

Nuri Muahiddah

By Diah Ayu Satyari Utami

**PEMBERIAN FUCOIDAN SECARA ORAL DARI HASIL EKSTRAKSI
Sargassum sp. UNTUK MENANGGULANGI MOTILE
AEROMONAD SEPTICEMIA PADA
IKAN LELE (*Clarias* sp.)**

ABSTRAK

Motile aeromonad septicemia (MAS) adalah salah satu penyakit yang sering menyebabkan kematian pada ikan, dan disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*. Salah satu cara untuk menanggulangi penyakit bakteri yang menyerang ikan adalah dengan menggunakan imunostimulan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian fucoidan secara oral terhadap perkembangan gejala penyakit ikan lele yang diinfeksi *A. hydrophila*. Penggunaan metode asam digunakan untuk mengekstraksi fucoidan dari *Sargassum* sp. Penelitian ini melibatkan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan P1, P2, P3, dan P4, masing-masing meliputi kontrol, 2, 4, dan 6 g fucoidan per kilogram pakan. Pakan diberikan kepada ikan dalam jumlah 5% dari berat kering pakan terhadap biomassa ikan. Setelah itu, dilakukan ujiantang dengan memberikan dosis 0,1 mL per ikan dari *A. hydrophila* dengan kepadatan $2,77 \times 10^7$ sel per ml secara intraperitoneal satu minggu setelah pemberian fucoidan secara oral. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian fucoidan secara oral dengan dosis 2, 4, dan 6 g fucoidan per kilogram pakan tidak menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam sintasan ($P > 0,05$) dan tidak mampu menunda MTD pada ikan yang terinfeksi *A. hydrophila* KPI jika infeksi dilakukan di bawah LD₅₀. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan dosis fucoidan pada pakan ikan lele untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

KATA KUNCI: *Clarias* sp.; fucoidan; imunostimulan; MAS; *Sargassum* sp.

ABSTRACT: *The Oral Administration of Fucoidan from the Extraction of Sargassum sp. to Combat Motile Aeromonad Septicemia in Catfish (Clarias sp.)*

Motile aeromonad septicemia (MAS) is a disease that often causes death in fish, and is caused by *Aeromonas hydrophila*. One of ways to overcome bacterial diseases that attack fish is to use immunostimulants. The aim of this study was to determine the effect of oral administration of fucoidan on the development of disease symptoms in catfish infected with *A. hydrophila*. The acid method was used to extract fucoidan from *Sargassum* sp. This experiment involved four treatments and three replications. Treatments P1, P2, P3, and P4, respectively, included control, 2, and 6 g of fucoidan per kilogram of feed. Feed was given to fish in an amount of 5% of the dry weight of the feed to fish biomass. After that, a challenge test was carried out by giving a dose of 0.1 mL per fish of *A. hydrophila* with a density of 2.77×10^7 cells per mL intraperitoneally one week after oral administration of fucoidan. The results showed that oral administration of fucoidan at doses of 2, 4, and 6 g of fucoidan per kilogram of feed did not result in a significant increase in survival ($P > 0.05$) and was unable to delay MTD in fish

infected with A. hydrophila KPI if infection carried out below LD50. Further study needs to be done by adding a dose of fucoidan to catfish feed to get better results.

KEYWORDS: *Clarias sp.*; *fucoidan*; *immunostimulants*; *MAS*; *Sargassum sp.*

PENDAHULUAN

Kontribusi bidang akuakultur dalam menyediakan produk ikan terus meningkat. Produksi budidaya ikan lele di Indonesia tahun 2020 saja bernilai 17,3 miliar Rupiah (KKP, 2020). Dalam sistem budidaya yang intensif, ikan sering dipelihara dalam kepadatan populasi yang tinggi. Hal ini dapat menyebabkan stres pada ikan dan memicu penurunan sistem kekebalan tubuh karena adanya persaingan yang tinggi untuk sumberdaya seperti pakan, ruang hidup, dan oksigen sehingga ikan mudah terserang penyakit (Alfisha *et al.*, 2020).

