pada isolat D4P1 (Gambar 3B) secara mikroskopis koloni memiliki hifa bersepta, konidia berbentuk bulat dan menempel pada fialid.

Uji Aktivitas Antibakteri. Kultur kapang endofit yang telah ditumbuhkan pada media PDB selama 21 hari dilakukan untuk mendapatkan senyawa metabolit yang berpotensi menghambat bakteri uji. Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan berbagai jenis bakteri dengan karakter diantaranya, yaitu *Escherichia coli* sebagai jenis bakteri gram



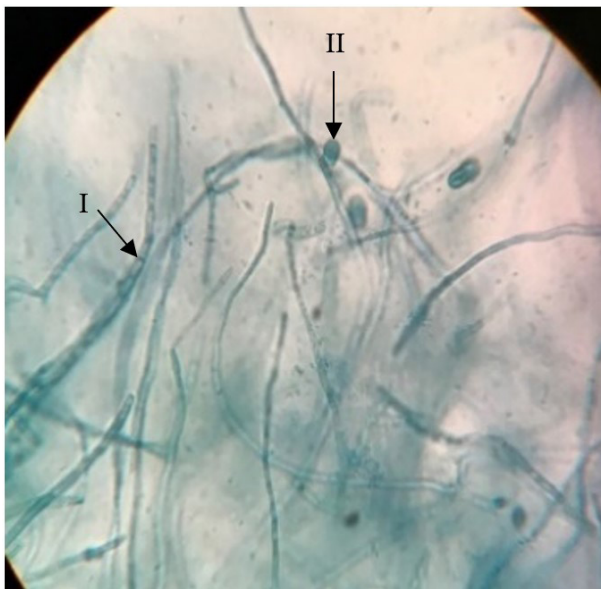
A

A

Gambar 2. Morfologi makroskopis isolat kapang endofit: A (Isolat D3P1) dan B (Isolat D4P1)

Tabel 1. Karakteristik makroskopis kapang endofit dari *Sargassum* sp.

Kode isolat	Warna atas koloni	Permukaan koloni	Tepi koloni	Warna bawah koloni	Garis radial	Lingkaran Konsentris
D3P1	Hitam agak kecoklatan dibagian tepi	Tebal, dan rata seperti beludru	Tepi koloni tidak rata	Hitam agak kecoklatan	Tidak ada	Ada
D4P1	Hitam	Tidak rata seperti berbutir-butir	Tepi koloni tidak rata	Hitam	Tidak ada	Ada



A



B

Gambar 3. Morfologi isolat kapang Mikroskopis (A) (Isolat D3P1) dan (B) (Isolat D4P1) terlihat beberapa bagian seperti hifa yang berseptat (I) dan konidia (II)

negatif, *Staphylococcus aureus* sebagai jenis bakteri gram positif, *Bacillus subtilis* sebagai jenis bakteri dengan endospora, dan *Salmonella typhii* sebagai jenis bakteri patogen (Tabel 2). Ekstrak etanol D3P1 memiliki zona hambat pada bakteri *S. Aureus* yaitu 16,6 mm dan memiliki zona hambat terendah pada bakteri *B. subtilis* dengan zona hambat 6 mm. Pada ekstrak etanol D4P1 zona hambat tertinggi terjadi pada bakteri *S. aureus* yaitu 13,2 mm dan yang paling rendah *S. typhii* 11,2 mm. Ekstrak etil asetat D3P1 memiliki zona hambat tertinggi pada bakteri *B. Subtilis* yaitu 23,2 mm dan zona hambat paling kecil ditunjukkan pada bakteri *E. coli* yaitu 17 mm. Pada ekstrak etil asetat D4P1 zona hambat paling tinggi ditunjukkan pada bakteri *S. typhii* dengan diameter 14,8 mm dan paling kecil zona hambat ditunjukkan pada bakteri *E. coli* dengan diameter 8,8 mm.

