

## POTENSI SARGASSUM SEBAGAI IMUNOSTIMULAN PADA BIDANG AKUAKULTUR (REVIEW)

NURI MUAHIDDAH<sup>1)\*</sup>, SEPTIANA DWIYANTI<sup>2)</sup>

Budidaya Perairan Universitas Mataram

*nurimuahiddah@unram.ac.id (corresponding)*

### ABSTRAK

Industri akuakultur terus berkembang akan tetapi produksinya menemui masalah salah satunya karena serangan penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan dan keberlanjutan produksi perikanan. Penelitian tentang penggunaan imunostimulan sebagai solusi ramah lingkungan untuk meningkatkan ketahanan organisme akuatik terhadap penyakit menjadi semakin penting. Salah satu bahan alami yang dapat dijadikan imunostimulan adalah rumput laut *Sargassum* yang merupakan jenis alga coklat yang ditemukan melimpah di perairan tropis dan subtropis. Kajian ini bertujuan untuk menyajikan review terkini mengenai potensi *Sargassum* sebagai imunostimulan dalam bidang akuakultur. Alga ini dikenal mengandung beragam senyawa bioaktif, termasuk polisakarida (alginate dan fucoidan), polifenol, dan pigmen alami, yang diyakini memiliki kemampuan untuk meningkatkan respons imun organisme akuatik. Pengaplikasiannya sudah diuji secara *in-vitro* maupun *in-vivo*. Penambahan ekstrak dari beberapa jenis *Sargassum* dapat dilakukan melalui injeksi, perendaman maupun penambahan di pakan organisme budidaya. Ekstrak dari beberapa jenis *Sargassum* tersebut terbukti mampu meningkatkan system imun, pertumbuhan maupun kelulus hidupan organisme akuatik serta melawan seragan penyakit. Aplikasi *Sargassum* sebagai imunostimulan merupakan solusi ramah lingkungan untuk melawan serangan penyakit.

**Kata kunci:** Akuakultur, Imunostimulan, Rumput laut, *Sargassum*.

### ABSTRACT

*The aquaculture industry continues to grow, but its production encounters problems, one of which is disease outbreaks that can hinder the growth and sustainability of fish production. Research on the use of immunostimulants as an environmentally friendly solution to enhance the resilience of aquatic organisms against diseases is becoming increasingly important. One natural substance that can be used as an immunostimulant is Sargassum seaweed, a type of brown algae found abundantly in tropical and subtropical waters. This study aims to present a recent review of the potential of Sargassum as an immunostimulant in the field of aquaculture. This algae is known to contain various bioactive compounds, including polysaccharides (alginate and fucoidan), polyphenols, and natural pigments, which are believed to have the ability to enhance the immune response of aquatic organisms. Its application has been tested both in vitro and in vivo. The addition of extracts from various types of Sargassum can be done through injection, immersion, or adding them to the feed of cultured organisms. Extracts from several types of Sargassum have been proven to enhance the immune system, growth, and survival of aquatic organisms, as well as to combat disease outbreaks. The application of Sargassum as an immunostimulant is an environmentally friendly solution to combat disease outbreaks.*

**Keywords:** Aquaculture, Immunostimulant, Seaweed, *Sargassum*

### PENDAHULUAN

Akuakultur adalah salah satu sektor strategis untuk menghasilkan sumber pangan dunia (Triani dan Noviani, 2023). Industri akuakultur terus berkembang akan tetapi produksinya menemui masalah salah satunya karena serangan penyakit (Putri, 2021). Serangan penyakit dapat menjadi masalah serius yang dapat menurunkan produksi ikan budidaya dikarenakan dapat mengakibatkan kematian pada organisme budidaya (Melyani dan Putra, 2018). Oleh karena itu, diperlukan terus dilakukan penelitian untuk mencari solusi terbaik untuk penganggulangan penyakit.

