



Potensi Ekstrak Spirulina sp. Sebagai Immunostimulan Pada Bidang Akuakultur

The Potential of Spirulina sp. Extract as an Immunostimulant in the Aquaculture Field

Nuri Muahiddah*, Rangga Idris Affandi

Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Mataram
Jl. Pendidikan No. 37 Mataram, Mataram 83125, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.
Tel. +62-0370 621435, Fax. +62-0370 640189

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

Manuscript received: 02-11-2023. Accepted: 20-09-2023

ABSTRACT

Akuakultur adalah industri penting yang berperan dalam memenuhi kebutuhan protein hewani dunia. Salah satu tantangan utama dalam akuakultur adalah menjaga kesehatan organisme air yang dibudidayakan. Spirulina, sejenis mikroalga biru-hijau yang kaya nutrisi, telah menarik perhatian sebagai imunostimulan alami yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh organisme air. Artikel ini menjelaskan sifat imunostimulan spirulina, termasuk senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya, seperti polisakarida, protein, pigmen fotosintetik, dan lipopolisakarida. Senyawa-senyawa ini dapat meningkatkan produksi sel-sel kekebalan tubuh dan aktivitas fagositosis, yang dapat membantu organisme air melawan patogen. Selain itu, artikel ini membahas manfaat potensial penggunaan ekstrak spirulina dalam akuakultur, termasuk peningkatan resistensi terhadap penyakit, pertumbuhan yang lebih cepat, dan peningkatan kualitas nutrisi organisme air. Namun, ada juga tantangan yang perlu diatasi, seperti menentukan dosis yang tepat dan metode aplikasi yang optimal. Artikel ini berkontribusi pada pemahaman tentang bagaimana ekstrak spirulina dapat digunakan untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas organisme air dalam akuakultur. Dengan penelitian lanjutan dan pengembangan metode aplikasi yang lebih baik, potensi ekstrak spirulina sebagai imunostimulan dalam akuakultur dapat lebih maksimal dimanfaatkan, membantu memenuhi kebutuhan protein dunia yang terus meningkat.

Kata kunci: Akuakultur; Immunostimulan; Spirulina sp.; Imun non-spesifik

ABSTRAK

Aquaculture is an important industry that plays a role in meeting the world's animal protein needs. One of the main challenges in aquaculture is maintaining the health of cultivated aquatic organisms. Spirulina, a type of nutrient-rich blue-green microalgae, has garnered attention as a natural immunostimulant capable of enhancing the immune system of aquatic organisms. This article explains the immunostimulant properties of spirulina, including the bioactive compounds it contains, such as polysaccharides, proteins, photosynthetic pigments, and lipopolysaccharides. These compounds can

boost the production of immune cells and phagocytic activity, which can help aquatic organisms combat pathogens. Furthermore, the article discusses the potential benefits of using spirulina extract in aquaculture, including increased resistance to diseases, faster growth, and improved nutritional quality of aquatic organisms. However, there are also challenges to address, such as determining the appropriate dosage and optimal application methods. This article contributes to the understanding of how spirulina extract can be utilized to enhance the health and productivity of aquatic organisms in aquaculture. With further research and the development of improved application methods, the potential of spirulina extract as an immunostimulant in aquaculture can be more fully realized, helping to meet the increasing global demand for protein.

Key words: Aquaculture; Immunostimulant; Spirulina sp.; Non-specific immunity

PENDAHULUAN

Akuakultur, atau budidaya organisme air seperti ikan, udang, dan kerang, memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani global yang terus meningkat (Mulyono dan Ritonga, 2019). Salah satu tantangan utama dalam industri akuakultur adalah menjaga kesehatan dan kualitas organisme yang dibudidayakan (Sutarjo dan Sudiby, 2020). Salah satu pendekatan yang telah dikembangkan untuk mengatasi masalah ini adalah penggunaan imunostimulan alami yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh organisme air dan mengurangi risiko penyakit. Salah satu imunostimulan alami yang menunjukkan potensi besar adalah ekstrak spirulina.