⁴ *Motile aeromonad septicemia* (MAS) adalah salah satu penyakit yang sering menyebabkan kematian pada ikan, dan ² disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*. Bakteri *A. hydrophila* merupakan bakteri Gram-negatif yang umumnya ditemukan di lingkungan air, termasuk dalam sistem budidaya ikan. Penyakit ini dapat menyebabkan gejala yang beragam pada ikan, termasuk luka terbuka, pembengkakan, dan perubahan warna pada tubuh ikan. Penyakit MAS umumnya berkembang pesat pada kondisi stres, seperti yang sering terjadi dalam sistem budidaya intensif (Diamahesa, 2022). Thomas *et al.* (2013) juga melaporkan bahwa ²⁰ penyakit ini memang merupakan salah satu penyakit yang dominan menyerang ikan di Pulau Jawa. Tanda-tanda umum dari penyakit MAS pada ikan meliputi lesi atau luka terbuka pada kulit ikan, pembengkakan pada bagian tubuh tertentu, seperti perut atau mata, perubahan warna tubuh ikan menjadi lebih gelap atau kusam, kerontokan sisik, dan kehilangan nafsu makan. Perilaku yang tidak biasa, seperti

berenang secara tidak teratur atau mengapung di permukaan air dan ematian mendadak dalam jumlah yang signifikan dalam populasi ikan juga merupakan gejala dari MAS.

Pengendalian penyakit MAS sering kali masih mengandalkan penggunaan obat-obatan dan antibiotik. Meskipun penggunaan obat-obatan ini dapat memberikan hasil yang efektif dalam mengobati infeksi bakteri pada ikan, terdapat beberapa masalah yang terkait dengan ketergantungan pada penggunaan antibiotik. ²⁹ Penggunaan antibiotik secara berlebihan dan tidak tepat dapat menyebabkan bakteri menjadi resisten terhadap antibiotik. Hal ini membuat pengobatan menjadi kurang efektif dan dapat mengancam kesehatan ikan serta kesehatan manusia melalui rantai pangan. Antibiotik yang digunakan dalam pengobatan penyakit ikan dapat mencemari lingkungan air ²⁶ jika tidak terurai dengan baik. Hal ini dapat mengganggu ekosistem perairan dan ²⁶ mengancam keberlanjutan lingkungan (Nirmala *et al.*, 2022). Menurut Azhar dan Wirasisya (2019), salah satu cara untuk menanggulangi penyakit bakteri yang menyerang ikan adalah dengan menggunakan imunostimulan. Imunostimulan adalah senyawa atau ¹⁶ bahan alami yang dapat merangsang atau ¹⁶ meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan, sehingga membantu ikan untuk melawan infeksi bakteri, virus, atau patogen lainnya. Diamahesa (2022) mengungkapkan bahwa imunostimulan dapat berupa beta-glukan yang merupakan polisakarida yang ditemukan dalam beberapa jenis alga, ragi, dan jamur. Beta-glukan telah terbukti dapat meningkatkan aktivitas fagositosis dan produksi sitokin pada ikan, yang merupakan mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi. Beberapa jenis alga, seperti *Spirulina* dan *Chlorella*, mengandung senyawa bioaktif yang dapat merangsang sistem kekebalan tubuh ikan. Ekstrak alga telah ¹¹ digunakan

sebagai imunostimulan untuk meningkatkan ketahanan tubuh ikan terhadap infeksi. Menurut Rahma ¹¹ *et al.* (2015), salah satu bahan imunostimulan yang efektif digunakan pada ikan lele adalah *Sargassum* sp.

Fucoidan merupakan salah satu imunostimulan yang dapat diisolasi dari *Sargassum* sp. yang melimpah di perairan. Darmawan (2023) menyebutkan bahwa fucoidan yang diekstraksi dari *Sargassum polycystum* yang dicampurkan ke pakan dapat mengurangi dampak dari infeksi *white spot syndrome virus* (WSSV) pada *Penaeus monodon*. Muahiddah dan Diamahesa (2022) juga melaporkan bahwa fucoidan yang diekstraksi dari rumput laut coklat *Sargassum wightii* yang dicampurkan ke pakan dapat meningkatkan sintasan *P. monodon* yang terinfeksi WSSV. Aplikasi imunostimulan pada ikan budidaya dengan cara mencampurkannya pada pakan (oral) adalah metode paling efisien (praktis) (Nugroho & Haryadi, 2017). Pemberian fucoidan dari ekstrak *Sargassum* sp. secara oral pada ikan lele untuk menanggulangi serangan *A. hydrophila* penyebab penyakit MAS belum pernah diteliti. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian fucoidan secara oral terhadap perkembangan gejala penyakit serta *mean time to death* (MTD) ikan lele yang diinfeksi *A. hydrophila*. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi solusi ramah lingkungan dan praktis dalam menanggulangi MAS pada ikan lele. Aplikasi penggunaan fucoidan sebagai imunostimulan akan memberikan nilai tambah *Sargassum* sp. sebagai sumber fucoidan.