Salah satu solusi terbaik menangani masalah penyakit adalah penggunaan imunostimulan pada bidang akuakultur (Muahiddah dan Affandi, 2023). Imunostimulan adalah senyawa yang dapat meningkatkan system imun

pada ikan maupun udang sehingga dapat melawan serangan penyakit (Muahiddah dan Dwiyantri, 2023). Salah satu imunostimulan yang banyak diteliti adalah golongan polisakarida dari alga coklat (Jabar dan Natasia, 2021). Alga coklat yang banyak diteliti adalah jenis *Sargassum*. *Sargassum* mengandung beberapa polisakarida seperti fucoidan, asam alginate yang mampu meningkatkan system imun pada ikan dan udang yang kemudian bisa melawan serangan penyakit (Khalid, 2021). Salah satu kandidat yang menarik dalam bidang imunostimulan adalah *Sargassum*, sejenis alga coklat yang tersebar luas di perairan tropis dan subtropics (Munaeni *et al.*, 2023). *Sargassum* dikenal memiliki beragam senyawa bioaktif, termasuk polisakarida, polifenol, dan pigmen alami, yang telah menarik perhatian peneliti sebagai potensi imunostimulan (Husni dan Budhiyanti, 2021). *Sargassum* kaya akan polisakarida, termasuk beta-glukan dan fukoidan, yang telah terbukti memiliki aktivitas imunomodulator (Subaryono, 2017; Yeganeh dan Adel 2019). Senyawa polisakarida tersebut dapat merangsang respons imun seluler dan humoral pada organisme akuatik, meningkatkan produksi sel-sel imun, seperti makrofag dan limfosit (Muntasiroh *et al.*, 2020). Senyawa polifenol dalam *Sargassum* memiliki sifat antioksidan yang dapat membantu organisme akuatik melawan stres oksidatif (Husni dan Budhiyanti, 2021). Selain itu, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa polifenol dapat meningkatkan respons imun, membantu melawan infeksi dan penyakit (Firdaus, 2017). Pigmen alami dalam *Sargassum*, seperti klorofil dan karotenoid, juga memiliki potensi imunostimulan (Erniati *et al.*, 2016) dan senyawa tersebut dapat meningkatkan daya tahan organisme akuatik terhadap patogen melalui mekanisme yang melibatkan penghambatan pertumbuhan bakteri dan aktivasi respons imun (Nugroho *et al.*, 2019).

Selain alginate dari *Sargassum* sp dapat menjadi imunomodulator alginate juga mengandung protein, vitamin c, tannin, iodine, phenol. Penambahan alginate dari *Sargassum* dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelulus hidupan pada komoditas budidaya.

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi potensi *Sargassum* sebagai imunostimulan dalam akuakultur. Hasil-hasil ini memberikan gambaran bahwa ekstrak atau senyawa tertentu dari *Sargassum* dapat meningkatkan sistem kekebalan organisme akuatik, mengurangi tingkat infeksi, dan meningkatkan pertumbuhan. Namun, perlu dicatat bahwa masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme imunostimulasi yang terlibat dan menentukan dosis yang efektif. Selain itu, perhatian juga harus diberikan pada aspek keberlanjutan dalam penggunaan *Sargassum* sebagai imunostimulan agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan.

Dalam menghadapi tantangan penyakit dalam industri akuakultur, potensi *Sargassum* sebagai imunostimulan menawarkan peluang yang menarik. Polisakarida, polifenol, dan pigmen alami dalam alga coklat ini dapat memberikan dukungan dalam meningkatkan sistem kekebalan organisme akuatik. Meskipun demikian, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami secara mendalam mekanisme imunostimulasi dan mengoptimalkan pemanfaatannya dalam konteks akuakultur yang berkelanjutan.

## **Rumusan Masalah**

Bidang akuakultur terus mengalami peningkatan dalam hal produksi demi memnuhi kebutuhan pangan masyarakat. Akan tetapi, industry akuakultur ini memiliki hambatan dari segi kesehatan biota budidaya disebabkan seranagn penyakit yang dapat menyebabkan kerugian besar. Penyakit-penyakit infeksi dan pandemik dapat menyebar dengan cepat di dalam lingkungan yang padat dan kurang terkontrol. Oleh karena itu, pengembangan metode pencegahan penyakit yang inovatif dan berkelanjutan menjadi sangat penting. Imunostimulan, yang merangsang sistem kekebalan tubuh untuk merespons penyakit dan patogen, telah menjadi fokus penting dalam pengelolaan kesehatan akuakultur. Salah satu alternatif yang menarik adalah menggunakan bahan alami sebagai imunostimulan. Rumput laut coklat jenis *Sargassum* adalah salah satu bahan alami yang berpotensi sebagai imunostimulan. *Sargassum* ini masi sangat minim pemanfaatannya terutama di Indonesia karena masih dianggap sampah ataupun gulma di perairan. *Sargassum* sudah banyak diteliti menghasilkan senyawa polisakarida alginate dan fucoidan Senyawa-senyawa ini dapat meningkatkan aktivitas sel-sel pertahanan tubuh dan membantu organisme akuatik dalam melawan patogen.