Spirulina adalah mikroalga biru-hijau yang telah lama dikenal sebagai sumber nutrisi yang kaya, terutama dalam hal protein, vitamin, mineral, dan asam lemak omega-3 (Fahmi, et al., 2018). Namun, selain manfaat gizi yang luar biasa, spirulina juga memiliki sifat-sifat imunostimulan yang dapat membantu organisme air melawan infeksi dan penyakit. Spirulina mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti polisakarida, protein, pigmen fotosintetik, dan lipopolisakarida yang telah terbukti memiliki efek positif pada sistem kekebalan tubuh (Suparmi dan Sahri, 2009). Senyawa-senyawa ini dapat meningkatkan produksi sel-sel kekebalan, seperti makrofag dan limfosit, serta meningkatkan aktivitas fagositosis yang membantu organisme melawan patogen (Gustina, 2023). Organisme air yang diberi ekstrak spirulina dapat menjadi lebih tahan terhadap infeksi bakteri, virus, dan parasit. Ini dapat mengurangi risiko wabah penyakit yang merugikan produksi akuakultur (Yanuhar, 2019).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pemberian spirulina dapat meningkatkan laju pertumbuhan organisme air (Leksono dan Mutiara, 2017). Ini dapat menghasilkan hasil panen yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat. Meskipun potensi ekstrak spirulina sebagai imunostimulan dalam akuakultur menjanjikan, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah dosis yang tepat, frekuensi pemberian, dan metode aplikasi yang optimal untuk mendapatkan manfaat maksimal tanpa merugikan lingkungan akuakultur. Penggunaan ekstrak spirulina sebagai imunostimulan dalam bidang akuakultur menawarkan potensi besar untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas organisme air yang dibudidayakan. Dengan terus melakukan penelitian yang mendalam dan memperbaiki metode aplikasi, kita dapat memanfaatkan sifat imunostimulan spirulina untuk meningkatkan keberhasilan industri akuakultur dan memenuhi kebutuhan protein dunia yang terus meningkat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Imunostimulan alami seperti spirulina memiliki potensi besar untuk membantu menjaga kesehatan dan produktivitas organisme air yang dibudidayakan, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada pemenuhan kebutuhan protein hewani yang terus meningkat di seluruh dunia (Muahiddah *et al.*, 2022). Spirulina mengandung berbagai senyawa bioaktif yang dapat merangsang sistem kekebalan tubuh organisme air. Dalam penjelasan ini, penelitian tentang senyawa-senyawa seperti polisakarida, protein, pigmen fotosintetik, dan lipopolisakarida yang terkandung dalam spirulina menjadi sangat penting. Penelitian mengenai senyawa-senyawa ini telah menunjukkan bahwa mereka dapat meningkatkan aktivitas sel-sel kekebalan tubuh, yang merupakan elemen penting dalam menjaga kesehatan organisme akuakultur. Berikut pada Tabel 1. Penggunaan ekstrak *Spirulina* sp. dalam bidang akuakultur.

Tabel 1. Penggunaan ekstrak *Spirulina* sp. dalam bidang akuakultur

No	Ikan	Metode	Hasil meningkatkan	Melawan Penyakit	Referensi
1	Ikan Gurami (<i>Osphronemous Gouramy</i>)	Perendaman dosis terbaik 30 ppm	Total Leukosit Ikan Indeks Fagositosis Konsentrasi TNF- α	-	Resmawati <i>et al.</i> , 2016
2.	Ikan Gurami (<i>Osphronemous Gouramy</i>)	Perendaman dosis terbaik 600 mg/L	Mengurangi Kerusakan Vili usus Mengurangi Kepadatan sel radang dalam laminan propia	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Sitepu, 2016
3.	Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	Oral dengan Intubasi (1 mg, 10 mg atau 25 mg/ikan)	Phagocytic activity Superoxide anion Ekspresi Gen IL-1 β dan TNF- α leukosit ginjal	<i>Aeromonas hydrophila</i>	Watanuki <i>et al.</i> , 2006
4.	Udang vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	In- Vitro In- Vivo	Phenoloxidase (PO) activity Serine Protease activity Respiratory Burst	<i>Vibrio alginolyticus</i>	Chen <i>et al.</i> , 2016
5.	Udang vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Oral (melalui pencampuran tepung kulit manggis pada pakan 2g/kg pakan)	Mengurangi Kerusakan Hati dan Ginjal lewat histopatologi Hati dan Ginjal	-	Kahfi <i>et al.</i> , 2016
6.	Udang vanamei (<i>Litopenaus vannamei</i>)	Perendaman dosis terbaik 600 mg/L	Ekspresi Gen iimun Recovery (LGBP, PX, IB)	-	Lin <i>et al.</i> , 2010
7.	Udang vanamei (<i>Litopenaus vannamei</i>)	Perendaman dan Penyuntikan	Phagocytic activity Clearence efficiency	<i>Vibrio alginolyticus</i>	Tayag <i>et al.</i> , 2010
8.	Naupli Artemia	Bioenskapsulasi 300 mg/L	Kelulushidupan (Survival Rate)	<i>Vibrio</i> spp.	Sedjati <i>et al.</i> , 2022