BAHAN DAN METODE

Ekstraksi dan Purifikasi Fucoidan dari *Sargassum* sp.

Sampel rumput laut dikeringkan tanpa terkena sinar matahari langsung, kemudian dicacah hingga mencapai ukuran $\pm 0,5$ cm. Ekstraksi ini menggunakan larutan hidrogen klorida (HCl) 0,1 N selama 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 selama 2 jam. Ekstrak yang diperoleh dijadikan satu, kemudian dipekatkan menggunakan evaporator pada suhu 60°C. Setelah tahap evaporasi, ekstrak dipresipitasi dengan etanol 95% dingin dan dilanjutkan dengan sentrifugasi dengan kecepatan 3.500 rpm selama 15 menit. Supernatan dibuang dan pelet dilarutkan dalam akuades pH 2, kemudian dilakukan presipitasi kembali menggunakan CaCl₂ dan disentrifugasi kembali dengan kecepatan 3.500 rpm selama 15 menit. Supernatan diambil dan pelet dibuang. Fucoidan kemudian dipresipitasi dengan etanol 95% dingin lalu disentrifugasi untuk diambil peletnya. Pelet hasil sentrifugasi dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama ± 2 hari.

Revirulensi *Aeromonas hydrophila*

Aeromonas hydrophila yang akan digunakan untuk menginfeksi lele harus ditingkatkan virulensinya terlebih dulu. Bakteri yang digunakan adalah *A. hydrophila* KP1. Bakteri *A. hydrophila* KP1 dikultur di *trypticase soy broth* (TSB) pada suhu 37°C dan diinkubasi selama 24 jam. Panen bakteri dilakukan dengan ditamapkannya *phosphate buffer saline* (PBS) ke dalam media tumbuh. Suspensi *A. hydrophila* KP1 dari medium TSB disuntikkan secara intraperitoneal ke ikan lele ukuran 7-9 cm sebanyak sembilan ekor dengan dosis 0,1 mL per ekor dengan kepadatan bakteri $3,52 \times 10^8$ CFU mL⁻¹. Reinfeksi dilakukan tiga kali sehingga diperoleh *A. hydrophila* yang virulen atau ganas.

8 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yang terdiri atas tiga perlakuan fucoidan dan satu kontrol dengan tiga kali ulangan. Secara rinci perlakuan tersebut sebagai berikut:

P1: Pemberian pakan (oral) kontrol fucoidan 0 g kg⁻¹ berat pakan ikan

P2: Pemberian pakan (oral) 2 g fucoidan kg⁻¹ berat pakan ikan

P3: Pemberian pakan (oral) 4 g fucoidan kg⁻¹ berat pakan ikan

P4: Pemberian pakan (oral) 6 g fucoidan kg⁻¹ berat pakan ikan

Penyiapan Pakan

Fucoidan diberikan secara oral pada pakan komersial (kadar protein 28%) yang dilakukan dengan cara pakan D₀ dicampurkan dengan fucoidan sesuai perlakuan. Setelah itu pakan dicetak dengan pencetak pelet.

Pemeliharaan Ikan Lele

Ikan lele yang dibeli dari petani ikan di Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan ukuran 7-9 cm dipelihara dalam bak dengan jumlah tebar 10 ekor per bak dengan volume bak 25 L. Pakan diberikan tiga kali sehari yaitu pagi 07:00 WIB, siang 12:00 WIB, dan sore hari 16:00 WIB dengan pemberian sebesar 5% dari biomassa ikan per hari berdasar berat kering pakan. Ikan uji diberi pakan uji selama 7 hari sebelum diuji tantang dengan *A. hydrophila*. Pemeliharaan kualitas air dilakukan secara berkala dengan cara penyiponan dasar bak serta pergantian air sebanyak 10% sebanyak tiga kali seminggu

Uji Tantang

Uji tantang dilakukan setelah 1 minggu ikan lele diberikan fucoidan secara oral. Uji tantang dilakukan dengan cara menyuntikkan *A. hydrophilla* KP1 secara intraperitoneal dengan kepadatan bakteri $2,77 \times 10^7$ CFU mL⁻¹ sebanyak 0,1 mL per ekor. Ikan dipelihara selama 7 hari setelah uji tantang.