## **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk memberikan informasi tentang penggunaan *Sargassum* sebagai imunostimulan dalam bidang akuakultur. Studi literatur ini juga menyajikan spesies ikan, metode penggunaan imunostimulan, dosis hingga hasil performa imunostimulan dari *Sargassum*.

## **METODE PENELITIAN**

Artikel ini menggunakan metode studi literatur dari beberapa jurnal nasional terakreditasi, maupun jurnal internasional. Studi literatur adalah proses penelusuran, pengumpulan, dan analisis terhadap berbagai sumber informasi yang relevan dengan topik tertentu. Studi literatur adalah untuk memahami dan menggali pengetahuan

yang sudah ada sebelumnya tentang rumput laut *Sargassum* sebagai imunostimulan pada bidang akuakultur, baik dalam bentuk artikel ilmiah, buku, jurnal, makalah konferensi, dan sumber-sumber lainnya. Setelah semua literatur dikumpulkan dan dibaca kemudian dilakukan pemilihan bagian- bagian yang saling berhubungan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Sargassum* adalah golongan alga coklat yang tersebar banyak di perairan tropis dunia. *Sargassum* banyak diteliti karena memiliki manfaat sebagai imunostimulan. Kandungan polisakarida yang ada pada *Sargassum* dapat meningkatkan imun non spesifik ikan maupun udang yang kemudian berperan untuk melawan serangan penyakit. Polisakarida yang diekstrak dari *Sargassum* ialah alginat dan fukoida terbukti mampu meningkatkan system imun non spesifik, ekspresi gen pertumbuhan dan gen imun serta meningkatkan pertumbuhan bahkan hingga meningkatkan kelulushidupan organisme akuakultur (Muahiddah dan Sulystyaningsih, 2021; Muahiddah dan Diamahesa, 2022). Ada banyak jenis *Sargassum* yang dapat diekstrak dan dapat dimanfaatkan sebagai imunostimulan seperti *Sargassum* sp., *Sargassum detifolium* dan *Sargassum cristaefolium* (Abbas *et al.*, 2023; Assegaf, 2023; Sudaryono *et al.*, 2018).

Polisakarida dari rumput laut memiliki nilai yang tinggi untuk meningkatkan performa pertumbuhan, respon imun system dan memiliki banyak keunggulan untuk meningkatkan kesehatan pada organisme budidaya (Abbas *et al.*, 2023). Alga coklat merupakan sumber imunostimulan karena mengandung bioaktif yang memproduksi metabolit sekunder dengan spektrum aktivitas yang luas dan dapat meningkatkan imun non-spesifik udang (Febriani *et al.*, 2013). Dinding sel alga coklat kaya akan polisakarida yang dapat bermanfaat sebagai imunostimulan, antikoagulan, antioksidan, antibakteri, antiviral, anti kanker dan aktivasi modulasi imun (Wijesekara *et al.*, 2011). Polisakarida dari alga coklat yang sering digunakan adalah fucoidan dan sodium alginat (rumput laut coklat). Crude ekstrak maupun hot water ekstraknya juga bisa sebagai imunostimulan yang mampu meningkatkan imun non spesifik komoditas akuakultur.

