



Research Articles

Identifikasi kandungan fucoidan yang diekstrak dari *Sargassum* sp. yang diambil dari Pantai Sundak, Gunung Kidul

*Identification of fucoidan content extracted from *Sargassum* sp. taken from Sundak Beach, Gunung Kidul*

Nuri Muahiddah*, Thoy Batun Citra Rahmadani

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram,
Nusa Tenggara Barat, Indonesia

*corresponding author email: nurimuahiddah@unram.ac.id

Manuscript received: 21-05-2024. Accepted: 26-06-2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan fucoidan yang diekstrak dari *Sargassum* sp. yang diambil dari Pantai Sundak, Gunung Kidul. Fucoidan merupakan senyawa sulfated polysaccharide yang memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk aktivitas antikoagulan, antitumor, dan antiinflamasi. *Sargassum* sp. dipilih sebagai sumber fucoidan karena kelimpahannya di perairan pantai serta potensi farmakologisnya. Metode ekstraksi dilakukan menggunakan teknik ekstraksi air panas dengan perlakuan asam, diikuti dengan proses pemurnian menggunakan dialisis. Kandungan fucoidan yang diekstrak kemudian dianalisis menggunakan metode spektrofotometri dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) untuk menentukan konsentrasi dan kemurniannya. FTIR (Fourier Transform Infrared) adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui gugus fungsional suatu senyawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fucoidan berhasil diekstraksi dari *Sargassum* sp. dengan yield yang signifikan. Komponen utama fucoidan hasil ekstraksi *Sargassum* sp. pada penelitian ini adalah fucosa. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil uji KLT. Nilai Rf hidrolisat fucoidan dari *Sargassum* sp. dan fucoidan standar yaitu 0,51 sama dengan fucosa, sehingga dapat dikatakan kedua sampel tersebut mengandung fucosa. Penelitian ini menyimpulkan bahwa *Sargassum* sp. dari Pantai Sundak, Gunung Kidul, merupakan sumber yang potensial untuk produksi fucoidan dengan kualitas tinggi.

Kata kunci : Fucoidan; *Sargassum* sp.; Pantai Sundak; FTIR; KLT

ABSTRACT

This study aims to identify the fucoidan content extracted from *Sargassum* sp. collected from Sundak Beach, Gunung Kidul. Fucoidan is a sulfated polysaccharide compound with various biological activities, including anticoagulant, antitumor, and anti-inflammatory activities. *Sargassum* sp. was chosen as the source of fucoidan due to its abundance in coastal waters and its pharmacological potential. The extraction method was carried out using a hot water extraction technique with acid treatment, followed by a purification process using dialysis. The extracted fucoidan content was then analyzed using spectrophotometry and Thin Layer Chromatography (TLC) to determine its

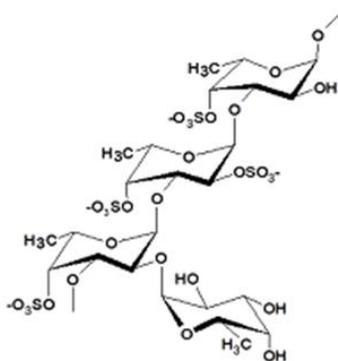
concentration and purity. Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy was used to identify the functional groups of the compound. The results showed that fucoidan was successfully extracted from *Sargassum* sp. with a significant yield. The main component of the extracted fucoidan from *Sargassum* sp. in this study was fucose, as indicated by the TLC results. The R_f value of the fucoidan hydrolysate from *Sargassum* sp. and the standard fucoidan, which was 0.51, matched that of fucose, indicating that both samples contained fucose. This study concludes that *Sargassum* sp. from Sundak Beach, Gunung Kidul, is a potential source for high-quality fucoidan production.