Lipopolisakarida dari *Spirulina* sp. dapat merangsang system imun ikan dan udang

Lipopolisakarida (LPS) adalah molekul yang terdapat dalam dinding sel bakteri Gram-negatif. Molekul ini dikenal sebagai patogen-associated molecular patterns (PAMPs) yang dapat merangsang respon imun pada banyak organisme, termasuk ikan dan udang (Egra *et al.*,

2019). *Spirulina platensis* adalah jenis alga biru-hijau yang telah dipelajari dalam konteks pemberian makanan pada ikan dan udang untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh mereka. Penelitian ilmiah telah menunjukkan bahwa lipopolisakarida yang berasal dari *Spirulina platensis* (dikenal juga sebagai SPS-LPS) dapat merangsang sistem imun pada ikan dan udang (Ramadhan dan Arimbi, 2016). Molekul LPS ini bertindak sebagai PAMP yang dikenali oleh reseptor imun pada ikan dan udang, seperti reseptor Toll-like (TLR). Ketika LPS dikenali oleh organisme, respons imun termasuk pelepasan sitokin dan perubahan dalam sistem kekebalan tubuh dapat terjadi.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemberian SPS-LPS pada pakan ikan dan udang dapat meningkatkan ketahanan terhadap penyakit dan meningkatkan respons imun. Hal ini dapat membantu meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan hewan-hewan tersebut dalam budidaya akuakultur. Namun, penting untuk dicatat bahwa penggunaan LPS dalam akuakultur harus dikelola dengan hati-hati. Jumlah dan frekuensi pemberian serta jenis ikan atau udang tertentu harus dipertimbangkan dengan baik untuk mencegah potensi masalah kekebalan berlebihan atau gangguan keseimbangan dalam lingkungan akuakultur. Selalu konsultasikan dengan ahli akuakultur atau ilmuwan terkait sebelum mengintegrasikan SPS-LPS atau bahan pakan lainnya dalam praktik budidaya ikan atau udang Anda.

Pemberian ekstrak *Spirulina sp* juga dapat meningkatkan imun dan melawan serangan penyakit pada udang. Dalam penelitian Chen *et al.* (2016) Pemberian Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) secara In- Vitro dan In- Vivo dapat meningkatkan Phenoloxidase (PO) activity, Serine Protease activity, Respiratory Burst dan melawan serangan bakteri *Vibrio alginolyticus*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemberian ekstrak *Spirulina sp* pada udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) baik secara in vitro (dalam lingkungan laboratorium) maupun in vivo (dalam lingkungan alam) telah terbukti meningkatkan beberapa parameter sistem kekebalan tubuh dan memberikan perlindungan terhadap infeksi bakteri *Vibrio alginolyticus*. Phenoloxidase adalah enzim yang berperan dalam respons kekebalan tubuh pada udang. Peningkatan aktivitas PO adalah tanda bahwa sistem kekebalan tubuh sedang aktif dalam merespons ancaman patogen. Serine protease adalah jenis enzim yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh terhadap infeksi (Sudianto, 2018). Peningkatan aktivitas serine protease juga dapat berkontribusi pada perlindungan terhadap infeksi bakteri. Respiratory burst adalah salah satu mekanisme pertahanan yang digunakan oleh sel-sel kekebalan tubuh untuk menghancurkan patogen dengan menghasilkan spesies oksigen reaktif. Peningkatan respiratory burst adalah tanda respons aktif terhadap ancaman patogen.