Pemberian imunostimulan dari *Sargassum* dapat dilakukan secara oral, perendaman maupun melalui injeksi, sekala penelitianpun dilakukn secara In-vitro maupun In-vivo. Penelitian mengenai penentuan dosis dan frekuensi masih terus dilakukan untuk mengetahui cara yang paling efektif dalam penggunaan imunostimulan. Penggunaan imunostimulan dari *Sargassum* pada ikan maupun udang pada berbagai referensi ada pada Table 1 berikut:

**Tabel 1. Penggunaan *Sargassum* sebagai imunostimulan dalam bidang akuakultur**

Spesies rumput laut	Komoditas akuakultur	Metode	Hasil (Meningkatkan)	Resisten terhadap penyakit	Referensi
Extract <i>Sargassum dentifolium</i>	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Oral (3g/Kg Pakan)	Ekspresi gen pertumbuhan (Insulin-like growth factors (IGF-I, IGF-II), immune-related genes ( $\beta$ -Glucan-binding protein ( $\beta$ -Bgp); Prophenoloxidase (ProPO), Lysozyme (Lys), dan Crustin), dan stress genes (Superoxide dismutase (SOD) dan Glutathione peroxidase (GPx) in the muscle tissue of <i>L. vannamei</i>	-	Abbas <i>et al.</i> , 2023
Extract <i>Sargassum</i> sp.	-	In-vitro (2000 ppm)	Daya Hambat Bakteri	<i>Vibrio harveyi</i>	Assegaf dan Insafitri, 2023
Hot-water Extract of Tropical Brown Seaweed, <i>Sargassum cristaefolium</i>	<i>Litopenaeus vannamei</i>	Oral (500-750 mg/Kg)	Total hemocyte count (THC), Differential Hemocyte Count (granular and hyaline cells), and Phagocytic Activity	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Sudaryono <i>et al.</i> , 2018
Tepung Rumput Laut Coklat ( <i>Sargassum</i> sp.)	Udang windu ( <i>Penaeus monodon</i> )	Oral (2,48% tepung <i>Sargassum</i> sp.)	nilai tingkat konsumsi pakan (TKP) laju pertumbuhan relatif (RGR) Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) Survival Rate (SR)	-	Widyantoko dan Herawati, 2015
Extract <i>Sargassum</i> sp.	Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	Injeksi 75 $\mu$ g/g	Survival Rate (SR)	<i>Streptococcus inaei</i>	Rustikawati, 2012

Penggunaan imunostimulan dari ekstrak *Sargassum dentifolium* pada udang *litopenaeus vannamei* menunjukkan hasil meningkatkan pertumbuhan pada udang *vannamei*. Pemberian pakan terbaik dengan dosis ekstrak *Sargassum dentifolium* 3g/ kg pakan menunjukkan meningkatnya pertumbuhan dan berat pada udang budidaya dibandingkan udang yang tidak diberikan ekstrak *Sargassum dentifolium*. Pada akhir penelitian didapatkan penambahan polisarida dari ekstrak *Sargassum dentifolium* dapat meningkatkan ekspresi gen pertumbuhan (IGF- I dan IGF-II), gen imun (BGP, ProPO, Crustin dan Lys), Gen Stress (SOD dan GPx) yang dilihat dari jaringan otot udang. Meningkatnya gen pertumbuhan IGF- I dan IGF-II dari pada control atau udang tidak diberikan ekstrak *Sargassum dentifolium* menunjukkan polisarida dari *Sargassum dentifolium* memicu pertumbuhan pada udang dan akan meningkatkan produksi budidaya udang. Meningkatnya ekspresi gen pertumbuhan BGP, ProPo, Crustin dan Lys pada udang yang diberi ekstrak *Sargassum dentifolium* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan respon imun pada udang yang dapat membantu untuk mematikan penyakit dengan metode penghancuran benda asing atau penyakit dalam tubuh udang. Meningkatnya SOD dan GPX pada udang yang diberikan pakan ekstrak *Sargassum dentifolium* menunjukkan peningkatan aktivitas NADPH-oxidase yang bertujuan untuk melawan serangan mikroba (Abbas *et al.*, 2023).

Assegaf dan Insafiri (2023) menggunakan Ekstrak *Sargassum* sp pada percobaan dilaboratorium (in-vitro) untuk mengetahui daya hambat bakteri *Vibrio harveyi*. Kunci dari baiknya hasil ekstraksi adalah proses maserasi pada pembuatan ekstrak *Sargassum* sp. Assegaf dan Insafiri (2023) menggunakan 100% methanol pada tahap maserasi (perendaman) untuk mendapatkan hasil ekstrak terbaik. Pada penelitian ini juga menemukan penambahan 2000 ppm ekstrak *Sargassum* sp dapat menghambat bakteri *vibrio* pada cawan petri. ekstrak *Sargassum* sp berupa Alginat, tanin dan Vitamin C, Iodine dan Phenol dapat memecah dinding sel bakteri sehingga bakteri menjadi mati. Meningkatnya daya hambat bakteri *Vibrio harveyi* oleh ekstrak *Sargassum* pada skala Laboratorium ini dapat menjadi indikator bahwa ekstrak *Sargassum* sp ini dapat mematikan bakteri *Vibrio harveyi* di lapangan. Serangan penyakit yang diakibatkan bakteri *Vibrio* sangat meresahkan pembudidaya udang dikarenakan bakteri ini dapat menyerang udang hingga dapat menyebabkan kematian 100%. Sebelumnya, banyak digunakan antibiotik untuk membunuh bakteri ini akan tetapi solusi tersebut tidak ramah lingkungan karena antibiotik tersebut sulit terurai di lingkungan dan dapat menyebabkan resistensi bakteri di lapangan. Ekstrak *Sargassum* sp ini salah satu solusi ramah lingkungan dikarenakan imunostimulan dari alga coklat ini mudah terurai lingkungan sekaligus dapat mematikan bakteri *Vibrio harveyi* di lapangan sehingga dapat menanggulangi penyakit *Vibriosis* pada budidaya udang.

Sudaryono *et al.*, 2018 menyatakan penggunaan Hot- water ekstrak alga coklat dari *Sargassum cristaefolium* meningkatkan *Total hemocyte count* (THC), *Differential Hemocyte Count* (granular and hyaline cells), and *Phagocytic Activity* pada udang *Litopenaeus vannamei* dan melawan serangan penyakit *Vibrio parahaemolyticus*. Dosis terbaik adalah 500-750 mg/ Kg pakan. Peningkatan jumlah THC dari pada udang control menunjukkan *hot-water* ekstrak *Sargassum cristaefolium* dapat meningkatkan sistem imun pada udang. Hal tersebut dikarenakan pada sistem imun udang haemocyte memegang peranan untuk pertahanan udang karena dapat memusnahkan bakteri atau virus dari sifa *Phagocytic*nya. Meningkatnya THC juga berimplikasi pada meningkatnya kelulus-hidupan udang budidaya.

Pemberian pakan tepung rumput laut sebanyak 2,48% tepung *Sargassum* sp. dapat meningkatkan nilai tingkat konsumsi pakan (TKP), laju pertumbuhan relatif (RGR), Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP), *Survival Rate* (SR) pada budidaya udang windu *Penaeus monodon* (Widyantoko dan Herawati, 2015). Tingkat konsumsi pakan (TKP) dan EPP meningkat pada benih udang windu dikarenakan ekstrak *sargassum* pada pakan memberikan efek cepat terserapnya pakan pada alat pencernaan udang windu. Tingkat konsumsi pakan meningkatkan berimplikasi pada meningkatnya laju pertumbuhan pada benih udang windu. Kualitas pakan yang ditambahkan ekstrak *Sargassum* sp. menjadi lebih berkualitas mengakibatkan efektif dan efisien konsumsi pada benih udang windu.

Rustikawati (2012) menyatakan injeksi ekstrak *Sargassum* sp. pada nila (*Oreochromis niloticus*) dapat meningkatkan *Survival Rate* (SR) dan melawan penyakit *Streptococciosis* yang disebabkan bakteri *Streptococcus inaei*. Tingginya *survival rate* pada ikan nila yang diberikan ekstrak *Sargassum* sp. secara injeksi menunjukkan ekstrak *Sargassum* sp dapat menstimulasi sistem imun pada ikan nila sehingga dapat melawan serangan penyakit dari *Streptococcus inaei*. Salah satu senyawa yang dapat menstimulasi sistem imun ikan maupun udang adalah kandungan alginat yang terdapat pada ekstrak *Sargassum* sp. Dosis injeksi terbaik dari ekstrak *Sargassum* sp ini adalah 75µg/g. Hal tersebut dikarenakan pada dosis tersebut jumlah limfosit pada ikan nila meningkat, yang mengindikasikan bahwa penyuntikan ekstrak *Sargassum* sp. menstimulasi pembentukan sel limfosit yang berfungsi sebagai menyerang penyakit pada tubuh ikan.