Keywords: Fucoidan; *Sargassum* sp.; Sundak Beach; FTIR; TLC

PENDAHULUAN

Salah satu upaya dalam meningkatkan ketahanan tubuh ikan adalah dengan penggunaan imunostimulan. Imunostimulan dapat diklasifikasikan dalam beberapa kelompok berdasarkan sumber-sumbernya yaitu dari bakteri, derivat alga, derivat hewan, nutrisi yang dapat dijadikan imunostimulan dan hormon/sitokin (Nurgroho dan Nur, 2018). Imunostimulan merupakan sekelompok senyawa yang dapat meningkatkan respon imun non-spesifik (Puspitaningrum *et al.*, 2017). Imunostimulan adalah suatu senyawa yang memodulasi sistem kekebalan tubuh organisme dengan meningkatkan resistensi tubuh inang (host) terhadap penyakit yang sebagian besar disebabkan oleh patogen (Nurgroho dan Nur, 2018). Imunostimulan meningkatkan ketahanan ikan terhadap penyakit infeksi, tidak dengan meningkatkan respon imun spesifik namun dengan meningkatkan mekanisme pertahanan non-spesifik (Muahiddah dan Dwiyanti, 2024)). Salah satu jenis rumput laut yang dapat menjadi imunostimulan adalah *Sargassum* sp. Spesies *Sargassum* sp. memiliki banyak manfaat. Ekstrak dari *S. tenerrium*, *S. cervicorne* dan *S. graminifolium* dilaporkan memiliki kemampuan sebagai anti bakteri (Kinanti, 2018). *Sargassum* sp. juga diketahui memiliki manfaat sebagai antivirus (Wulandari dan Situmeang, 2022), meningkatkan imunitas ikan menanggulangi penyakit WSSV pada udang dan sebagai anti bakteri menanggulangi pengakit Vibriosis (Ir Harlina, 2023).

Alga coklat mengandung berbagai macam polisakarida yaitu asam alginat (alginat), laminarins (laminarans) dan fucoidan (fucans sulfat). Fucoidan adalah polisakarida yang memiliki komponen utama berupa l-fucose dan sulfat (Fitri, 2021). Hasil ekstraksi dari 100 g berat kering *Undaria pinnatifida* yang diambil dari Samcheok menghasilkan 23, 82% berat kering fucoidan (Sinurat dan Maulida, 2018). Adapun stuktur dari fucoidan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur fucoidan dari *Laminaria saccharina* (Sinurat dan Kusumawati, 2017)

Fucoidan merupakan bahan yang menjanjikan dalam menanggulangi banyak penyakit dan dapat diaplikasikan dalam pakan. Sifat dari fucoidan cocok untuk diaplikasikan pada pakan ikan. Hal ini telah dibuktikan baik secara *in vitro* dan *in vivo*. Fucoidan dianggap merangsang sistem kekebalan organisme. Fucoidan juga memiliki aktivitas anti-angiogenesis, aktivitas anticomplementary, antiproliferatif pada sel-sel tumor, serta anti-inflamasi, antikoagulan dan sifat antioksidan (Kautsar., 2021). Aktivitas biologi dari fucoidan berhubungan dengan kandungan sulfat, struktur, berat molekul dan komposisi gula dari fucoidan (Utami *et al.*, 2020).

Fucoidan telah terbukti secara *in vitro* menghambat adhesi bakteri *Staphylococcal* untuk biomaterial terutama melalui interaksi hidrofobik. Fucoidan menghambat pengikatan dari berbagai *Enterococci* dan strain *Streptococcus bovis* dengan protein matriks ekstraselular dari sel hewan. Ekstrak yang mengandung fucoidan dari alga coklat yang berbeda spesies telah terbukti dapat menghambat pelekatan *Helicobacter pylori* yang merupakan bakteri patogen pada saluran lambung. Efektivitas bioaktif tersebut tergantung pada jenis fucoidan dan sumber alga (Almaidah 2020). Ernati *et al.* (2016) juga melaporkan fucoidan yang diekstraksi dari sporophyll *Undaria pinnatifida* Korea yang dikumpulkan dari daerah pesisir Wando menunjukkan aktivitas antikoagulan. Fucoidan yang diekstrak dari sporophyll *Undaria pinnatifida* menunda waktu pembekuan darah hingga 5 kali lebih lama dibanding kontrol yang tidak diberi fucoidan dan 1,5 kali lebih baik sebagai antikoagulan dari pada fucoidan komersial.

Kebutuhan pembudidaya dalam mencegah penyakit secara aman membuat fucoidan dari alga coklat menjadi bahan imunostimulan yang potensial untuk organisme budidaya (Khalid., 2021). Penggunaan imunostimulan dapat melindungi ikan dari beberapa penyakit infeksi dan menekan mortalitas ikan budidaya (Amanda dan Ayuzar, 2016). Pemberian fucoidan dari *S. polycysium* secara oral pada *Penaeus monodon* dapat mengurangi infeksi WSSV (Muahiddah dan Isnansetyo, 2024). Penambahan ekstrak fucoidan dari *S. wightii* dalam pakan (1, 2, dan 3 g/kg pakan) dapat meningkatkan pertahanan terhadap serangan WSSV pada *Penaeus monodon* (Muahiddah dan Isnansetyo, 2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan fucoidan yang diekstrak dari *Sargassum sp.* yang diambil dari Pantai Pantai Sundak, Gunung Kidul. Fucoidan tersebut dapat bermanfaat sebagai agen imunostimulan pada paka ikan dan udang untuk meningkatkan system imun ikan dan udang.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel Rumput Laut