Uji Komponen Fucoidan

Hidrolisis fucoidan dilakukan dengan fucoidan hasil ekstraksi sebanyak 10 mg dilarutkan di dalam *microtube* dengan akuades sebanyak 500 μ l. Larutan dipindahkan di dalam tabung reaksi kaca dan ditambahkan 500 μ l trifluoroasetat (TFA) kemudian dihomogenisasi dengan *vortex*. Setelah itu dipanaskan dalam *waterbath* dengan suhu 100°C; 6 jam. Selama pemanasan, dilakukan penggojokan

setiap 30 menit sekali. Setelah itu sampel disentrifugasi pada 3.000 rpm; 15 menit untuk mendapatkan supernatan.

¹² Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah mortalitas dan perkembangan gejala patologi makroskopis secara internal dan eksternal, panjang dan berat relatif ikan serta parameter ⁵ kualitas air. Parameter kualitas air yang diamati adalah suhu dan pH yang diukur menggunakan *water quality checker* (WQC). Pengukuran amoniak ²¹ dilakukan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan (BBTKL) Kabupaten Bantul.

Analisis Data

Data sintasan, *mean time to death* (MTD) dan berat serta panjang relatif dianalisis menggunakan ANOVA. Uji statistik dilakukan dengan menggunakan aplikasi Mini Tab.

HASIL DAN BAHASAN

¹³ Hasil Ekstraksi Fucoidan dari *Sargassum* sp.

Sargassum sp. adalah salah satu jenis alga cokelat yang menghasilkan senyawa fucoidan. Fucoidan adalah polisakarida alami yang ditemukan dalam dinding sel alga cokelat seperti *Sargassum* (Gazali *et al.*, 2018). 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 cokelat bisa sangat bervariasi tergantung metode ekstraksi dan spesies alga

cokelatnya (Ode & Wasuha., 2014). Perbedaan waktu pengambilan sampel juga memengaruhi hasil ekstraksi yang didapat (Djaeni *et al.*, 2017). Kadar air dari pakan yang mengandung fucoidan dari *Sargassum* sp. berkisar 6,89-10,99% (Tabel 1).

Tabel 1. Kadar air pakan yang diberi fucoidan dari *Sargassum* sp.
Tabel 1. Water content of feed given fucoidan from Sargassum sp.

No.	Perlakuan Treatments	Kadar air (%) Water content (%)
1.	P1 kontrol (0 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P1 control (0 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	6,89
2.	P2 (2 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P2 (2 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	10,99
3.	P3 (4 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P3 (4 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	10,31
4.	P4 (6 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P4 (6 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	8,48

Sintasan dan *Mean Time to Death* Ikan Lele

Perbedaan tingkat ketahanan ikan lele terhadap infeksi *A. hydrophila* ditunjukkan dengan sintasan dan MTD. *Mean time to death* dapat dilihat pada Tabel 2. Semakin banyak ikan yang mati dan semakin cepat waktu kematian, maka semakin buruk tingkat ketahanan ikan tersebut (Nastir & Khalil, 2016). Perlakuan P3 (fucoidan 4 g kg⁻¹ pakan) menghasilkan MTD paling tinggi yaitu 38,67 ± 25,40 jam, namun pada hasil ANOVA menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata ($P>0,05$) antarperlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan penambahan fucoidan dalam pakan pada penelitian ini tidak menekan MTD ikan uji. Pada perlakuan P1, P2, dan P4, serangan *A. hydrophila* KP1 bersifat akut dengan gejala yang ditimbulkan berbahaya dan dalam waktu yang singkat yaitu 28,00 ± 6,93, 25,60 ± 2,77, dan 28,33 ± 4,51 jam. Pada perlakuan P3, ikan lele mengalami infeksi yang bersifat sub-akut. Hal tersebut ditandai dengan beberapa ikan mati 1 hari setelah infeksi *A. hydrophila* KP1 dan beberapa ikan mati 6 hari setelah infeksi *A.*

hydrophila KP1. Kematian ikan 6 hari setelah infeksi memperlihatkan proses timbulnya penyakit secara perlahan-lahan dan bertahan cukup lama (Mangunwardoyo *et al.*, 2016). Hal tersebut mengindikasikan bahwa perlakuan P3 memiliki MTD tinggi namun dengan mortalitas yang juga tinggi yaitu mencapai 53,3%.