Kandungan Senyawa Antibakteri. Kandungan bioaktif yang berpotensi sebagai antibakteri dapat dilihat melalui hasil GC-MS. Ekstrak yang digunakan adalah ekstrak yang memiliki aktivitas antibakteri yang terbaik yaitu isolat D3P1 ekstrak etil asetat. Hasil identifikasi kandungan bioaktif pada D3P1 ekstrak etil asetat terdapat 4 senyawa yang diperoleh pada hasil GC-MS yaitu, *2,3-butanediol*, *Phthalic acid*, *1,2-benzenedicarboxylic acid*, dan *1-anthracenamine*. Hal tersebut terlihat satu senyawa yang komposisinya lebih besar (ditunjukkan dengan % area terbesar) adalah *1,2-benzenedicarboxylic acid* sebesar 98,15% (Tabel 3).

PEMBAHASAN

Karakterisasi Morfologi Kapang Endofit.

Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis isolat kapang endofit, memiliki karakteristik morfologi yang bervariasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nair & Padmavathy (2014), populasi endofit sangat bervariasi dari individu tumbuhan dan sangat bervariasi dalam satu spesies tumbuhan, dalam spesies yang sama memiliki variasi

bila berbeda wilayah, dan juga berbeda variasi bila kondisi iklim berubah dalam satu wilayah.

Adanya variasi bentuk kapang endofit yang diperoleh, dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor lingkungan tanamannya banyak mempengaruhi struktur dan komposisi spesies mikroba yang megkolonisasi akar, batang dan daun (Araujo *et al.* 2002). Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme endofit bervariasi di dalam tanaman inangnya (Widowati *et al.* 2016). Perbedaan faktor lingkungan seperti kondisi fisik dan kondisi biologi, dapat merubah perilaku mikroba dan memproduksi metabolit sekunder dalam rentang yang bervariasi (Selim *et al.* 2012).

Uji Aktivitas Antibakteri. Kategori diameter zona hambat berdasarkan Davis & Stout (1971) yaitu, kurang dari 5 mm masuk kategori lemah, diameter 5-10 mm masuk ke dalam kategori sedang, diameter 10-20 mm masuk ke dalam kategori tinggi dan diameter lebih dari 20 mm masuk ke dalam kategori sangat tinggi. Ekstrak etil asetat D3P1 memiliki aktivitas antibakteri tertinggi dibandingkan semua ekstrak. Kontrol positif yang menggunakan kloramfenikol dapat menunjukkan zona hambat pada ke empat bakteri tersebut, kontrol positif memiliki zona hambat tertinggi dibandingkan dengan kedua ekstrak etanol dan ekstrak etil asetat. Kontrol negatif tidak dapat menunjukkan zona hambat pada semua bakteri uji.

Perbedaan pada zona hambat yang dihasilkan dari semua ekstrak kapang endofit selain karena struktur sel bakteri uji yang berbeda ada beberapa faktor yaitu karena kecepatan difusi ekstrak dari kertas cakram ke media uji, perbedaan kandungan senyawa yang terdapat pada ekstrak (Mahardika *et al.* 2021). Faktor

Tabel 2. Uji aktivitas antibakteri kapang endofit dari *Sargassum* sp.

Isolat	Zona hambat			
	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Salmonella typhii</i>
Kontrol (+)				
Kloramfenikol	23,4 mm	27,8 mm	27,6 mm	27,8 mm
Kontrol (-)				
Etanol	-	-	-	-
Etil asetat	-	-	-	-
Ekstrak etanol				
D3P1	8,4 mm	16,6 mm	6 mm	9 mm
D4P1	12,4 mm	13,2 mm	11,6 mm	11,2 mm
Ekstrak etil asetat				
D3P1	17 mm	21,6 mm	23,2 mm	21,4 mm
D4P1	8,8 mm	14 mm	14,4 mm	14,8 mm

Tabel 3. Senyawa hasil uji GC-MS isolat terpilih ekstrak etil asetat isolat D3P1

Peak	RT	Area (%)	Komponen kimia	Qual
1	4.188	1,22	<i>2,3-Butanediol</i>	72
2	24.416	0,22	<i>Phthalic acid</i>	91
3	24.857	98,15	<i>1,2-Benzenedicarboxylic acid</i>	90
4	26.080	0,41	<i>1-Anthracenamine</i>	50

lainnya antara lain sifat media yang digunakan, ukuran molekul dan stabilitas bahan anti mikroba, konsentrasi bahan kimia serta kondisi saat inkubasi, serta jumlah organisme yang diinokulasi (Izzati 2007).

Kloramfenikol memiliki zona hambat tertinggi dibanding dengan kontrol negatif dan seluruh ekstrak isolat. Zona hambat tertinggi yang dihasilkan oleh kloramfenikol terjadi pada bakteri *S. aureus* dan *S. typhii* dengan zona hambat masing masing 27,8 mm, *B. subtilis* dan *E. coli* memiliki zona hambat masing-masing yaitu 27,6 mm dan 23,4 mm. Hal ini diduga kloramfenikol adalah antibakteri yang mempunyai aktivitas bakteristatik dan pada dosis tinggi bersifat bakteriosidal, aktivitasnya menghambat sintesis protein dengan jalan mengikat ribosom yang merupakan langkah penting dalam pembentukan ikatan peptida (Dian *et al.* 2015).

Perbandingan dari ekstrak etanol dan etil asetat terlihat bahwa ekstrak etil asetat D3P1 memiliki zona hambat tertinggi terhadap empat bakteri uji dibandingkan dengan ekstrak etanol. Perbedaan ini diduga oleh pelarut yang digunakan saat ekstrak dan pengaruh lingkungan tempat tumbuh makro alga yaitu iklim, kualitas tanah, dan mutu air yang dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas metabolit sekunder (Irawan *et al.* 2019). Etanol merupakan pelarut yang universal, etanol dapat melarutkan hampir semua senyawa organik yang ada pada sampel (Noviyanti 2016). Berbeda dengan etil asetat merupakan pelarut semi polar yang mampu menarik senyawa-senyawa dengan rentang polaritas lebar dari polar hingga nonpolar, etil asetat sebagai pelarut yang semi polar tidak mampu menarik senyawa yang terlalu polar maupun terlalu non-polar (Dhawan & Gupta 2017).

Pada data penelitian ini ekstrak etil asetat memiliki zona hambat yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak etanol. Lebih lanjut, Khoiriyah *et al.* (2014) melaporkan aktivitas antibakteri yang dihasilkan ekstrak etil asetat terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* lebih baik dibandingkan ekstrak metanol dengan bakteri yang sama, hal ini diduga dalam ekstrak etil asetat terkandung senyawa yang semi polar. Penelitian Eom *et al.* (2012) juga melaporkan ekstrak alga coklat *Eisenia bicyclis* menggunakan pelarut metanol dan etil asetat, berdasarkan penelitian tersebut ekstrak etil asetat mempunyai aktivitas yang baik terhadap bakteri *S. aureus* dibanding dengan ekstrak metanol.

Kandungan Senyawa Antibakteri. Hasil uji GC-MS terdapat 4 golongan senyawa yang berbeda yaitu *secondary alcohol* (2,3-*Butanediol*), aromatik (*Phthalic acid*), asam lemak (*1,2-Benzenedicarboxylic acid*), dan amina primer (*1-Anthracenamine*) Pub-Chem 2007). Terdapat dua dari empat senyawa yang memiliki sifat antibakteri yaitu *Phthalic acid* dan *1,2-Benzenedicarboxylic acid* karena termasuk

senyawa fenol (Devi & Mehta 2015; Arista *et al.* 2020). Padmashree *et al.* (2018) melaporkan berhasil mengisolasi dan mengekstrak *1,2-Benzenedicarboxylic acid* dari buah *Nauclea latifolia* yang belum matang dan dapat menghasilkan aktivitas antibakteri. Lebih lanjut, Devi & Mehta (2015) melaporkan bahwa ekstrak diklorometan dari alga hijau-biru mengandung *Phthalic acid* yang berpotensi sebagai antibakteri dan, antialga hijau-biru, dan antifungal.

Senyawa aktif *1,2-Benzenedicarboxylic acid* merupakan golongan asam lemak, mekanisme asam lemak yaitu dengan menghentikan atau menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Arista *et al.* 2020). Mekanisme penghambatan asam lemak sebagai antibakteri belum diketahui secara pasti, namun target utamanya adalah membran sel bakteri. Asam lemak dapat membunuh bakteri secara langsung (bakteriosidal), atau menghambat pertumbuhan (bakteriostatik), dimana bakteri akan tetap hidup dan tidak dapat mengalami pembelahan sel oksidatif (Sidabutar 2017).

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa teridentifikasi dua isolat kapang endofit yang berasal dari makro alga *Sargassum* sp. hasil dikoleksi dari Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Kedua isolat kapang endofit tersebut dapat menjadi sumber potensial penghasil senyawa antibakteri. Jenis senyawa potensial sebagai antibakteri yang berasal dari kedua isolat kapang endofit yaitu *Phthalic acid* dan *1,2-Benzenedicarboxylic acid*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Dan Penerbitan Puslitpen, LP2M UIN Syarif Hidayatullah Jakarta atas dana bantuan penelitian kluster “Penelitian Pembinaan atau Peningkatan Kapasitas” dengan Nomor: UN.01/KPA/516/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Araújo WL, Marcon J, Maccheroni W, van Elsas JD, van Vuurde JW, Azevedo JL. 2002. Diversity of endophytic bacterial populations and their interaction with *Xylella fastidiosa* in citrus plants. *Appl Environ Microbiol* 68:4906-4914. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.10.4906-4914.2002>
- Arista PC, Kawuri R, Darmayasa IBG. 2020. Potensi ekstrak daun dewandaru (*Eugenia uniflora* L.) sebagai pengendali bakteri *Bacillus cereus* ATCC 11778 penyebab diare. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences* 7:123. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i01.p16>
- Bachtiar SY, Tjahjaningsih W, Sianita N. 2012. Pengaruh ekstrak alga cokelat (*Sargassum* sp.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Journal Of Marine And Coastal Science* 1:53-60.
- Davis WW, Stout TR. 1971. Disc plate method of microbiological antibiotic assay. I. Factors influencing variability and error. *Appl Microbiol* 22:659-665. <https://doi.org/10.1128/am.22.4.659-665.1971>
- Devi KM, Mehta SK. 2015. Screening of blue-green algae lyngbya for antibacterial activities. *Sci Vis* 15:98-105.

- Devi KN, Kumar TTA, Dhaneesh KV, Marudhupandi T, Balasubramanian T. 2012. Evaluation of antibacterial and antioxidant properties from brown seaweed, *Sargassum wightii* (Greville, 1848) against human bacterial pathogens. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science* 4:143-149.
- Dhawan D, Gupta J. 2017. Comparison of different solvents for phytochemical extraction potential from *Datura metel* plant leaves. *International Journal of Biological Chemistry* 11:17-22. <https://doi.org/10.3923/ijbc.2017.17.22>
- Dian R, Fatimawali, Budiarsa F. 2015. Uji Resistensi bakteri *Escherichia coli* yang diisolasi dari plak gigi terhadap merkuri dan antibiotik kloramfenikol. *Jurnal e-Biomedik* 3:59-63. <https://doi.org/10.35790/ebm.3.1.2015.6607>
- Eom SH, Park JH, Yu DU, Choi JI, Choi JD, Lee MS, Kim YM. 2012. Antimicrobial activity of brown alga *Eisenia bicyclis* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Fish Aquatic Sci* 14:251-256. <https://doi.org/10.5657/FAS.2011.0251>
- Gandjar I, Samson RA, van den Tweel-Vermeulen K, Oetari A, Santoso I. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Irawan H, Agustina EF, Tisnadjaja D. 2019. Pengaruh konsentrasi pelarut etanol terhadap profil kromatogram dan kandungan senyawa kimia dalam ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) dan daun patikan kebo (*Euphorbia hirta* L.). Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. p. 40-45.
- Izzati M. 2007. Screening potensi antibakteri pada beberapa spesies rumput laut terhadap bakteri patogen pada udang windu. *BIOMA* 9:62-67. <https://doi.org/10.14710/bioma.9.2.62-67>
- Kadi A. 2005. Beberapa catatan kehadiran marga sargassum. *Oseana* 30:19-29.
- Khoiriyah S, Hanapi A, Fasya AG. 2014. Uji fitokimia dan aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat, kloroform dan petroleum eter ekstrak metanol alga coklat *Sargassum vulgare* dari Pantai Kapong Pamekasan Madura. *ALCHEMY* 3:133-144. <https://doi.org/10.18860/al.v0i1.2914>
- Kusumaningrum I, Hastuti RB, Haryanti S. 2007. Pengaruh perasan *Sargassum crassifolium* dengan konsentrasi yang berbeda terhadap pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 25:17-23.
- Lutfiawan M, Karnan, Japa L. 2015. Analisis pertumbuhan *Sargassum* sp. dengan sistem budidaya yang berbeda di Teluk Ekas Lombok Timur sebagai bahan pengayaan mata kuliah ekologi tumbuhan. *Jurnal Biologi Tropis* 15:135-144.
- Mahardhika WA, Rukmi MGI, Pujiyanto S. 2021. Isolation endophytic mould from ciplukan plant (*Physalis angulata* L.) and antibacterial potential against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *NICHE Journal of Tropical Biology* 4:33-39.
- Muslimin, Sari WKP. 2017. Budidaya rumput laut *Sargassum* sp. dengan metode kantong pada beberapa tingkat kedalaman di dua wilayah perairan berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur* 12:221-230. <https://doi.org/10.15578/jra.12.3.2017.221-230>
- Nair DN, Padmavathy S. 2014. Impact of endophytic microorganisms on plants, environment and humans. *The Scientific World Journal* 2014:1-11. <https://doi.org/10.1155/2014/250693>
- Noviyanti. 2016. Pengaruh kepolaran pelarut terhadap aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun Jambu Brazil Batu (*Psidium guineense* L.) dengan metode DPPH. *Jurnal Farmako Bahari* 7:29-35.
- Padmashree MS, Roopa B, Ashwathanarayana R, Naika R. 2018. Antibacterial properties of *Ipomoea staphylina* Roem & Schult. plant extracts with comparing its preliminary qualitative phytochemical and quantitative GC-MS analysis. *Tropical Plant Research*. 5:349-369. <https://doi.org/10.22271/tpr.2018.v5.i3.044>
- [Pub-Chem]. 2007. Chemical Structure," <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>, 2022. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/8418>. [Diakses tanggal: 26 Maret 2022]
- Putri AM. 2014. Ekstraksi Rumput Laut Coklat *Sargassum* sp. (CP01) Dan Pengujian Ekstrak Sebagai Inhibitor Tirosinase [Skripsi]. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Rahaweman AC, Pamungkas J, Madduppa H, Thoms C, Tarman K. 2016. Screening of endophytic fungi from chlorophyta and phaeophyta for antibacterial activity. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 31:1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/31/1/012026>
- Rukachaisirikul V, Sommart U, Phongpaichit S, Sakayaroj J, Kirtikara K. 2008. Metabolites from the endophytic fungus *Phomopsis* sp. PSU-D15. *Phytochemistry* 69:783-787. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.09.006>
- Selim K, Rahman TA, El-Beih AA, El Diwany A. 2012. Biology of endophytic fungi. *Current Research in Environmental & Applied Mycology* 2:31-82. <https://doi.org/10.5943/cream/2/1/3>
- Sidabutar IF. 2017. Senyawa dan aktivitas antimikroba asam lemak dan esternya dari biji durian (*Durio zibethinus* Murr) [Thesis]. Medan, Indonesia: Universitas Sumatera Utara.
- Siregar AF, Sabdono A, Pringgenies D. 2012. Potensi antibakteri ekstrak rumput laut terhadap bakteri penyakit kulit *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Micrococcus luteus* dari Laboratorium Balai Kesehatan Jawa. *J Mar Res* 1:152-160.
- Strobel G, Daisy B, Castillo U. 2005. The biological promise of microbial endophytes and their natural products. *Plant Pathol J (Faisalabad)* 4:161-176. <https://doi.org/10.3923/ppj.2005.161.176>
- Tan RX, Zou WX. 2011. Endophytes : a rich source of functional metabolites. *Nat Prod Rep* 18:448-459. <https://doi.org/10.1039/b100918o>
- Vijayabaskar P, Shiyamala V. 2011. Antibacterial activities of brown marine algae (*Sargassum wightii* and *Turbinaria ornata*) from the gulf of mannar biosphere reserve. *Adv Biol Res (Rennes)*, 5:99-102.
- Widowati T, Bustanussalam, Sukiman H, Simanjuntak P. 2016. Isolasi dan identifikasi kapang endofit dari Tanaman Kunyit (*Curcuma longa* L.) sebagai penghasil antioksidan. *Biopropal Industri* 7:9-16.
- Zheng YK, Qiao XG, Miao CP, Liu K, Chen YW, Xu LH, Zhao LX. 2016. Diversity, distribution and biotechnological potential of endophytic fungi. *Ann Microbiol* 66:529-542. <https://doi.org/10.1007/s13213-015-1153-7>