Pengambilan sampel rumput laut dilakukan di Pantai Sundak, Gunung Kidul, Yogyakarta pada tanggal 4 September 2012

Ekstraksi dan purifikasi fucoidan dari *Sargassum sp.*

Sampel rumput laut dikeringkan tanpa terkena matahari langsung, kemudian dicacah hingga mencapai ukuran + 0,5 cm. Ekstraksi ini menggunakan larutan Hidrogen Klorida (HCl) 0,1 N; 24 jam. Cacahan rumput laut (100 g) dimaserasi dalam larutan 0,1 N HCl. Ekstrak yang diperoleh, dipisahkan dari filtrat kemudian rumput laut diekstrak ulang. Ekstraksi dilanjutkan dengan menggunakan larutan 0,2 N HCl dengan dipanaskan dengan suhu 70°C; 2 jam. Ekstrak yang diperoleh dijadikan satu; dipekatkan menggunakan evaporator pada suhu 60°C. Setelah tahapan evaporasi ekstrak dipresipitasi dengan etanol 95% dingin dan dilanjutkan dengan

sentrifuge 3500 rpm; 15 menit. Supernatan dibuang dan pellet dilarutkan dalam aquades pH 2, kemudian dilakukan presipitasi kembali menggunakan CaCl_2 dan disentrifuge kembali dengan 3500 rpm selama 15 menit. Supernatan diambil, pelet dibuang. Kemudian fucoidan dipresipitasi dengan etanol 95% dingin lalu di sentrifuge untuk diambil pelletnya. Pellet hasil sentrifuge dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C ; ± 2 hari. Bagian ini menyajikan informasi tentang tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, rancangan penelitian yang digunakan atau Hipotesis jika ada, prosedur penelitian yang jelas, serta analisis data yang digunakan.

Uji Komponen Fucoidan

1. Hidrolisis Fucoidan

Hidrolisis fucoidan dilakukan dengan fucoidan hasil ekstraksi sebanyak 10 mg dilarutkan di dalam mikrotube dengan aquades sebanyak 500 μl . Larutan dipindahkan di dalam tabung reaksi kaca dan ditambahkan 500 μl TFA kemudian divortex hingga homogen. Setelah itu dipanaskan dalam waterbath dengan suhu 100°C ; 6 jam. Selama pemanasan, dilakukan penggojokan setiap 30 menit sekali. Setelah itu sampel disentrifuge pada 3000 rpm; 15 menit untuk mendapatkan supernatan.

2. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Hidrolisat fucoidan dari *Sargassum* sp., hidrolisat fucoidan standar, fucosa, glukosa, galaktosa, xylosa, manosa dan rhamnosa ditotolkan pada plat silika gel KLT ± 3 totolan dan setiap totolan ditunggu hingga kering. Fase geraknya adalah isopropanol, etil acetat dan air dengan perbandingan berturut-turut yaitu 7:2:1. Visualisasi dilakukan dengan menggunakan anilin dan dipanaskan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 15 menit. Setelah itu dilakukan penentuan nilai R_f (Retardation factor). Nilai R_f merupakan jarak yang ditempuh oleh senyawa dibagi dengan jarak yang ditempuh oleh pelarut. Rumus R_f adalah sebagai berikut : $R_f = (\text{Jarak yang ditempuh substansi})/(\text{Jarak yang ditempuh pelarut})$