Tabel 2. Mean time to death dalam jam ikan lele diberikan dosis fucoidan berbeda secara oral setelah diinfeksi dengan *Aeromonas hydrophila* KP1
 Table 2. Mean time to death in hours of catfish given different doses of fucoidan orally after being infected with *Aeromonas hydrophila* KP1

No.	Perlakuan Treatments	Mean time to death (jam) Mean time to death (hours)
1.	P1 kontrol (0 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) P1 control (0 g fucoidan kg ⁻¹ feed)	28,00 ± 6,93
2.	P2 (2 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) P2 (2 g fucoidan kg ⁻¹ feed)	25,60 ± 2,77
3.	P3 (4 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) P3 (4 g fucoidan kg ⁻¹ feed)	38,67 ± 25,40
4.	P4 (6 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) P4 (6 g fucoidan kg ⁻¹ feed)	28,33 ± 4,51

Perlakuan P2 (2 g fucoidan kg⁻¹ pakan) menghasilkan sintasan paling tinggi yaitu 63,33%, namun pada ¹⁵ hasil ANOVA tidak terdapat perbedaan nyata antarperlakuan ($P > 0,05$) (Tabel 3). Imunostimulan termasuk fucoidan memang dipercaya dapat meningkatkan sistem imun ikan sehingga dapat meningkatkan proteksi ikan terhadap penyakit. Hal tersebut dapat terlihat jika serangan bakteri atau penyakit yang menyerang ikan tinggi (Maryani & Rosdiana, 2020). Perbedaan pengaruh pemberian fucoidan pada ikan atau udang untuk menahan serangan penyakit dapat disebabkan oleh perbedaan dari struktur dan komponen fucoidan yang didapat serta sumber spesies alga cokelat yang digunakan (Fakar, 2023).

Tabel 3. Sintasan ikan lele yang diberi dosis fucoidan berbeda secara oral setelah diinfeksi dengan *Aeromonas hydrophila* KP1

Table 3. Survival of catfish given different doses of fucoidan orally after being infected with *Aeromonas hydrophila* KPI

No.	Perlakuan Treatments	Sintasan (%) Survival (%)
1.	P1 kontrol (0 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P1 control (0 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	60,00 ± 0,00
2.	P2 (2 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P2 (2 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	63,33 ± 15,28
3.	P3 (4 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P3 (4 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	46,67 ± 5,77
4.	P4 (6 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P4 (6 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	43,33 ± 25,17

Azhar dan Wirasisya (2019) menyatakan salah satu cara menghambat serangan penyakit adalah dengan menambahkan imunostimulan pada pakan, sehingga nutrisi yang masuk dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Hasil ANOVA dari panjang relatif menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$) antarperlakuan. Perlakuan P3 (4 g fucoidan kg⁻¹ pakan) menunjukkan nilai paling rendah yaitu $7,07 \pm 2,77\%$ dan berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P4 (Tabel 4).

Tabel 4. Panjang relatif ikan lele yang diberi dosis fucoidan berbeda
Table 4. Relative length of catfish given different doses of fucoidan

No.	Perlakuan Treatments	Panjang relatif (%) Relative length (%)
1.	P1 kontrol (0 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P1 control (0 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	9,88 ± 2,49 ^b
2.	P2 (2 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P2 (2 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	10,69 ± 2,95 ^b
3.	P3 (4 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P3 (4 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	7,07 ± 2,77 ^a
4.	P4 (6 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P4 (6 g fucoidan kg⁻¹ feed)</i>	10,98 ± 2,76 ^b

*Rerata dengan huruf superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

*Mean values with different superscript letters indicate significant differences ($P < 0,05$)

Berat relatif paling tinggi yaitu pada perlakuan P4 (6 g fucoidan kg⁻¹ pakan) dengan nilai $65,58 \pm 16,94\%$ dan nilai terendah ada pada perlakuan P3 (4 g fucoidan kg⁻¹ pakan) yang hanya $50,53 \pm 14,65\%$ (Tabel 5). Berat relatif ikan lele dengan

14
pemberian fucoidan pada dosis yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P > 0,05$) antarperlakuan.