Fikosianin dari *Spirulina sp.* dapat menstimulasi hematopoiesis, mempengaruhi hormone eritoprotein dan mengatur produksi sel darah putih (leukosit)

Fikosianin adalah pigmen biru-hijau yang terdapat dalam *Spirulina platensis*, sebuah jenis alga biru-hijau yang kaya akan nutrisi. Beberapa penelitian telah menunjukkan potensi fikosianin untuk memiliki berbagai manfaat kesehatan, termasuk pengaruhnya pada sistem hematopoiesis dan produksi sel darah (Sitepu, 2016). Beberapa penelitian laboratorium pada hewan percobaan dan in vitro telah menunjukkan bahwa fikosianin dapat mempengaruhi produksi hormon eritropoietin (EPO), yang merupakan hormon yang merangsang produksi sel darah merah (eritrosit) dalam sumsum tulang. Fikosianin juga telah diteliti karena

kemampuannya untuk merangsang pembentukan sel darah putih (leukosit), yang merupakan bagian dari sistem kekebalan tubuh.

Pada penelitian Resmawati *et al.* (2016) menyatakan pemberian Ekstrak spirulina dengan perendaman 30 ppm pada ikan Gurami (*Osprrhronemus gourami*) meningkatkan total leukosit, indeks fagositosis dan Konsentrasi TNF- α . Total leukosit adalah jumlah sel darah putih dalam tubuh ikan. Peningkatan total leukosit biasanya mengindikasikan peningkatan respons sistem kekebalan tubuh terhadap ancaman patogen. Dalam penelitian ini, pemberian ekstrak Spirulina tampaknya meningkatkan jumlah sel darah putih dalam darah ikan Gurami, yang merupakan tanda positif untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Indeks fagositosis mengukur kemampuan sel-sel fagosit (misalnya, sel makrofag) dalam menelan dan menghancurkan patogen seperti bakteri (Hastuti, 2012). Peningkatan indeks fagositosis menunjukkan peningkatan kemampuan tubuh untuk melawan infeksi dengan cara ini. TNF- α (Tumor Necrosis Factor-Alpha) adalah sitokin yang berperan dalam respons inflamasi dan pertahanan tubuh terhadap infeksi. Peningkatan konsentrasi TNF- α bisa menjadi tanda bahwa sistem kekebalan tubuh lebih aktif dalam merespons ancaman patogen.

Fikosianobilin pada *Spirulina* sp. dapat menangkal radikal bebas pada ikan atau udang

Fikosianobilin adalah pigmen yang ditemukan dalam *Spirulina platensis*, dan memiliki sifat antioksidan yang kuat (Pratama *et al.*, 202). Antioksidan dapat membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas, yang merupakan molekul yang tidak stabil dan dapat menyebabkan stres oksidatif dalam tubuh (Yuslianti, 2018). Dalam konteks ikan atau udang, konsumsi Spirulina atau pigmen fikosianobilin dalam pakan mungkin dapat memberikan manfaat dengan mengurangi stres oksidatif dan membantu melindungi sel-sel mereka dari kerusakan.

Namun, penting untuk diingat bahwa manfaat ini akan sangat tergantung pada faktor seperti dosis yang diberikan, metode pemberian, jenis ikan atau udang yang terlibat, serta kondisi lingkungan. Studi ilmiah lebih lanjut diperlukan untuk memahami dengan lebih baik bagaimana fikosianobilin dapat memengaruhi kesehatan ikan dan udang dalam lingkungan akuakultur, dan bagaimana penggunaannya dapat dioptimalkan. Pemberian Spirulina atau fikosianobilin juga harus dikelola dengan hati-hati dalam praktik budidaya akuakultur, dan sebaiknya dikonsultasikan dengan ahli akuakultur atau ilmuwan yang berpengalaman dalam bidang tersebut. Upaya yang baik dalam merancang pakan dan manajemen akuakultur yang sehat dapat membantu meningkatkan kesehatan dan kinerja ikan dan udang dalam budidaya.

***Spirulina* sp. dapat menstimulasi sistem imun ikan dan udang serta dapat menangkal serangan penyakit**

Spirulina platensis adalah mikroalga yang kaya nutrisi dan memiliki beberapa potensi manfaat untuk meningkatkan sistem imun ikan dan udang dalam budidaya akuakultur. Beberapa cara di mana *Spirulina platensis* dapat berkontribusi terhadap perbaikan sistem kekebalan dan perlindungan terhadap serangan penyakit meliputi: *Spirulina platensis* mengandung senyawa bioaktif seperti polisakarida, protein, dan pigmen seperti fikosianin yang dapat berperan dalam merangsang sistem kekebalan tubuh ikan dan udang. Ini dapat membantu meningkatkan kemampuan tubuh untuk melawan infeksi dan penyakit. *Spirulina platensis*

adalah sumber nutrisi yang sangat baik, mengandung protein, vitamin, mineral, dan asam lemak omega-3. Nutrien ini penting untuk pertumbuhan dan perkembangan yang sehat serta mempertahankan keseimbangan nutrisi yang baik untuk sistem kekebalan tubuh.

Pada penelitian Sitepu (2016) didapatkan bahwa pemberian Ekstrak Spirulina sp. dengan cara Perendaman dosis 600 mg/L dapat melawan seranagn penyakit *Aeromonas hydrophila* yang ditandai dengan mengurangi kerusakan Vili usus dan kepadatan sel radang dan lamianan proparia yang disebabkan oleh serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*. Vili usus adalah lipatan-lipatan pada permukaan usus yang bertugas dalam penyerapan nutrien. Kerusakan pada vili usus dapat mengganggu penyerapan nutrien dan mengurangi kesehatan ikan. Penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak Spirulina membantu mengurangi kerusakan pada vili usus ikan yang terkena serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*. Sel radang atau leukosit yang berlebihan dalam lamina propria (lapisan jaringan di bawah epitel usus) dapat menjadi tanda peradangan yang terkait dengan infeksi bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak Spirulina membantu mengurangi kepadatan sel radang, yang bisa menjadi tanda bahwa respon peradangan berkurang.

Watanuki *et. al.* (2006) menyatakan pemberian *Spirulina* sp. dengan cara intubasi dengan dosis 1, 10 / 25 mg/ ikan meningkatkan Phagocytic activity, Superoxide anion, Ekspresi Gen IL-1 β dan TNF- α leukosit ginjal dan menangkal *Aeromonas hydrophila*. Fagositosis adalah kemampuan sel-sel kekebalan tubuh (seperti makrofag) untuk menelan dan menghancurkan patogen seperti bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian Spirulina meningkatkan aktivitas fagositosis, yang merupakan tanda peningkatan respons kekebalan tubuh terhadap patogen. Superoxide anion adalah salah satu radikal bebas yang diproduksi oleh sel-sel kekebalan tubuh selama respons inflamasi. Peningkatan produksi superoxide anion dapat berkontribusi pada kemampuan tubuh untuk melawan infeksi. Ekspresi Gen IL-1 β dan TNF- α : IL-1 β (Interleukin-1 beta) dan TNF- α (Tumor Necrosis Factor-Alpha) adalah dua jenis sitokin yang berperan dalam respons peradangan dan pertahanan tubuh terhadap infeksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian Spirulina meningkatkan ekspresi gen IL-1 β dan TNF- α dalam leukosit ginjal ikan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemberian Spirulina melalui intubasi memberikan perlindungan terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*.

Pada penelitian Lin *et al.* (2010) pemberian ekstak spirulina pada Udang vanamei (*Litopenaus vannamei*) dengan cara perendaman dengan dosis terbaik 600 mg/L terbukti meningkatkan Ekspresi Gen imun Recovery (LGBP, PX, IB). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak Spirulina pada udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) melalui perendaman dengan dosis tertentu, yaitu 600 mg/L, telah terbukti meningkatkan ekspresi gen beberapa gen yang terkait dengan pemulihan sistem kekebalan tubuh. Beberapa gen yang disebutkan dalam penelitian ini termasuk LGBP (Lipopolysaccharide and beta-1,3-glucan binding protein), PX (peroxidase), dan IB (immune related gene). Hal ini adalah temuan yang menarik, karena peningkatan ekspresi gen-gen tersebut dapat mengindikasikan bahwa ekstrak Spirulina meningkatkan respons sistem kekebalan tubuh udang vanamei terhadap potensi ancaman patogen atau stres. Gen-gen ini berperan dalam berbagai aspek sistem kekebalan tubuh, termasuk respons terhadap lipopolisakarida (LPS) dan glukon (beta-1,3-glucan) yang terkandung dalam dinding sel bakteri dan jamur, serta perlindungan terhadap kerusakan

oksidatif. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak Spirulina dapat memiliki potensi dalam meningkatkan respons kekebalan tubuh udang vanamei dan membantu melindungi mereka dari potensi ancaman patogen. Namun, penting untuk dicatat bahwa dosis yang optimal dan pengaruh ekstrak Spirulina pada berbagai jenis udang dan dalam berbagai kondisi akuakultur mungkin dapat berbeda. Studi lebih lanjut mungkin diperlukan untuk memahami dengan lebih baik mekanisme dan optimalisasi penggunaan ekstrak Spirulina dalam budidaya udang vanamei.

Tayag *et al.* (2010) meneliti bahwa pemberian ekstrak spirulina dengan perendaman dan penyuntikan meningkatkan Phagocytic activity, Clearance efficiency dan melawan seranagn penyakit *Vibrio alginolyticus*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak Spirulina dengan dua metode, yaitu perendaman dan penyuntikan, telah terbukti meningkatkan beberapa parameter sistem kekebalan tubuh pada organisme yang diteliti serta memberikan perlindungan terhadap infeksi bakteri *Vibrio alginolyticus*. Aktivitas fagositosis adalah kemampuan sel-sel kekebalan tubuh untuk menelan dan menghancurkan patogen seperti bakteri (Muahiddah dan Dwiyantri, 2023). Peningkatan aktivitas fagositosis adalah tanda bahwa sistem kekebalan tubuh sedang aktif dalam melawan infeksi (Sudiono, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak Spirulina membantu tubuh untuk membersihkan patogen dengan lebih efisien, yang penting dalam mengatasi infeksi bakteri. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemberian ekstrak Spirulina melalui perendaman dan penyuntikan memberikan perlindungan terhadap infeksi oleh bakteri *Vibrio alginolyticus*.

Spirulina mengandung senyawa antioksidan seperti beta-karoten dan fikosianin yang dapat membantu mengurangi stres oksidatif dalam tubuh ikan dan udang (Firdaus, 2019). Ini dapat membantu melindungi sel-sel dari kerusakan radikal bebas, yang dapat meningkatkan kekebalan tubuh secara keseluruhan. Meskipun Spirulina platensis sendiri bukan obat ajaib untuk semua penyakit ikan dan udang, konsumsi Spirulina sebagai bagian dari pakan dapat membantu dalam pencegahan penyakit dengan meningkatkan ketahanan tubuh. Namun, praktik manajemen akuakultur yang baik juga sangat penting untuk mengurangi risiko penyakit.

Penting untuk mencatat bahwa manfaat Spirulina platensis dalam meningkatkan sistem kekebalan ikan dan udang dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, termasuk spesies ikan atau udang yang terlibat, dosis yang diberikan, dan kondisi lingkungan akuakultur. Oleh karena itu, konsultasikan dengan ahli akuakultur atau ilmuwan yang berpengalaman dalam budidaya akuakultur untuk menentukan cara yang paling efektif dan sesuai dengan kondisi Anda. Pemberian ekstrak spirulina dapat menguatkan sistem kekebalan organisme air, yang dapat meningkatkan ketahanan mereka terhadap penyakit dan infeksi (yanuar dan Caecar, 2020). Ini memiliki potensi untuk mengurangi risiko wabah penyakit yang dapat merusak hasil panen akuakultur. Ekstrak spirulina juga memiliki potensi untuk mempercepat pertumbuhan organisme air (Rijal *et al.*, 2023). Ini adalah faktor penting dalam meningkatkan produksi akuakultur. Ekstrak spirulina juga memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas nutrisi organisme air yang dibudidayakan (Anisah, 2022). Ini memiliki dampak positif pada produk akuakultur yang akhirnya akan dikonsumsi oleh manusia.

Penentuan dosis yang optimal, frekuensi pemberian yang tepat, dan metode aplikasi yang efektif adalah masalah yang masih harus dipecahkan. Tantangan lain termasuk

pemahaman yang lebih mendalam tentang mekanisme kerja imunostimulan spirulina dan pengembangan formulasi yang lebih efisien. Potensi ini memiliki implikasi yang signifikan untuk industri akuakultur global, terutama dalam konteks pemenuhan kebutuhan protein dunia yang terus meningkat. Sementara artikel ini menggarisbawahi manfaat besar yang mungkin diberikan oleh spirulina, juga menekankan perlunya penelitian lebih lanjut dan pengembangan teknik aplikasi yang lebih baik untuk mengoptimalkan pemanfaatannya. Dengan kerja keras dan inovasi dalam bidang ini, penggunaan spirulina sebagai imunostimulan dalam akuakultur dapat menjadi salah satu solusi penting untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan industri akuakultur di masa depan.

KESIMPULAN

Spirulina, dengan sifat-sifat imunostimulan alaminya, dapat membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh organisme air yang dibudidayakan. Terdapat berbagai manfaat yang dapat diperoleh melalui pemberian spirulina, termasuk peningkatan resistensi terhadap penyakit menahan paparan radikal bebas. Namun, ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti menentukan dosis yang tepat dan metode aplikasi yang optimal. Ini adalah area yang perlu penelitian lebih lanjut dan pengembangan teknik yang lebih baik. Dalam keseluruhan, penggunaan ekstrak spirulina dalam akuakultur memiliki potensi besar untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas organisme air yang dibudidayakan. Dengan penelitian yang lebih mendalam dan pengembangan metode yang lebih efisien, kita dapat memaksimalkan manfaat spirulina dalam industri akuakultur, sekaligus membantu memenuhi kebutuhan akan protein hewani yang terus meningkat di seluruh dunia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisah, D. N. (2022). Pengaruh Penambahan Tepung Alga Hijau (*Spirulina* Sp.) Dalam Pakan Terhadap Laju Pertumbuhan Benih Ikan Nila Air Tawar (*Oreochromis Niloticus*) (Doctoral Dissertation, Unisnu).
- Egra, S., Mardhiana, M., Rofin, M., Adiwena, M., Jannah, N., Kuspradini, H., & Mitsunaga, T. (2019). Aktivitas antimikroba ekstrak bakau (*Rhizophora mucronata*) dalam menghambat pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1), 26-31.
- Firdaus, M. (2019). *Pigmen Rumpit Laut dan Manfaat Kesehatannya*. Universitas Brawijaya Press.
- Gustina, K. M. (2023). Pemberian Alginat Dan Ekstrak Spirulina Sebagai Imunostimulan Untuk Meningkatkan Imun Non-Spesifik Humoral *Litopenaeus vannamei* (22ik475) (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Hastuti, S. D. (2012). Suplementasi β -glucan dari ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dalam pakan terhadap aktivitas fagositosis, aktivitas NBT, total protein plasma dan aktivitas aglutinasi darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Depik*, 1(3).
- Leksono, A. W., & Mutiara, D. (2017). Penggunaan pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* terhadap kepadatan sel *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 12(1).

- Lin, Y. C., Tayag, C. M., Huang, C. L., Tsui, W. C., & Chen, J. C. (2010). White shrimp *Litopenaeus vannamei* that had received the hot-water extract of *Spirulina platensis* showed earlier recovery in immunity and up-regulation of gene expressions after pH stress. *Fish & shellfish immunology*, 29(6), 1092-1098.
- Fahmi, F. W., Widiastuti, E., & Sugiarto, S. (2018). Pengaruh Perbedaan Lama Waktu Pemberian *Spirulina Platensis* Dalam Ransum Terhadap Profil Darah Merah Ayam Broiler (Doctoral Dissertation, Fakultas Peternakan Dan Pertanian Universitas Diponegoro).
- Muahiddah, N., & Dwiyantri, S. (2023). Penggunaan Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana*) Sebagai Imunostimulan Dalam Bidang Akuakultur (Artikel Review). *Ganec Swara*, 17(3), 1154-1159.
- Muahiddah, N., Affandi, R. I., & Diamahesa, W. A. (2022). The Effect Of Immunostimulants From Natural Ingredients On Vanamei Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) In Increasing Non-Specific Immunity To Fight Disease. *Journal of Fish Health*, 2(2), 90-96.
- Mulyono, M., & Ritonga, L. B. (2019). Kamus Akuakultur (Budidaya Perikanan). Stp Press.
- Resmawati, M. B., Satyantini, W. H., & Suprpto, H. (2016). Pemberian Ekstrak Air Panas *Spirulina platensis* melalui Perendaman Terhadap Total leukosit, Indeks fagositosis dan konsentrasi TNF- α Osphronemus gouramy. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(3), 183-190.
- Ramadhan, M. K., & Arimbi, S. (2016). Efek Perendaman Ekstrak *Spirulina platensis* sebagai Imunostimulan terhadap Gambaran Histopatologi Usus Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila* The Effect of *Spirulina platensis* Extract Immersion as Immunostimulant to Intestine Histopathology of *Aeromonas hydrophila* Infected (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).
- Rijal, M. A., Susanto, S., & Izzah, I. M. (2023). Respon Reproduksi dan Pertumbuhan Ikan Nilem (*Osteochilus vittatus*) yang Diberikan Pakan Suplementasi Tepung *Spirulina* (*Spirulina platensis*). *Sainteks*, 20(1), 39-47.
- Sitepu, L. L. E. (2016). Efek Perendaman Ekstrak *Spirulina Platensis* Sebagai Imunostimulan Terhadap Jumlah Leukosit Dan Hitung Jenis Leukosit Ikan Gurame (*Osphronemus goramy*) Yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).
- Sedjati, S., Yudiati, E., Supriyanti, E., Azhar, N., & Yulian, C. V. A. (2022). Bioenkapsulasi Naupli *Artemia* dengan *Spirulina* sp. dan Resistensinya terhadap Bakteri *Vibrio* spp. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1), 79-86.
- Sudianto, A. (2018). Analisa Aktivitas Enzim Protease Pada Udang Windu (*Penaeus monodon Fabricus*) Yang Diinfeksi *Vibrio Harveyi* Pasca Pemberian Imunostimulan *Omp Vibrio alginolyticus*. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 17(1).
- Sudiono, J. (2014). Sistem kekebalan tubuh. *Jakarta: EGC*, 52-4.
- Sutarjo, G. A., & Sudiby, R. P. (2020). Peningkatan Kapasitas Produksi Ikan Melalui Penerapan Manajemen Kualitas Air Dan Probiotik Di Kelompok Raja Oling Kecamatan Sukun Kota Malang. *Jurnal Abdi Insani*, 7(1), 38-43.

- Suparmi, S., & Sahri, A. (2009). Mengenal potensi rumput laut: kajian pemanfaatan sumber daya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan. *Majalah Ilmiah Sultan Agung*, 44(118), 95-116.
- Tayag, C. M., Lin, Y. C., Li, C. C., Liou, C. H., & Chen, J. C. (2010). Administration of the hot-water extract of *Spirulina platensis* enhanced the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Fish & shellfish immunology*, 28(5-6), 764-773.
- Pratama, G. M., Hartawan, I. G. N., Indriani, I. G. A., Yusrika, M. U., Suryantari, S. A., & Sudarsa, P. S. (2020). Potency of *Spirulina platensis* extract as sunscreen on Ultraviolet B exposure. *Journal of Medicine and Health*, 2(6).
- Yanuhar, U. (2019). *Budi Daya Ikan Laut" Si Cantik Kerapu"*. Universitas Brawijaya Press.
- Yanuhar, U., & Caesar, N. R. (2020). *Penyakit Virulogik pada Ikan*. Universitas Brawijaya Press.
- Yuslianti, E. R. (2018). *Pengantar radikal bebas dan antioksidan*. Deepublish.