Rumput laut jenis *Sargassum* memiliki potensi sebagai sumber imunostimulan dalam meningkatkan ketahanan organisme akuatik terhadap penyakit. Senyawa-senyawa alami yang terkandung di dalamnya, seperti polisakarida, polifenol, dan pigmen alami, dapat merangsang respons imun pada organisme akuatik. Beberapa senyawa dalam *Sargassum*, seperti alginat, fukoidan, dan polifenol, telah terbukti memiliki aktivitas imunostimulasi yang signifikan. Mereka mampu meningkatkan respons imun seluler dan humoral pada organisme akuatik, serta memberikan perlindungan terhadap patogen. Meskipun sudah banyak hasil penelitian yang mengindikasikan

penggunaan ekstrak *Sargassum* sudah baik, masih terdapat tantangan dalam implementasi praktisnya, termasuk pemahaman yang lebih mendalam mengenai mekanisme imunostimulasi, penentuan dosis optimal, dan keberlanjutan dalam penggunaannya. Namun, *Sargassum* menawarkan peluang yang signifikan dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan industri akuakultur. Diperlukan penelitian lanjutan untuk memahami secara lebih rinci efek imunostimulasi *Sargassum* pada berbagai spesies organisme akuatik, menentukan metode ekstraksi yang efisien, serta mengeksplorasi potensi aplikasi kombinasi dengan imunostimulan lain atau teknik pengelolaan kesehatan akuakultur lainnya. Dengan demikian, *Sargassum* sp. memiliki potensi yang menjanjikan sebagai imunostimulan dalam bidang akuakultur, namun perlu dilakukan lebih banyak penelitian untuk memaksimalkan manfaatnya dan mengatasi tantangan yang ada.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan metode ekstraksi yang efisien dan ramah lingkungan untuk mengisolasi senyawa-senyawa bioaktif dari *Sargassum*, seperti polisakarida, polifenol, dan pigmen alami. Hal ini akan membantu meningkatkan hasil dan konsistensi produk imunostimulan. Diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk memahami mekanisme imunostimulasi yang terjadi ketika organisme akuatik menerima imunostimulan dari *Sargassum*. Penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan produk yang lebih efektif dan dalam pemahaman yang lebih baik tentang interaksi antara imunostimulan dan organisme akuatik.

Meskipun hasil penelitian ini menjanjikan, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami secara lebih mendalam mekanisme kerja dan efek jangka panjang penggunaan ekstrak kulit manggis sebagai imunostimulan dalam akuakultur. Selain itu, penting untuk mempertimbangkan dosis yang optimal dan potensi dampaknya terhadap lingkungan dan organisme lain dalam sistem budidaya akuakultur. Dengan memanfaatkan potensi kulit manggis sebagai imunostimulan, industri akuakultur dapat meningkatkan upaya untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas ikan dan organisme akuatik, serta berkontribusi pada keberlanjutan dan keberhasilan produksi akuakultur secara keseluruhan.

## PENUTUP

### Simpulan

Rumput laut jenis *Sargassum* memiliki potensi sebagai sumber imunostimulan dalam meningkatkan ketahanan organisme akuatik terhadap penyakit. Pengaplikasiannya sudah diuji secara *in-vitro* maupun *in-vivo*. Penambahan ekstrak *Sargassum* dapat dilakukan melalui injeksi, perendaman maupun penambahan di pakan organisme budidaya. Ekstrak *Sargassum* tersebut terbukti mampu meningkatkan sistem imun, pertumbuhan maupun kelulus hidupan organisme akuatik serta melawan serangan penyakit. Aplikasi *Sargassum* sebagai imunostimulan merupakan solusi ramah lingkungan untuk melawan serangan penyakit.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui metode ekstrak *Sargassum* paling efektif. Serta meneliti lebih lanjut tentang metode, spesies *Sargassum* dan dosis yang terbaik untuk diberikan pada organisme akuatik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, E. M., Ahmed Said Al-Souti, Sharawy, Z. Z., El-Haroun, E., & Ashour, M. (2023). Impact of dietary administration of seaweed polysaccharide on growth, microbial abundance, and growth and immune-related genes expression of the pacific whiteleg shrimp (*litopenaeus vannamei*). *Life*, 13(2), 344. doi:<https://doi.org/10.3390/life13020344>
- Assegaf, M. (2023). Potential extract of brown algae *sargassum* sp. and *padina* sp. as antibacterial *vibrio harveyi*. *IOP Conference Series.Earth and Environmental Science*, 1251(1), 012034. doi:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1251/1/012034>
- 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.
- Firdaus, M. (2017). *Diabetes dan Rumput Laut Cokelat*. Universitas Brawijaya Press.
- Jabar, A. A., & Natasia, N. (2021). Potensi Alga Coklat (*Sargassum polycystum* c. *agardh*) sebagai Produk Teh untuk Meningkatkan Imunitas Tubuh. *Berkala Ilmiah Mahasiswa Farmasi Indonesia*, 8(1), 80-94.
- Khalid, I. (2021). Suplementasi Asam Alginat *Padina* sp. Dari Perairan Lampung Untuk Meningkatkan Respon Imun Nonspesifik Udang Vaname *Penaeus vannamei* (Boone, 1931).
- Husni, A., & Budhiyanti, S. A. (2021). *Rumput Laut sebagai Sumber Pangan, Kesehatan dan Kosmetik*. UGM PRESS.

- Muahiddah, N., & Affandi, R. I. (2023). Potensi Ekstrak Spirulina sp. Sebagai Immunostimulan Pada Bidang Akuakultur: The Potential of Spirulina sp. Extract as an Immunostimulant in the Aquaculture Field. *JURNAL SAINS TEKNOLOGI & LINGKUNGAN*, 9(4), 754-763.
- Muahiddah, N., & Sulystyaningsih, N. D. (2021). Analisis Hasil Ekstraksi Sargassum Sp. Dari Teluk Ekas, Pemicu Peningkatan Produksi Rumput Laut, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi Dan Budidaya Perairan*, 19, 131-142.
- Muahiddah, N., Diamahesa, W. A. (2022). Pengaruh Immunostimulan dari bahan-bahan alami pada Ikan dalam Meningkatkan Imun non-spesifik untuk Melawan Penyakit. *Clarias: Jurnal Perikanan Air Tawar*, 3(2), 37-44.
- Muntasiroh, S., Purbomartono, C., & Mulia, D. S. (2020). Kombinasi Ekstrak Rumput Laut Cokelat (Padina sp.) Dan Vitamin C Melalui Pakan Terhadap Imun Non-Spesifik Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Sainteks*, 17(1), 7-17.
- Munaeni, W., Lesmana, D., Irawan, H., Hamka, M. S., & Nafsiyah, I. (2023). *Potensi Budidaya dan Olahan Rumput Laut di Indonesia*. TOHAR MEDIA.
- Rustikawati, I. (2012). Efektivitas ekstrak Sargassum sp. terhadap diferensiasi leukosit ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diinfeksi *Streptococcus iniae*. *Jurnal Akuatika*, 3(2).
- Subaryono, S., Perangiangan, R., Suhartono, M. T., & Zakaria, F. R. (2017). Immunomodulator activity of alginate oligosaccharides from alginate Sargassum crassifolium. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 63-73.
- Sudaryono, A., Chilmawati, D., & Susilowati, T. (2018). Oral Administration of Hot-water Extract of Tropical Brown Seaweed, Sargassum cristaeifolium, to Enhance Immune Response, Stress Tolerance, and Resistance of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to *Vibrio parahaemolyticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 49(5), 877-888.
- Triani, R., & Novani, S. (2023). Menciptakan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) Melalui Value Co-Creation Dalam Akuakultur Darat Di Indonesia. *TheJournalish: Social and Government*, 4(5), 292-308.
- Putri, S. R. (2021). *TA: Pengendalian Proses Produksi Udang Vannamei Di Area De-Heading Pt Centralpertiwi Bahari* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Lampung).
- Widyantoko, W., & Herawati, V. E. (2015). Optimalisasi penambahan tepung rumput laut coklat (Sargassum sp.) Yang berbeda dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan juvenil udang windu (*Penaeus monodon*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2), 9-17.
- Yeganeh, S., & Adel, M. (2019). Effects of dietary algae (Sargassum ilicifolium) as immunomodulator and growth promoter of juvenile great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758). *Journal of Applied Phycology*, 31(3), 2093-2102.