3. FTIR (Fourier Transform Infrared)

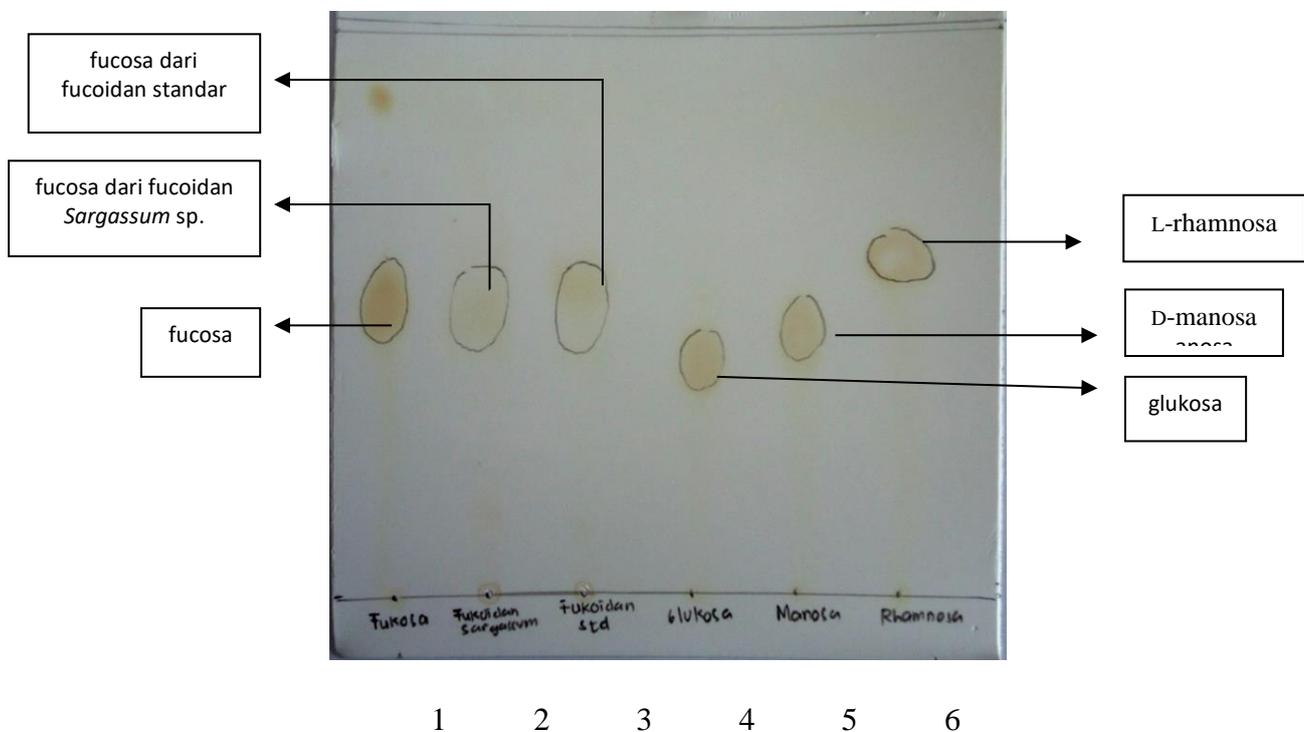
FTIR (Fourier Transform Infrared) adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui gugus fungsional suatu senyawa. FTIR (Fourier Transform Infrared) dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya dengan kalium bromida. Pengujian FTIR ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA UGM Yogyakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

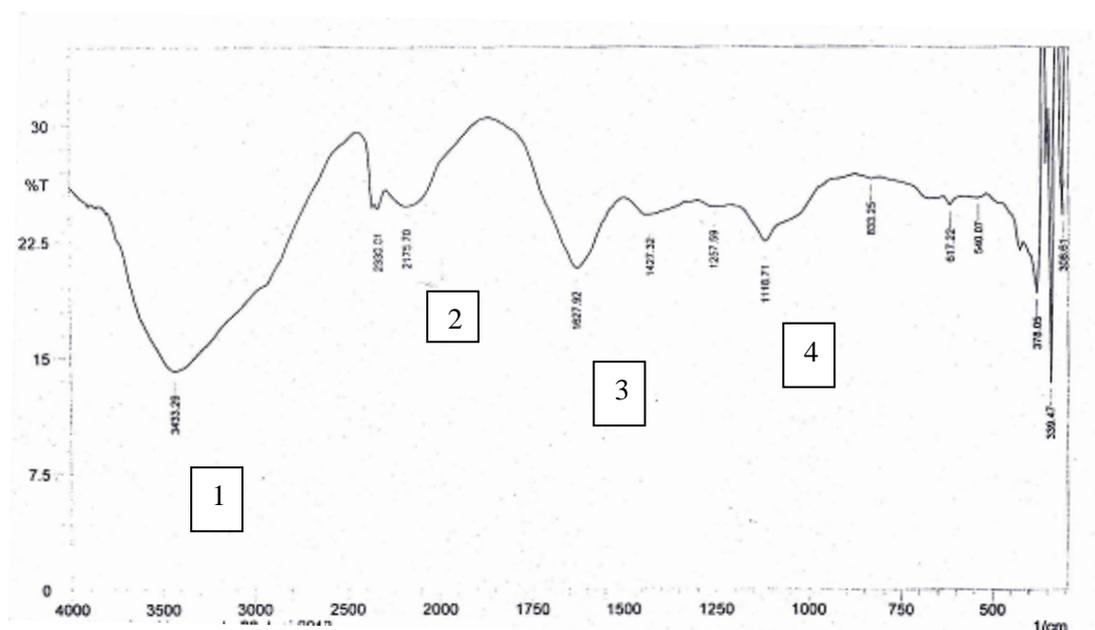
Sargassum sp. merupakan salah satu alga coklat yang menghasilkan senyawa fucoidan. Muahiddah dan Isnansetyo, (2024) menyatakan ekstrak fucoidan dari hasil ekstraksi 100 g *Sargassum* sp. yang memiliki berat kering 18,2% adalah sebanyak 68 mg dan rendemen dari proses ekstraksi fucoidan tersebut sebesar 372,22 mg/100 g berat kering. Hasil ekstraksi fucoidan pada penelitian ini adalah dari 100 g berat kering *Sargassum* sp. menghasilkan 680 mg berat kering fucoidan. Hasil ekstraksi fucoidan dari alga coklat bisa sangat bervariasi tergantung metode ekstraksi dan spesies alga coklatnya (Ode dan Wasahua, 2014). Perbedaan waktu pengambilan sampel juga mempengaruhi hasil ekstraksi yang didapat (Fajarullah *et al.*, 2014). Pada bagian ini, peneliti menyusun secara sistematis disertai argumentasi yang rasional