Tabel 5. Berat relatif ikan yang diberi dosis fucoidan berbeda
Table 5. Relative weight of catfish given different doses of fucoidan

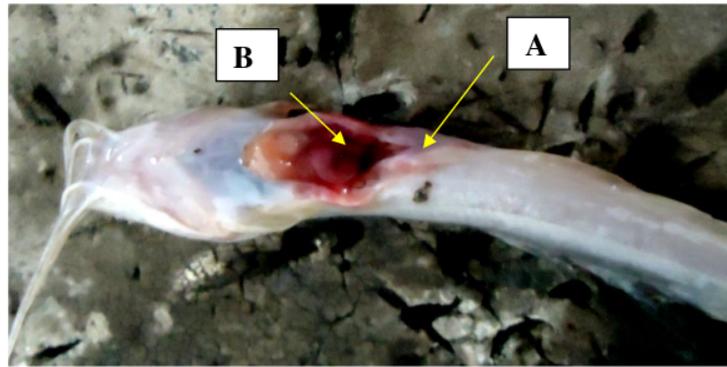
No.	Perlakuan Treatments	Berat relatif (%) Relative weight (%)
1.	P1 kontrol (0 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P1 control (0 g fucoidan kg-1 feed)</i>	56,81 ± 22,93
2.	P2 (2 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P2 (2 g fucoifan kg-1 feed)</i>	55,20 ± 11,33
3.	P3 (4 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P3 (4 g fucoidan kg-1 feed)</i>	50,53 ± 14,65
4.	P4 (6 g fucoidan kg ⁻¹ pakan) <i>P4 (6 g fucoidan kg-1 feed)</i>	65,58 ± 16,94

Gejala Penyakit Makroskopis

Fucoidan termasuk salah satu imunostimulan yang dapat meningkatkan aktivitas makrofag, fagosit, lizozim, dan komplemen, sehingga lebih responsif dan kuat dalam menahan serangan penyakit (Jasminandar *et al.*, 2020). Fucoidan kemudian dikenali untuk menstimulasi aktivitas makrofag dalam tubuh ikan. Makrofag tersebut kemudian mengaktifkan berbagai bahan yaitu lizozim, komplemen, interferon dan sitokin serta limfosit yang berperan penting dalam imunitas non-spesifik pada ikan. Interferon yang dikenal juga sebagai reseptor kimia kemudian mengaktifkan sel *natural killer* (NK) yang kemudian membunuh sel bakteri. Komplemen meningkatkan kemampuan fagositosis dan menimbulkan lisis pada bakteri

Mulia dan Vauziyah (2021) menjelaskan bahwa gejala yang ditimbulkan akibat infeksi *A. hydrophila* meliputi ikan kehilangan nafsu makan, diikuti dengan berkurangnya berat badan, hemoragik di kulit, kerusakan pada insang dan sirip, kehilangan keseimbangan serta akhirnya mati. Hasil pengamatan gejala penyakit ikan setelah uji tangang secara eksternal adalah ikan kesulitan bernafas, tidak nafsu

makan, menggantung di permukaan, diam di dasar bak, berenang tidak beraturan, kulit ikan mengelupas, sirip geripis, dan perut membengkak. Pada pengamatan internal terlihat usus dan ginjal mengalami pendarahan serta produksi cairan berlebih di dalam perut ikan (Tabel 6). Gejala yang ditunjukkan ikan uji pada Gambar 1 sesuai dengan gejala MAS yang dinyatakan pustaka sehingga kematian ikan uji setelah infeksi memang disebabkan oleh penyakit MAS.