tentang informasi ilmiah yang diperoleh dalam penelitian. Terutama informasi yang relevan dengan masalah penelitian. Pembahasan terhadap hasil penelitian yang diperoleh dapat disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Dalam pelaksanaannya, bagian ini dapat digunakan untuk membandingkan hasil-hasil penelitian yang diperoleh dalam penelitian yang sedang dilakukan terhadap hasil-hasil penelitian yang dilaporkan oleh peneliti terdahulu. Secara ilmiah hasil penelitian yang diperoleh dalam penelitian dapat berupa temuan baru atau perbaikan, penegasan, atau penolakan interpretasi suatu fenomena ilmiah dari peneliti sebelumnya.

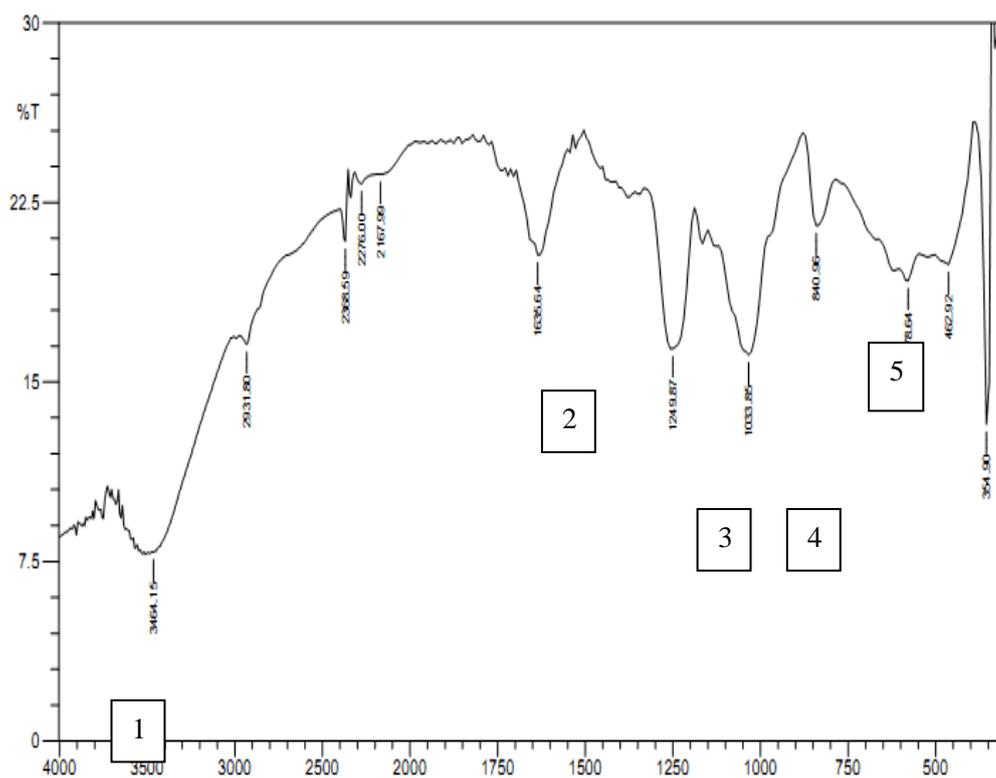
Fucoidan adalah polisakarida yang merupakan penyusun dinding sel dari alga coklat, biasanya komponen terbesarnya adalah l-fucose dan sulfat (Andulung, 2022). Komponen utama fucoidan hasil ekstraksi *Sargassum* sp. pada penelitian ini adalah fucosa. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil uji KLT. Nilai Rf hidrolisat fucoidan dari *Sargassum* sp. dan fucoidan standar yaitu 0,51 sama dengan fucosa, sehingga dapat dikatakan kedua sampel tersebut mengandung fucosa. Fucoidan dari *Sargassum* sp. ini tidak mengandung glukosa, d-manosa dan l-rhamnosa. Hal tersebut dikarenakan nilai Rf hidrolisat fucoidan dari *Sargassum* sp. hanya 0,51 sedangkan nilai Rf glukosa, d-manosa dan l-rhamnosa masing-masing 0,40;0,46;0,59 (Gambar 2). Nilai Rf yang berbeda menunjukkan senyawa tersebut berbeda. Kandungan gula pada fucoidan bisa sangat bervariasi tergantung metode ekstraksi dan spesies alga coklatnya (Almaidah, 2020). Komposisi kimia fucoidan serta strukturnya sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan (Sinurat dan Kusumawati, 2017). Utami *et al.*, (2023) menyatakan perbedaan komponen gula dalam ekstraksi alga coklat juga dapat disebabkan oleh konsentrasi senyawa asam yang digunakan fucoidan.



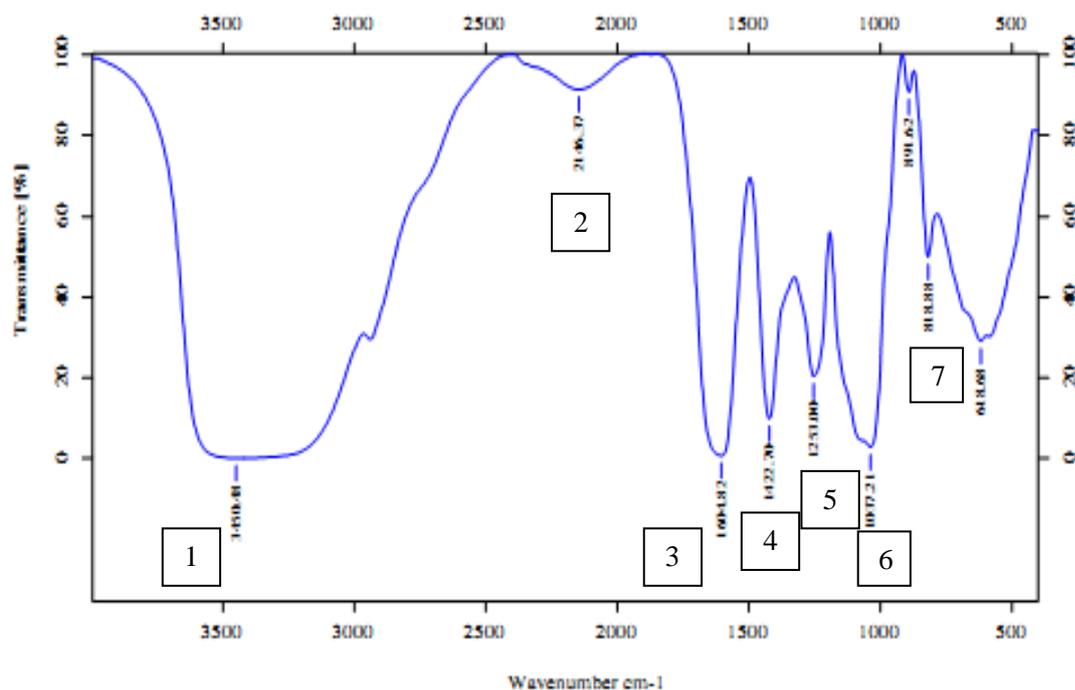
Gambar 2. Perbandingan komponen fucoidan dari *Sargassum* sp. dengan fucoidan standar dan beberapa monosakarida. (1 = fucosa, 2 = hidrolisat fucoidan dari *Sargassum* sp., 3 = hidrolisat fucoidan standar, 4 = glukosa, 5 = d-manosa dan 6 = l-rhamnosa) (silika gel, isopropanol: etil asetat: air = 7:2:1, disemprot anilin)



Gambar 3. Hasil FTIR fucoidan dari *Sargassum* sp. (1 = OH pada 3433,29 cm^{-1} , 2 =C=C=O pada 2175,70 cm^{-1} , 3 = O-C-O (karboksilat) pada 1627 cm^{-1} , 4 = C-O pada 1118,71 cm^{-1} , panjang gelombang di antara 4000-400 cm^{-1})



Gambar 4. Hasil FTIR fucoidan standar (1 = OH pada 3446,15 cm^{-1} , 2 =O-C-O (karboksilat) pada 1635 cm^{-1} , 3 = S=O (sulfat) pada 1249,87 cm^{-1} , 4 = C-O pada 1033,85 cm^{-1} , 5= C-O-S (grup sulfat) pada 840,96 cm^{-1} panjang gelombang di antara 4000-400 cm^{-1})



Gambar 5. Hasil FTIR fucoidan dari *S. wightii* (Immanuel *et al.*, 2012) (1 = OH pada 3433,29 cm^{-1} , 2 = C=C=O pada 2146,37 cm^{-1} , 3 = O-C-O (karboksilat) pada 1604,82 cm^{-1} , 4 = C-OH pada 1422,7 cm^{-1} , 5 = S=O (sulfat) pada 1253,00 cm^{-1} , 6 = C-O pada 1037,21 cm^{-1} , 7 = C-O-S (grup sulfat) pada 818,88 cm^{-1} panjang gelombang di antara 4000-400 cm^{-1})

Hasil uji FTIR fucoidan dari *Sargassum* sp. (Gambar 3) menunjukkan adanya gugus fungsional OH pada 3433,29 cm^{-1} , C=C=O pada 2175,70 cm^{-1} , O-C-O (karboksilat) pada 1627 cm^{-1} dan C-O pada 1118,71 cm^{-1} , hasil ini ada kemiripan dengan fucoidan dari *S. wightii* (Gambar 5.) dan standar (Gambar 4) karena fucoidan dari *Sargassum* sp. juga memiliki gugus fungsional OH, C=C=O, O-C-O, C-O. Hasil FTIR fucoidan standar menunjukkan adanya gugus fungsional OH pada 3446,15 cm^{-1} , O-C-O (karboksilat) pada 1635 cm^{-1} , S=O (sulfat) pada 1249,87 cm^{-1} , C-O pada 1033,85 cm^{-1} , C-O-S (grup sulfat) pada 840,96 cm^{-1} . Pada penelitian Immanuel *et al.* (2012) hasil FTIR fucoidan dari *S.wightii* menunjukkan adanya gugus fungsional OH pada 3433,29 cm^{-1} , C=C=O pada 2146,37 cm^{-1} , O-C-O (karboksilat) pada 1604,82 cm^{-1} , C-OH pada 1422,7 cm^{-1} , S=O (sulfat) pada 1253,00 cm^{-1} , C-O pada 1037,21 cm^{-1} , C-O-S (grup sulfat) pada 818,88 cm^{-1} . Gugus fungsional dari *S. wightii* mirip dengan gugus fungsional fucoidan standar karena fucoidan standar juga memiliki gugus fungsional OH, C=C=O, O-C-O, C-O, S=O, C-O-S. Fucoidan standar dan *S.wightii* memiliki gugus fungsional S=O dan C-O-S yang merupakan gugus sulfat yang khas dimiliki fucoidan (Puspantari *et al.*, 2020), sedangkan fucoidan *Sargassum* sp. tidak memiliki gugus fungsional tersebut. Hal tersebut dikarenakan pada saat ekstraksi digunakan larutan pH 2 (suasana asam) dalam waktu cukup lama untuk melarutkan pellet yang mengakibatkan ikatan ester (S=O dan C-O-S) pada fucoidan dapat rusak. Selain itu tidak dilakukannya dialisis saat penelitian ini, sehingga ekstrak yang diperoleh kurang murni. Kedua hal tersebut mengakibatkan pada hasil uji FTIR tidak muncul puncak untuk gugus fungsional S=O dan C-O-S, namun hanya muncul angka untuk daerah tersebut.