Gambar 1. Gejala internal ikan lele setelah diinfeksi dengan *Aeromonas hydrophila* KP1. A. pendarahan pada usus dan ginjal, B. produksi cairan tubuh berlebihan

Figure 1. Internal symptoms of catfish after being infected with *Aeromonas hydrophila* KP1. A. bleeding in the intestines and kidneys, B. excessive body fluid production

Tabel 6. Perkembangan gejala penyakit pada ikan lele yang diberi dosis fucoidan berbeda setelah diinfeksi dengan *Aeromonas hydrophila* KP1

Table 6. Development of disease symptoms in catfish given different doses of fucoidan after being infected with *Aeromonas hydrophila* KP1

No.	Perlakuan Treatments	Hari ke-1 Day 1	Hari ke-2 Day 2	Hari ke-3 Day 3	Hari ke-4 Day 4	Hari ke-5 Day 5	Hari ke-6 Day 6	Hari ke-7 Day 7
1.	P1	1, 6, 7, 8	1, 2	6, 7, 8	9	9	9	9
2.	P2	1, 4, 5, 6, 8	1, 2, 6, 7	1	9	9	9	9
3.	P3	1, 2, 4, 5, 6, 8	1, 4, 6, 7	9	9	9	6, 7	9
4.	P4	1, 2, 3, 6, 8	1, 4, 5, 6, 7	1, 4, 5, 6, 7	1	1	1	9

Deskripsi:

Description:

1. Ikan kehilangan nafsu makan
1. Fish loss of appetite
2. Ikan berkumpul di dasar bak (lethargi)
2. Fish staying at the bottom of the pond (lethargic)
3. Ikan berenang tidak beraturan

3. *Fish swimming irregularly*
4. Ikan menggantung di permukaan air
4. *Fish hanging at the water surface*
5. Ikan mengalami kesulitan bernafas
5. *Fish experiencing difficulty in breathing*
6. Lesi hemoragik tampak pada permukaan tubuh
6. *Hemorrhagic lesions appearing on the body surface*
7. Perut membengkak (produksi cairan berlebihan)
7. *Swollen abdomen (excessive fluid production)*
8. Sirip tampak kasar
8. *Fins appearing ragged*
9. Ikan normal
9. *Fish normal*

Kualitas Air

Sulasi *et al.* (2018) menyatakan bahwa kualitas air (lingkungan) harus dipertahankan pada kisaran optimal sehingga mendukung kesehatan dan pertumbuhan ikan lele. Kualitas air selama pemeliharaan masuk dalam kisaran normal bagi ikan lele dapat dilihat pada Tabel 7. Nilai pH berkisar 6,85-7,22, suhu berkisar 24,6-26,2°C, dan NH₃ (amoniak) berkisar 0,03-0,09 ppm. Nilai pH, suhu, dan amoniak pada penelitian ini masih dalam kisaran normal kualitas air pemeliharaan ikan sehingga kualitas air ini tidak mengganggu kesehatan dan pertumbuhan ikan uji.

Tabel 7. Kualitas air selama pemeliharaan ikan lele yang diberi dosis fucoidan berbeda

Table 7. Water quality during rearing period of catfish given different doses of fucoidan

No.	Parameter Parameters	P1	P2	P3	P4	Kisaran optimum Optimum ranges
1.	pH	6,92-7,1	6,92-7,22	6,91-7,21	6,85-7,15	6,7-8,6 (Alabaster & Llyod, 1982)
2.	Suhu (°C) Temperature (°C)	24,6-26,2	25,6-26,2	25,5-26,2	25,9-26,2	26-31 (Thomas <i>et al.</i> , 2013)
3.	Amoniak (ppm) Ammonia (ppm)	0,03-0,09	0,03-0,09	0,03-0,09	0,03-0,09	<0,3 (Boyd, 1988)

KESIMPULAN

Penambahan fucoidan pada pakan sebanyak 2, 4, dan 6 g kg⁻¹ pakan belum berpengaruh nyata terhadap sintasan ikan lele yang diinfeksi *A. hydrophila* KPI apabila infeksi di bawah LD₅₀. Penambahan fucoidan pada pakan sebanyak 2, 4, dan 6 g kg⁻¹ pakan belum berpengaruh nyata terhadap MTD ikan lele yang diinfeksi *A. hydrophila* KPI pada infeksi di bawah LD₅₀. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan dosis fucoidan pada pakan ikan lele untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

18

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memberikan ucapan terima kasih Prof. Alim Isnansetyo atas dukungan dan bimbingannya dalam penelitian ini. Terima kasih kepada Tyas Ayu Wulansari dan Husni Mubarak M. I. atas kerjasamanya dalam membantu penelitian ini.