KESIMPULAN

Komponen utama fucoidan hasil ekstraksi *Sargassum* sp. pada penelitian ini adalah fucosa. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil uji KLT. Nilai Rf hidrolisat fucoidan dari *Sargassum* sp. dan fucoidan standar yaitu 0,51 sama dengan fucosa, sehingga dapat dikatakan kedua sampel tersebut mengandung fucosa.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak Alim Isnansetyo yang bersedia mendanani penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Almaidah Ar, A. N. (2020). Kemampuan Ekstrak Fucoidan Dari Alga Coklat Terhadap Penghambatan Bakteri Penyebab Kerusakan Rongga Mulut
- Amanda, C. S., & Ayuzar, E. (2016). Efektifitas bubuk rumput laut merah (*Gracillaria* sp) sebagai imunostimulan terhadap infeksi bakteri streptococcus iniae pada ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 3(2), 81-86.
- Andulung, E. (2022). *PENGARUH PEMBERIAN POLISAKARIDA SULFAT DARI ALGA COKLAT (Sargassum polycystum) TERHADAP KADAR SGOT DAN SGPT PADA TIKUS PUTIH (Rattus norvegicus) YANG DIBERIKAN DIET TINGGI LEMAK* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Erniati, E., Zakaria, F. R., Prangdimurti, E., & Adawiyah, D. R. (2016). Potensi rumput laut: Kajian komponen bioaktif dan pemanfaatannya sebagai pangan fungsional. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 3(1), 12-17.
- Fajarullah, A., Irawan, H., & Pratomo, A. (2014). Ekstraksi Senyawa Metabolit Sekunder Lamun Thalassodendron Ciliatum Pada Pelarut Berbeda. *Repository Umrah*, 1(1), 1-15.
- Fitri, N. S. (2021). Uji Aktivitas Antiinflamasi Senyawa Polisakarida Sulfat Dari Alga Coklat (*Sargassum Polycystum*) Secara In Vivo= In Vivo Anti-Inflammatory Activity Test Of Sulfated Polysaccharide Compounds From Brown Algae (*Sargassum Polycystum*) (Doctoral Dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Ir Harlina, M. P. (2023). *Monograf Potensi Bahan Alami Dalam Peningkatan Sistem Imun Udang Vaname*. Nas Media Pustaka.
- Kinanti, A. (2018). *Uji Aktivitas Ekstrak Kasar Alga Coklat (Turbinaria Conoides) Sebagai Antibakteri Terhadap Salmonella Typhi* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Khalid, I. (2021). Suplementasi Asam Alginat Padina Sp. Dari Perairan Lampung Untuk Meningkatkan Respon Imun Nonspesifik Udang Vaname *Penaeus vannamei* (Boone, 1931).
- Muahiddah, N., & Isnansetyo, A. (2024). Pemberian Fucoidan Secara Oral Dari Hasil Ekstraksi *Sargassum* sp. Untuk Menanggulangi Motile Aeromonad Septicemia Pada Ikan Lele (*Clarias* sp.). *Jurnal Riset Akuakultur*, 18(3), 197-206.
- Nugroho, R. A., & Nur, F. M. (2018). *Potensi bahan hayati sebagai imunostimulan hewan akuatik*. Deepublish.
- Ode, I., & Wasahua, J. (2014). Jenis-jenis alga coklat potensial di perairan pantai Desa Hutumuri Pulau Ambon. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 7(2), 39-45.

- Sinurat, E., & Kusumawati, R. (2017). Optimasi metode ekstraksi fukoidan kasar dari rumput laut cokelat *Sargassum binderi* Sonder. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 12(2), 125-134.
- Sinurat, E., & Maulida, N. N. (2018). Pengaruh hidrolisis fukoidan terhadap aktivitasnya sebagai antioksidan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 13(2), 123-130.
- Utami, H., Hanif, M., Aulia, C. R., & Mega Sari, Z. S. (2020). PENGARUH WAKTU DAN PELARUT EDTA (Ethylenediaminetetraacetic Acid) PADA EKSTRAKSI FUKOIDAN DARI RUMPUT LAUT COKELAT *Sargassum binderi* Sonder. *Jurnal Kelitbangan, Inovasi Pembangunan, Balitbangda Lampung*, 8(3), 265-279.
- Utami, H., Sari, Z. S. M., Hanif, M., Darni, Y., Ginting, S., & Purba, E. (2023). Studi eksperimen isolasi fukoidan dari rumput laut *Sargassum binderi* Sonder: Efek suhu dan waktu ekstraksi. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*, 29(2), 79-86.
- Puspantari, W., Kusnandar, F., Lioe, H. N., & Laily, N. (2020). Penghambatan fraksi fukoidan rumput laut cokelat (*Sargassum polycystum* dan *Turbinaria conoides*) terhadap α -amilase dan α -glukosidase. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 122-136.
- Puspitaningrum, I., Kusmita, L., & Franyoto, Y. D. (2017). Aktivitas Imunomodulator fraksi etil asetat daun som jawa (*Talinum triangulare* (Jacq.) Willd) terhadap respon imun non spesifik. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, 14(1), 24-29.
- Wulandari, I., & Situmeang, S. (2022). Pengaruh penjualan rumput laut *sargassum* sp terhadap pertumbuhan ekonomi masyarakat di Teluk Sasah Kabupaten Bintan tahun 2022. *Eqien-Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 11(03), 1515-1521.