Nuri Muahiddah

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	etd.repository.ugm.ac.id Internet	155 words — 4%
2	ejournal.unsri.ac.id Internet	40 words — 1%
3	repository.ub.ac.id Internet	36 words — 1%
4	garuda.kemdikbud.go.id Internet	30 words — 1%
5	123dok.com Internet	23 words — 1%
6	es.scribd.com Internet	21 words — 1%
7	simdos.unud.ac.id Internet	17 words — < 1%
8	jurnal.univpgri-palembang.ac.id Internet	15 words — < 1%
9	repository.unpak.ac.id Internet	15 words — < 1%
10	www.didaktorika.gr Internet	

14 words — < 1%

11 Wahyu Pamungkas, Ikhsan Khasani. "PERANAN FUNGI DALAM AKUAKULTUR PENDAHULUAN Di dalam dunia mikrobial, jamur termasuk divisi Mycota. Mycota", Media Akuakultur, 2010
Crossref

12 www.ejournal.upnjatim.ac.id
Internet

13 aguskrisnoblog.wordpress.com
Internet

14 repository.usm.ac.id
Internet

15 Agus Waluyo, Mulyana Mulyana, Fauzan Ali. "Tingkat Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Udang Galah (*Macrobrachium Rosenbergii* De Man) Pada Media Bersalinitas", JURNAL MINA SAINS, 2019
Crossref

16 Siti Muntasiroh, Cahyono Purbomartono, Dini Siswani Mulia. "Kombinasi Ekstrak Rumput Laut Cokelat (*Padina* sp.) Dan Vitamin C Melalui Pakan Terhadap Imun Non-Spesifik Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)", Sainteks, 2020
Crossref

17 doczz.net
Internet

18 ejournal.unkhair.ac.id
Internet

19	media.neliti.com Internet	9 words — < 1%
20	obatuntukdm.jimdo.com Internet	9 words — < 1%
21	repository.upnyk.ac.id Internet	9 words — < 1%
22	www.researchgate.net Internet	9 words — < 1%
23	Eko Prasetyo, Hastiadi Hasan, Wahyu Nopi Chana. "PENGARUH SERBUK LIDAH BUAYA (Aloe vera) TERHADAP PATOGENITAS IKAN JELAWAT (Leptobarbus hoevenii) YANG DIUJI TANTANG BAKTERI Aeromonas hydrophila", Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan, 2017 Crossref	8 words — < 1%
24	Muhammad Darmawan, Agus Setiawan, Ni Luh Gede Ratna Juliasih, Hilma Putri Fidyandini. "Efektivitas Perlindungan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) terhadap Infeksi White Spot Syndrome Virus (WSSV) dengan Suplementasi Natrium Alginat Sargassum sp. Dari Perairan Lampung dan Kombinasi dengan Vitamin C", Journal of Tropical Marine Science, 2023 Crossref	8 words — < 1%
25	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet	8 words — < 1%
26	ejournal.umm.ac.id Internet	8 words — < 1%
27	journal.unbara.ac.id Internet	8 words — < 1%

8 words — < 1%

28 veterinaryscience.com.ua
Internet

8 words — < 1%

29 www.ejurnalmalahayati.ac.id
Internet

8 words — < 1%

30 www.scribd.com
Internet

8 words — < 1%

31 Eko Prasetio, Muhammad Mursin. "PENGARUH SERBUK LIDAH BUAYA (Aloe vera) SEBAGAI IMMUNOSTIMULAN TERHADAP TINGKAT KESEMBUHAN DAN HISTOPATOLOGI IKAN NILA (*Oreocromis niloticus*) YANG DI INFEKSI DENGAN BAKTERI *Aeromonas hydrophila* (THE EFFECT OF ALOE VERA (Aloe vera) POWDER AS IMMUNOSTI", Jurnal Buletin Al-Ribaath, 2015
Crossref

7 words — < 1%

32 idoc.pub
Internet

7 words — < 1%

33 Adnan H., Tadjudin D., Yuliani L., Komarudin H., Lopulalan D., Siagian Y., Munggoro D., (eds.). "Belajar dari Bungo: mengelola sumberdaya alam di era desentralisasi", Center for International Forestry Research (CIFOR) and World Agroforestry Centre (ICRAF), 2008
Crossref

6 words — < 1%

34 journal.ipb.ac.id
Internet

6 words — < 1%

35 zombiedoc.com
Internet

6 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE SOURCES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF