

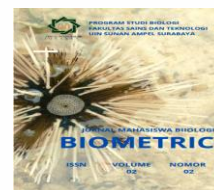


BIOMETRIC

Journal of Biology Science and Biodiversity

Journal homepage:

<http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/mhs/index.php/biometric/index>



Uji Tantang *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Beberapa Bakteri Probiotik

Rosy Qoimatul Qolbiyah^{1*}, Hanik Faizah²

^{1,2}Biology, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel

Corresponding author: rosyqoimatul@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history Received: Revised: Accepted:	Probiotics are defined as beneficial microorganisms which, when used in appropriate amounts, have a positive effect on the health of the host. Some of the benefits of probiotics include being able to provide nutrition and enzymatic digestion that can increase metabolism and growth, stimulate beneficial microflora in the gastrointestinal tract, compete with harmful bacteria to inhibit the growth of pathogenic microorganisms and increase fish immunity against pathogenic infections. <i>Oreochromis niloticus</i> or tilapia is the second most common cultured fish in the world because it is easy to cultivate and has high selling power. In tilapia cultivation, there are problems that hinder its development, one of which is a disease that attacks tilapia caused by the pathogenic bacteria <i>Aeromonas hydrophila</i> which results in huge economic losses in the tilapia aquaculture industry. <i>A. hydrophila</i> causes fish to lose their appetite, red discoloration of the anus and base of the fins, bleeding eyes, gills, internal organs, and muscle septicemia, causing death. This review presents information about the results of the challenge of <i>A. hydrophila</i> on tilapia with several probiotic bacteria, including <i>Paenibacillus ehimensis</i> NPUST11, <i>Rummeliibacillus stabekisii</i> , <i>Bifidobacterium</i> sp. L-137, <i>Bacillus</i> sp., <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> R8, <i>B. methylotrophicus</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , and <i>Staphylococcus</i> sp. seen through parameters of weight gain, survival rate, and blood (hematocrit, hemoglobin, leukocytes, lymphocytes, and monocytes).
Keywords: <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Oreochromis niloticus</i> , Probiotic bacteria	

© 2022 Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

PENDAHULUAN

Budidaya ikan dalam dunia perikanan memiliki peran yang semakin penting dalam memenuhi permintaan berbagai produk pangan seiring dengan penurunan populasi spesies ikan. Nila tilapia merupakan ikan budidaya kedua yang paling umum di dunia karena mudah dibudidayakan dan memiliki daya jual yang tinggi. Budidaya ikan nila telah berkembang selama dekade terakhir dan sekarang menyumbang 5% dari total budidaya ikan bersirip dan

memasok 75% ikan nila di seluruh dunia. Namun, seiring dengan berkembangnya budidaya ikan nila terdapat permasalahan yang menghambat perkembangannya, salah satunya yakni penyakit yang menyerang ikan nila yang disebabkan oleh bakteri patogen yang mengakibatkan kerugian ekonomi yang sangat besar pada industri budidaya ikan nila (Saputra et al., 2016).

Aeromonas hydrophila merupakan salah satu bakteri patogen yang sering menyerang ikan nila dan spesies ikan air tawar lainnya hingga menyebabkan kematian. Bakteri tersebut menyebabkan ikan kehilangan nafsu makan, perubahan warna merah di anus dan pangkal sirip, mata hemoragi, insang, organ dalam, dan otot septicemia, hingga menyebabkan kematian (Chen et al., 2019). Banyak penelitian yang telah menunjukkan bahwa aplikasi probiotik dapat digunakan untuk meningkatkan imunitas ikan. Apabila imunitas ikan meningkat maka akan meningkat pula kesehatan ikan sehingga dapat memberikan respon imun yang efisien untuk membantu mengurangi gejala klinis, perubahan patologi, morbiditas, dan angka kematian (Ngamkala et al., 2020).

Probiotik juga dapat digunakan sebagai alternatif dari penggunaan bahan kimia antimikroba pada hewan air karena probiotik bersifat ramah lingkungan dan tidak menimbulkan resistensi. Sedangkan, penggunaan bahan kimia secara sembarangan dapat mengakibatkan resisten terhadap antimikroba, sisa bahan kimia antimikroba dan kerusakan lingkungan (Saputra et al., 2016). Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme menguntungkan yang apabila digunakan dalam jumlah yang tepat mampu memberikan efek positif pada kesehatan inang. Beberapa manfaat probiotik diantaranya mampu menyediakan nutrisi dan pencernaan enzimatis yang mampu meningkatkan metabolisme dan pertumbuhan, merangsang mikroflora yang bermanfaat di saluran gastrointestinal, bersaing bakteri berbahaya untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan meningkatkan kekebalan ikan terhadap infeksi patogen (Saputra et al., 2016).

Dalam beberapa dekade terakhir, beberapa bakteri Gram-positif seperti *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Micrococcus* dan *Pediococcus* telah digunakan sebagai probiotik untuk meningkatkan pertumbuhan dan memperbaiki status kesehatan hewan air (Saputra et al., 2016). Pada review ini akan dibahas mengenai hasil uji tantang bakteri *A. hydrophila* pada ikan nila dengan beberapa bakteri probiotik melalui parameter pertambahan berat badan, kelangsungan hidup, dan gambaran darah (hematokrit, hemoglobin, leukosit, limfosit, dan monosit).

METODE

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui studi literatur terhadap jurnal nasional dan internasional. Sistem pencarian literatur dilakukan melalui 3 tahap. Tahap pertama dilakukan dengan mencari literature mengenai penggunaan probiotik terhadap ikan nila yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila*. Tahap kedua dilakukan dengan menyeleksi literatur yang memiliki informasi data yang dibutuhkan yang mencakup pertambahan berat, tingkat kelulushidupan, dan gambaran darah ikan nila. Tahap ketiga dilakukan dengan menyeleksi satuan ukur dari data hasil penelitian dimana hal ini untuk memudahkan saat dilakukan analisis dan pembahasan.

Studi literatur dilakukan dengan pencarian literatur melalui *database google scholar* dan *science-direct* dengan memasukkan beberapa kata kunci diantaranya yaitu *O. niloticus*, *A. hydrophila*, *probiotic bacteria*, *survival rate*, pertambahan berat, dan gambaran darah. Kemudian memilih dan *men-download* literatur yang sesuai. Selanjutnya melakukan pengumpulan data dengan membuat tabel berdasarkan masing-masing data yang diperoleh dimana hal ini untuk mempermudah dalam menyeleksi data yang akan digunakan.

Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam review jurnal ini yakni secara deskriptif dengan pendekatan observasional. Data-data yang diperoleh dikumpulkan, kemudian dibandingkan dan dilakukan pembahasan dengan ditulis dalam bentuk narasi sesuai dengan informasi yang

diperoleh dari literatur terkait. Dari pembahasan yang telah dilakukan diperoleh informasi mengenai perbedaan bakteri probiotik yang digunakan dan metode perlakuannya yang memengaruhi hasil pertambahan berat, tingkat kelulushidupan, dan gambaran darah ikan nila.

PEMBAHASAN

PERTAMBAHAN BERAT

Tabel 1. Pertambahan berat ikan nila dengan perlakuan pemberian probiotik.

Probiotik	Dosis (CFU/g)	Pertambahan berat (g)	Sumber
<i>Paenibacillus ehimensis</i> NPUST11	10^6	47.46 ± 1.85	(Chen et al., 2019)
	10^7	55.6 ± 0.22	
<i>Rummeliibacillus stabekisii</i>	10^6	18.3 ± 3.67	(Tan et al., 2019)
	10^7	17.0 ± 2.16	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	2×10^6	11.9 ± 0.31	(Saputra et al., 2016)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> R8	2.1×10^9	16.2 ± 0.19	
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3.5×10^9		
<i>Enterococcus faecium</i>	3.5×10^9	30.50 ± 3.32	(Cavalcante et al., 2020)
<i>Bifidobacterium</i> sp.	3.5×10^9		
<i>Bacillus subtilis</i> AP193	4.2×10^7	570.9 ± 38.2	(Addo et al., 2017)

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2021)

Pertumbuhan merupakan perubahan bentuk baik panjang maupun berat sesuai dengan perubahan waktu (Anggi et al., 2017). Pertumbuhan pada ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yakni berasal dari faktor internal seperti keturunan, jenis kelamin, usia, dan faktor eksternal seperti kualitas air dan pakan (Karimah et al., 2018). Dari beberapa hasil penelitian yang disajikan pada tabel 1, dapat diketahui bahwa nilai penambahan berat tertinggi terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Addo et al. (2017) yakni sebesar 570.9 ± 38.2 g. Sedangkan, nilai pertambahan berat terendah terdapat pada penelitian Saputra et al. (2016) dengan nilai pertambahan berat sebesar 11.9 ± 0.31 g dan 16.2 ± 0.19 g.

Pada penelitian Addo et al. (2017) dengan perlakuan probiotik *B. subtilis* AP193 sebanyak 4.2×10^7 CFU/g menghasilkan nilai pertambahan berat sebesar 570.9 ± 38.2 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri *B. subtilis* dapat memberikan penambahan berat yang cukup tinggi pada ikan. Pemberian probiotik *B. subtilis* berkaitan dengan aktivitas bakteri yang terkandung dalam probiotik dimana bakteri tersebut akan membentuk koloni dan menempel pada usus ikan sehingga akan mendesak bakteri patogen agar tidak tumbuh dan tidak menghambat proses pencernaan ikan sehingga meningkatkan daya cerna ikan (Rahmawan & Herawati, 2014). *B. subtilis* juga mampu mensekresikan enzim amilase, protease, dan lipase yang dapat mendegradasi protein menjadi asam amino sehingga konversi protein menjadi daging lebih optimal dan dapat meningkatkan pertumbuhan (Rahmawan & Herawati, 2014).

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh (Agustama et al., 2021) menunjukkan bahwa bobot rata-rata benur udang vaname yang diberi perlakuan penambahan probiotik *Bacillus* sp. mengalami penambahan berat hingga 2.96 g dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian probiotik, yakni sebesar 2.77 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa *B. subtilis* dapat membantu untuk meningkatkan bobot udang vaname ataupun ikan. Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Saputra et al. (2016) dengan pemberian probiotik *B. amyloliquefaciens* sebanyak 2×10^6 CFU/g dan *B. amyloliquefaciens* R8 sebanyak 2.1×10^9 CFU/g menghasilkan nilai penambahan berat terendah, yakni 11.9 ± 0.31 g dan 16.2 ± 0.19 g. Beberapa hal yang dapat menyebabkan rendahnya pertumbuhan ikan diantaranya karena faktor ketahanan ikan terhadap penyakit, kemampuan ikan dalam memanfaatkan makanan, dan faktor lingkungan yang meliputi pakan, ruang gerak, padat tebar dan kualitas air (Pitrianingsih et al., 2014).

B. amyloliquefaciens dan *B. amyloliquefaciens* R8 dapat menghasilkan beberapa enzim ekstraseluler yang dapat meningkatkan pencernaan dan penyerapan nutrisi (Du et al., 2018), salah satunya yaitu enzim xilanase yang dapat mendegradasi xilan, polimer glukosa, dan

komponen utama hemiselulosa. Xilanase berperan meningkatkan efisiensi pemanfaatan karbohidrat dan efisiensi pakan secara keseluruhan dengan meningkatkan pencernaan nutrisi di bagian awal saluran pencernaan (Saputra et al., 2016). Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Du et al. (2018) dengan pemberian probiotik *B. amyloliquefaciens* C-1 pada pakan ikan nila sebanyak 4×10^{10} CFU/d memberikan nilai pertambahan berat yang lebih besar daripada perlakuan tanpa pemberian probiotik, yakni sebesar 29.83 ± 1.66 g. Adapun pertambahan berat pada perlakuan tanpa pemberian probiotik yakni sebesar 16.06 ± 1.61 g.

Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Tan et al. (2019) dengan pemberian probiotik *R. stabekisii* sebanyak 10^6 CFU/g dan 10^7 CFU/g menghasilkan nilai pertambahan berat masing-masing sebesar 18.3 ± 3.67 g dan 17.0 ± 2.16 g. Pemberian probiotik *R. stabekisii* dapat meningkatkan aktivitas enzim protease dan xilanase. Protease berperan untuk meningkatkan pencernaan protein sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ikan, sedangkan xilanase jarang ditemui di pencernaan ikan, namun berperan untuk meningkatkan metabolisme nutrisi dan kinerja pertumbuhan ikan (Tan et al., 2019). Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Cavalcante et al. (2020) dengan pemberian probiotik *L. acidophilus*, *E. faecium*, dan *Bifidobacterium* sp. masing-masing sebanyak 3.5×10^9 CFU/g menghasilkan nilai pertambahan berat sebesar 30.50 ± 3.32 g.

Lactobacillus memiliki kemampuan untuk mengubah karbohidrat menjadi asam laktat yang menciptakan suasana asam untuk menghambat bakteri patogen dan pembusuk, serta meningkatkan sekresi enzim proteolitik yang merombak protein menjadi asam amino sehingga proses penyerapan di usus terjadi lebih cepat (Rachmawati et al., 2019). Dalam penelitian Sumaraw et al. (2019) dengan perlakuan penambahan probiotik yang teridentifikasi sebagai *Lactobacillus* sp. pada pakan ikan selama 30 hari, masing-masing sebanyak 1×10^9 CFU/mL, 1×10^8 CFU/mL, 1×10^7 CFU/mL, dan 10^6 CFU/mL memberikan nilai pertambahan berat yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol yakni sebesar 8.67 ± 0.57 g, 10.42 ± 0.53 g, 9.04 ± 0.51 g, dan 6.94 ± 0.01 g. Adapun pada perlakuan kontrol diperoleh pertambahan berat sebesar 6.25 ± 0.24 g.

Sedangkan, *E. faecium* yang tergolong bakteri asam laktat menghasilkan bakteriosin dan enzim yang membantu dalam proses pencernaan makanan, menurunkan pH usus sehingga meningkatkan penyerapan mineral, serta menghambat patogen baik dengan kompetisi untuk nutrisi atau dengan sekresi substrat penghambat (Tachibana et al., 2020). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Dias et al. (2019) dengan pemberian *E. faecium* pada pakan ikan bidadari (*Pterophyllum scalare*) sebanyak 2×10^8 CFU/ml dan 2×10^6 CFU/ml per gram selama 20 hari dapat memberikan nilai pertambahan berat lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol atau tanpa pemberian probiotik, yakni sebesar 0.433 ± 0.00 g dan 0.369 ± 0.00 g, sedangkan untuk perlakuan kontrol yakni sebesar 0.308 ± 0.00 g.

Adapun *Bifidobacterium* sp. merupakan genus bakteri gram positif dan tergolong bakteri asam laktat. *Bifidobacterium* sp. dapat meningkatkan aktivitas protease yang merombak protein (ikatan peptida) menjadi senyawa yang lebih sederhana (asam amino bebas) sehingga dapat meningkatkan pencernaan pakan dan kinerja pertumbuhan ikan (Adriani et al., 2008). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sahandi et al. (2019) dengan pemberian probiotik *Bifidobacterium animalis* sebanyak 1×10^7 CFU/g, 2×10^7 CFU/g dapat memberikan nilai pertambahan berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa pemberian probiotik, yakni sebesar 24.48 ± 0.62 g dan 22.55 ± 0.47 g, sedangkan pada perlakuan kontrol sebesar 20.41 ± 0.42 g. Selain itu, *Bifidobacterium* sp. juga dapat mempengaruhi kesehatan ikan karena bakteri ini dapat menghasilkan senyawa antibakteri bakteriosin yang dapat merusak permeabilitas membran sel bakteri dengan membentuk pori pada sel bakteri sehingga membran sel akan mengalami kebocoran dan menyebabkan terganggunya kestabilan membran sel sehingga pertumbuhan sel bakteri akan terhambat dan mengalami kematian (Oedijono et al., 2017).

TINGKAT KELULUSHIDUPAN

Tabel 2. Kelulushidupan ikan nila dengan perlakuan pemberian probiotik.

Probiotik	Dosis (CFU/g)	Kelulushidupan (%)	Sumber
<i>Paenibacillus ehimensis</i> NPUST11	10^6	95.5 ± 3.85	(Chen et al., 2019)
	10^7	97.9 ± 3.85	
<i>Rummeliibacillus stabekisii</i>	10^6	92.2 ± 1.92	(Tan et al., 2019)
	10^7	93.3 ± 3.33	
<i>Lactobacillus plantarum</i> L-137	2×10^{11}	100 ± 0.00	(Dawood et al., 2020)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	2×10^6	100 ± 0.00	(Saputra et al., 2016)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> R8	2.1×10^9	100 ± 0.00	
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3.5×10^9	90.00	
<i>Enterococcus faecium</i>	3.5×10^9		
<i>Bifidobacterium sp.</i>	3.5×10^9		(Cavalcante et al., 2020)

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Tingkat kelulushidupan (*Survival Rate*) merupakan jumlah ikan yang hidup setelah dipelihara beberapa waktu dibandingkan dengan jumlah ikan saat awal pemeliharaan yang dinyatakan dalam persen. Kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti padat tebar, pemberian pakan, penyakit, kualitas air yang meliputi suhu, kadar nitrit dan amoniak, kandungan oksigen terlarut, serta pH (Saad & Purnamasari, 2021). Selain itu, keadaan ikan yang *stress* atau tidak, serta ketahanan tubuh tiap ikan yang berbeda-beda juga dapat memengaruhi kelangsungan hidup ikan (Karimah et al., 2018). Dari beberapa hasil penelitian yang disajikan pada tabel 2, dapat diketahui bahwa kelulushidupan tertinggi ikan nila terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Saputra et al. (2016) dan Dawood et al., (2020) yakni dengan nilai kelulushidupan sebesar 100%. Sedangkan, kelulushidupan dengan nilai terendah yaitu terdapat pada penelitian Cavalcante et al., (2020) dengan nilai kelulushidupan sebesar 90%.

Pada penelitian Saputra et al., (2016) dengan perlakuan pemberian probiotik *B. amyloliquefaciens* sebanyak 2×10^6 CFU/g dan *B. amyloliquefaciens* R8 sebanyak 2.1×10^9 CFU/g, keduanya memberikan nilai kelulushidupan yang sama yakni sebesar 100%. *B. amyloliquefaciens* dan *B. amyloliquefaciens* R8 mampu menghasilkan lisozim melalui ekspresi heterolog xilinae yang berperan untuk meningkatkan efek perlindungan pada respon imun ikan. Lisozim merupakan enzim bakterisida yang berperan untuk mengaktifkan fagositosis dan sistem komplemen sebagai opsonin dan merupakan faktor penting dalam respon imun bawaan pada ikan terhadap infeksi patogen (Saputra et al., 2016).

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Abdelmalek et al., (2015) menunjukkan bahwa suplementasi makanan dengan oligosakarida xilan di ikan Bass Mediterania (*Dicentrarchus labrax*) dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan dan meningkatkan aktivitas serum lisozim untuk melawan infeksi *A. hydrophila* (Abdelmalek et al., 2015). Hal tersebut menunjukkan fungsi xilinae untuk menstimulasi imun pada ikan melalui efek oligosakarida yang dicerna dalam pakan. Selanjutnya, pada penelitian Dawood et al., (2020) diberikan perlakuan dengan pemberian probiotik *L. plantarum* L-137 sebanyak 2×10^{11} CFU/g. Probiotik *L. plantarum* L-137 memainkan peran penting dalam meningkatkan kesehatan, pencernaan, produksi di dalam lambung, dan sekresi enzim yang mengarah pada peningkatan pertumbuhan ikan (Hien et al., 2021).

Lactobacillus plantarum L-137 termasuk ke dalam golongan bakteri asam laktat yang heterofermentatif, memiliki bentuk batang, dan mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi dan lingkungan, serta dapat menekan pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif dengan mensekresikan bakteriosin (Dawood et al., 2015). Bakteriosin memiliki sifat bakterisidal yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri patogen dengan cara masuk ke dalam sel target, kemudian membentuk pori pada membran sel yang sensitif dan menurunkan gradien pH sehingga menyebabkan rusaknya material seluler dan menghambat pertumbuhan sel target (Nurraifah et al., 2021). Dalam penelitian lain yang

dilakukan oleh Dawood et al. (2015) juga menunjukkan bahwa *L. plantarum* (LP20) yang diberikan kepada ikan Kurisi Merah di Jepang selama 56 hari dapat memberikan nilai kelulushidupan sebesar 91.7% hingga 100%.

Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Cavalcante et al., (2020) dengan pemberian probiotik *L. acidophilus*, *E. faecium*, dan *Bifidobacterium sp.* masing-masing sebanyak 3.5×10^9 CFU/g memberikan nilai kelulushidupan terendah yakni sebesar 90%. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh ketahanan tubuh tiap ikan yang berbeda-beda yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup ikan (Karimah et al., 2018). Selain itu, juga dapat dipengaruhi oleh konsentrasi probiotik yang terdapat pada saluran usus. Pada kondisi populasi bakteri yang tinggi dapat menyebabkan persaingan antar bakteri untuk mendapatkan nutrisi sehingga hal tersebut dapat menghambat aktivitas bakteri tersebut dan mengakibatkan kurang optimalnya peran probiotik bagi ikan (Sainah et al., 2016).

Peningkatan bakteri asam laktat dan enterokokus dapat memberikan manfaat dalam hal mengatur jenis bakteri yang dipilih untuk menghambat bakteri patogen dan berkompetisi untuk adhesi lokal (Cavalcante et al., 2020). Adhesi yang terjadi memungkinkan *Bifidobacterium sp.* untuk menghasilkan senyawa antimikroba dan metabolisme nutrisi untuk menghasilkan asam lemak yang mudah menguap dan metabolisme garam empedu dan menuju ke bakteri patogen. Adhesi *Bifidobacterium* pada enterosit dapat memberikan perlindungan mukosa usus dan memberikan efek penghalang sterik, sehingga bakteri patogen tidak dapat kontak dengan mukosa usus (Sukrama, 2019).

Adapun *Lactobacillus sp.* memiliki kemampuan untuk melakukan metabolisme terhadap senyawa yang tidak dapat dicerna sehingga memberikan kesehatan yang lebih baik pada ikan dan perlindungan terhadap patogen (Yukgehnash et al., 2020). Sedangkan, *E. faecium* termasuk ke dalam bakteri asam laktat yang menghasilkan senyawa antimikroba bakteriosin (Hanchi et al., 2018). Pemberian probiotik menyebabkan semakin tingginya jumlah unit koloni bakteri probiotik dalam usus ikan sehingga mendorong pengurangan populasi bakteri patogen seperti *Aeromonas sp.* (Cavalcante et al., 2020). Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Chen et al. (2019) dengan pemberian probiotik *P. ehimensis* NPUSTI1 sebanyak 10^6 CFU/g dan 10^7 CFU/g, masing-masing secara berurutan memberikan nilai kelulushidupan sebesar $95.5 \pm 3.85\%$ dan $55.6 \pm 0.22\%$.

P. ehimensis NPUSTI1 diketahui mampu menghasilkan bakteriosin. Bakteriosin adalah peptida atau protein antimikroba bioaktif yang disintesis oleh ribosom dari bakteri dan menjadi salah satu senjata yang efektif melawan patogen, serta memainkan peran penting dalam pengenalan dan modulasi sistem kekebalan untuk perlindungan inang dari infeksi (Sahoo et al., 2016). Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Midhun et al. (2017) menunjukkan bahwa *P. polymyxa* strain HGA4C yang termasuk dari genus *Paenibacillus* dapat menghasilkan enzim ekstraseluler seperti amilase, protease, lipase, dan selulase yang penting untuk pencernaan bahan makanan dan tidak menyebabkan gejala patologis atau kematian pada *O. niloticus* sehingga bakteri ini aman untuk dijadikan probiotik dalam akuakultur (Midhun et al., 2017).

Selanjutnya, pada penelitian Tan et al., (2019) dengan pemberian probiotik *R. stabekisii* sebanyak 10^6 CFU/g dan 10^7 CFU/g, masing-masing secara berurutan memberikan nilai kelulushidupan sebesar $92.2 \pm 1.92\%$ dan $93.3 \pm 3.33\%$. Menurut Tan et al. (2019), suplementasi makanan dengan *R. stabekisii* dapat memperkuat kekebalan bawaan terhadap infeksi patogen. Pada teleost, ginjal kepala, yang mengandung sel limfoid penghasil sitokin, seperti neutrofil, monosit, dan makrofag, adalah organ penting yang bertanggung jawab atas fungsi sistem kekebalan. Sel limfoid berfungsi sebagai antibakteri yang bertanggung jawab untuk kekebalan bawaan dengan mengenali patogen secara langsung atau tidak langsung dan menghancurkan patogen yang menyerang melalui fagositosis.

GAMBARAN DARAH

Tabel 3. Gambaran darah ikan nila dengan perlakuan pemberian probiotik.

Probiotik	Dosis	Hema (%)	Hemo (g/dl)	Leu (sel/ mm ³)	Lim (%)	Mono (%)	Sumber
<i>B. subtilis</i>	0.5 x 10 ⁷ CFU/g	36.33 ± 0.99	-	-	-	-	Aly et al., 2008
<i>L. acidophilus</i>	0.5 x 10 ⁷ CFU/g	-	-	-	-	-	
<i>B. subtilis</i>	0.5 x 10 ⁷ CFU/g	35.8 ± 1.03	-	-	-	-	
<i>L. acidophilus</i>	0.5 x 10 ⁷ CFU/g	34.67 ± 1.31	-	-	-	-	
<i>Lactobacillus plantarum</i> L-137	2 x 10 ¹¹ CFU/g	-	6.73 ± 0.27	-	68.5 ± 0.87	1.65 ± 0.03	Dawood et al., 2020
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3.5 x 10 ⁹ CFU/g	33.90 ± 3.40	9.46 ± 0.96	19.004 ± 7.417	-	-	Cavalcante et al., 2020
<i>Enterococcus faecium</i>	3.5 x 10 ⁹ CFU/g	-	-	-	-	-	
<i>Bifidobacterium</i> sp.	3.5 x 10 ⁹ CFU/g	-	-	-	-	-	
<i>Bacillus</i> sp.	10 ⁸ CFU/mL	-	-	9.18 ± 0.32	77 ± 3	5.67 ± 3.51	
<i>Bacillus methylotrophicus</i>	10 ⁷ CFU/mL	30.47 ± 0.12	5 ± 0.2	4.91 ± 0.37	-	-	Sagala et al. 2020 Agustina et al., 2019
	10 ⁸ CFU/mL	33.47 ± 3.23	6.77 ± 0.4	5.63 ± 3.46	-	-	
	10 ⁹ CFU/mL	32.8 ± 1.91	6.9 ± 0.35	5.48 ± 2.24	-	-	
<i>Bacillus</i> sp.	10 ⁴ CFU/mL	-	-	-	75	17	
<i>Staphylococcus</i> sp.	10 ⁴ CFU/mL	-	-	-	-	-	Prastari dan Henri, 2021

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Darah merupakan cairan tubuh yang tersusun atas sel-sel cairan interseluler yang disebut plasma. Darah memiliki unsur seluler yang terdiri atas eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih) dan trombosit (keping darah) (Dewi et al., 2018). Darah membawa substansi dari tempatnya dibentuk ke semua bagian tubuh dan menjaga tubuh untuk dapat melakukan fungsinya dengan baik. Eritrosit berperan dalam membawa oksigen, leukosit berperan untuk menjaga tubuh dari serangan patogen, kombinasi trombosit dan faktor pembeku berperan untuk menyumbat kebocoran pembuluh darah tanpa menghambat alirannya. (Lusiastuti & Hardi, 2018). Gambaran darah juga dapat digunakan sebagai indikator kesehatan. Dari beberapa hasil penelitian yang disajikan pada tabel 3, dapat diketahui gambaran darah ikan nila yang diinfeksi oleh *A. hydrophila* dan diberi perlakuan dengan probiotik.

Total eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit memiliki hubungan yang berbanding lurus. Komponen utama eritrosit adalah hemoglobin yang mengangkut sebagian besar oksigen dan sebagian kecil fraksi karbondioksida, serta mempertahankan pH darah normal. Sedangkan, hematokrit merupakan persentase eritrosit dalam 100 ml darah yang sangat dipengaruhi oleh total eritrosit (Dewi et al., 2018). Pada tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai hematokrit tertinggi terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Aly et al. (2008) dengan pemberian *B. subtilis* dan *L. acidophilus* masing-masing sebanyak 0.5 x 10⁷ CFU/g selama 2 bulan dengan nilai sebesar 36.33 ± 0.99%. Sedangkan, nilai hematokrit terendah terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Agustina et al. (2019) dengan perlakuan

pemberian probiotik *B.methylophilus* sebanyak 10^7 CFU/mL yakni sebesar $30.47 \pm 0.12\%$.

Rendahnya nilai hematokrit dan hemoglobin dapat disebabkan karena terjadinya penurunan sel darah merah di dalam tubuh ikan dimana hal tersebut dapat disebabkan karena ikan mengalami stres atau serangan penyakit (Widanarni et al., 2014). Apabila ikan terkena infeksi maka nafsu makan ikan menurun dan nilai hematokrit pun juga menurun. Sedangkan, faktor lain yang memengaruhi nilai eritrosit, hematokrit, dan hemoglobin ikan adalah spesies, jenis kelamin, umur, nutrisi pakan, ukuran, aktivitas fisik, dan umur ikan (Royan et al., 2014). Pada penelitian Aly et al. (2008) dengan perlakuan pemberian *B. subtilis* sebanyak 0.5×10^7 CFU/g memberikan nilai sebesar $35.8 \pm 1.03\%$, serta *L. acidophilus* sebanyak 0.5×10^7 CFU/g dengan nilai sebesar $34.67 \pm 1.31\%$.

Pada penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Cavalcante et al. (2020) dengan perlakuan pemberian *L. acidophilus*, *E. faecium*, dan *Bifidobacterium*, masing-masing sebanyak 3.5×10^9 CFU/g memberikan nilai hematokrit sebesar $33.90 \pm 3.40\%$. Sedangkan, pada penelitian Agustina et al. (2019) dengan pemberian probiotik *B.methylophilus* masing-masing 10^8 dan 10^9 CFU/mL memberikan nilai hematokrit sebesar $30.47 \pm 0.12\%$, $33.47 \pm 3.23\%$, $32.8 \pm 1.91\%$. Nilai hematokrit yang dihasilkan pada penelitian tersebut masih berada dalam normal. Hal tersebut sebagaimana menurut Sarkiah et al. (2016) bahwa nilai normal hematokrit ikan nila berkisar antara 27 - 37%, sedangkan toleransi kadar hematokrit pada ikan umumnya relatif konstan antara 20 - 40%.

Selanjutnya, nilai hemoglobin (Hb) tertinggi terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Cavalcante et al. (2020) dengan perlakuan pemberian probiotik *L. acidophilus*, *E. faecium*, dan *Bifidobacterium sp.* masing-masing sebanyak 3.5×10^9 CFU/g yang memberikan nilai hemoglobin sebesar 9.46 ± 0.96 g/dl. Sedangkan, nilai Hb terendah terdapat pada penelitian Agustina et al. (2019) dengan pemberian *B. methylophilus* sebanyak 10^7 CFU/mL yakni sebesar 5 ± 0.2 g/dl. Semakin rendah jumlah eritrosit maka semakin rendah pula kandungan Hb dalam darah. Rendahnya kadar Hb dapat menyebabkan rendahnya jumlah oksigen yang ada di dalam darah dan dapat mengganggu aktivitas fisiologis ikan. Hal ini juga membuat ikan menjadi lemah dan tidak memiliki nafsu makan serta terlihat diam di dasar atau menggantung di bawah permukaan air (Royan et al., 2014).

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi rendahnya kadar hemoglobin diantaranya yaitu karena rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin dan kualitas air yang buruk, atau ikan mengalami infeksi (Royan et al., 2014). Adapun pada penelitian yang dilakukan oleh Agustina et al. (2019) dengan pemberian *B. methylophilus* sebanyak 10^8 dan 10^9 CFU/mL memberikan nilai kadar Hb sebesar 6.77 ± 0.4 g/dl dan 6.9 ± 0.35 g/dl. Sedangkan, pada penelitian yang dilakukan oleh Dawood et al. (2020) dengan perlakuan pemberian *Lactobacillus plantarum* L-137 sebanyak 2×10^{11} CFU/g memberikan nilai kadar Hb sebesar 6.73 ± 0.27 g/dl. Adapun ketiga perlakuan ini memiliki nilai hematokrit yang berada pada kisaran normal. Hal tersebut sebagaimana menurut Sarkiah et al. (2016) bahwa pada suhu perairan 15 - 30°C kadar hemoglobin ikan nila normal berkisar antara 7,5 - 8 g/dl (Sarkiah et al., 2016).

Selanjutnya, nilai leukosit tertinggi terdapat pada penelitian Cavalcante et al. (2020) dengan nilai leukosit sebesar 19.004 ± 7.417 sel/mm³. Adapun pada penelitian yang dilakukan Sagala et al. (2020) memberikan nilai leukosit sebesar 9.18 ± 0.32 sel/mm³ dan pada penelitian Agustina et al. (2019) dengan pemberian probiotik *B. methylophilus* sebanyak 10^7 , 10^8 , 10^9 CFU/mL masing-masing memberikan nilai leukosit sebesar 4.91 ± 0.37 sel/mm³, 5.63 ± 3.46 sel/mm³, dan 5.48 ± 2.24 sel/mm³. Menurut Royan et al. (2014) kisaran normal leukosit ikan nila adalah 20.000 - 150.000 sel/mm³. Peningkatan jumlah leukosit berkaitan dengan kinerja sistem imun ikan dalam mereduksi serangan patogen. Semakin meningkat serangan patogen maka semakin meningkat pula produksi leukosit dalam darah (Royan et al., 2014).

Leukosit berperan dalam merespon kekebalan dimana apabila ada zat asing yang masuk ke dalam tubuh maka leukosit akan membentuk antibodi. Antibodi akan digunakan

oleh sistem kekebalan tubuh untuk memberikan rangsangan, mengidentifikasi dan menetralkan benda asing (antigen) yang masuk, seperti bakteri. Semakin besar rangsangan antigen, maka semakin banyak antibodi yang akan dihasilkan. Bakteri yang masuk ke dalam tubuh ikan akan diidentifikasi oleh leukosit sebagai antigen (Syawal et al., 2021). Ikan yang sakit akan menghasilkan banyak leukosit untuk memfagosit bakteri dan mensintesis antibodi. Adapun faktor-faktor yang memengaruhi jumlah leukosit yakni kondisi dan kesehatan tubuh ikan. (Royan et al., 2014).

Leukosit dikelompokkan menjadi dua bagian berdasarkan ada tidaknya granula atau butir-butir dalam sel, yaitu granulosit yang merupakan leukosit yang memiliki granula dan sel agranulosit yang merupakan leukosit yang tidak memiliki granula dalam selnya. Agranulosit terdiri dari limfosit, monosit dan trombosit, sedangkan granulosit terdiri dari neutrofil, eosinofil dan basofil (Widanarni et al., 2014). Limfosit tidak bersifat fagositik tetapi berperan di dalam pembentukan antibodi (Lusiastuti & Hardi, 2018). Peningkatan limfosit yang dihasilkan ikan nila berperan cukup besar terhadap peningkatan respon imun atau ketahanan tubuh ikan nila terhadap serangan penyakit dan infeksi (Hartika et al., 2014).

Pada tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai limfosit tertinggi terdapat pada penelitian Sagala et al. (2020) dengan nilai sebesar $77 \pm 3\%$. Adapun pada penelitian Prastari dan Henri (2021) nilai leukositnya yakni sebesar 75% dan pada penelitian Dawood et al. (2020) sebesar $68.5 \pm 0.87\%$. Pada penelitian tersebut nilai limfosit masih berada pada kisaran normal yang berarti ikan tidak mengalami infeksi. Jumlah limfosit pada ikan nila berkisar antara 53 - 86%, trombosit berkisar antara 25 - 39%, monosit dan neutrofil berkisar antara 1 - 3%. Adapun jumlah limfosit dalam darah ikan berkisar antara 60-80% (Riauwyaty & Syawal, 2016). Peningkatan intensitas infeksi oleh patogen tertentu akan memicu kebutuhan leukosit dan mengakibatkan pengurangan jumlah limfosit (Lusiastuti & Hardi, 2018).

Selanjutnya, nilai monosit tertinggi terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh Prastari dan Henri (2021) dengan nilai sebesar 17%, sedangkan pada penelitian Sagala et al. (2020) sebesar $5.67 \pm 3.51\%$ dan pada penelitian Dawood et al. (2020) sebesar $1.65 \pm 0.03\%$. Monosit merupakan sel-sel fagositik selain neutrofil yang berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh nonspesifik. Monosit merupakan sel yang lebih kuat dalam memfagosit partikel atau antigen dibandingkan dengan neutrofil karena dapat memfagosit partikel yang lebih besar. Pada ikan teleostei, monosit merupakan sel yang sangat aktif dalam memfagosit antigen dalam tubuh sebagai mekanisme pertahanan tubuh terhadap patogen (Lusiastuti & Hardi, 2018). Adapun proses fagositasi oleh neutrofil dilakukan dengan mendekati partikel yang akan difagositasi dengan cara mengeluarkan pseudopodi ke segala arah sekitar partikel, selanjutnya pseudopodi satu sama lain saling bersatu untuk melakukan fagositasi. Satu neutrofil dapat memfagosit 5 - 20 bakteri (Lusiastuti & Hardi, 2018).

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Pertambahan berat tertinggi ikan nila terdapat pada perlakuan dengan pemberian probiotik *B. subtilis* AP193 sebanyak 4.2×10^7 CFU/g dengan nilai sebesar 570.9 ± 38.2 g
2. Kelulushidupan tertinggi terdapat pada perlakuan dengan pemberian probiotik *L. plantarum* L-137 sebanyak 2×10^{11} CFU/g, *B. amyloliquefaciens* sebanyak 2×10^6 CFU/g dan *B. amyloliquefaciens* R8 sebanyak 2.1×10^9 CFU/g dengan nilai kelulushidupan sebesar 100%. Sedangkan, untuk gambaran darah
3. Nilai hematokrit tertinggi terdapat pada perlakuan dengan pemberian probiotik *B. subtilis* dan *L. acidophilus*, masing-masing sebanyak 0.5×10^7 CFU/g dengan nilai hematokrit sebesar $36.33 \pm 0.99 \%$
4. Nilai hemoglobin tertinggi terdapat pada perlakuan dengan pemberian probiotik *L. acidophilus*, *E. faecium*, dan *Bifidobacterium sp.* masing-masing sebanyak 3.5×10^9 CFU/g dengan nilai hemoglobin sebesar 9.46 ± 0.96 g/dl

5. Nilai leukosit tertinggi terdapat pada perlakuan dengan pemberian probiotik *L. acidophilus*, *E. faecium*, dan *Bifidobacterium*, masing-masing sebanyak 3.5×10^9 CFU/g dengan nilai leukosit sebesar 19.004 ± 7.417 sel/mm³
6. Nilai limfosit tertinggi terdapat pada perlakuan dengan pemberian *Bacillus* sp. sebanyak 10^8 CFU/mL nilai limfosit sebesar $77 \pm 3\%$
7. Nilai monosit tertinggi terdapat pada perlakuan dengan pemberian probiotik *Bacillus* sp. dan *Staphylococcus* masing-masing sebanyak 10^4 CFU/mL dengan nilai monosit sebesar 17%

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmalek, B.E., Driss, D., Kallel, F., Guargouri, M., Missaoui, H., Chaabouni, S.E., Ayadi, M.A., Bougatef, A., 2015. Effect of Xylan Oligosaccharides Generated from Corncoobs on food Acceptability, Growth Performance, Haematology and Immunological Parameters of *Dicentrarchus labrax* Fingerlings. *Fish Physiol Biochem* 41, 1587–1596. <https://doi.org/10.1007/s10695-015-0110-5>
- Addo, S., Carrias, A.A., Williams, M.A., Liles, M.R., Terhune, J.S., Davis, D.A., 2017. Effects of *Bacillus subtilis* strains and The Prebiotic Previda® on Growth, Immune Parameters and Susceptibility to *Aeromonas hydrophila* Infection in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquac Res* 48, 4798–4810. <https://doi.org/10.1111/are.13300>
- Agustama, Y., A.L., T., H.V., A., Witoko, P., Marlina, E., 2021. Penambahan Probiotik Em4 dan *Bacillus* sp Pada Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Post Larva Udang Vaname. *Jurnal Perikanan Terapan (PERANAN)* 2, 39–44. <http://dx.doi.org/10.25181/peranan.v2i1.2358>
- Agustina, P., Sarjito, & Haditomo, A. H. C. (2019). Study of *Bacillus methylotrophicus* as a Probiotic Candidate Bacteria with Different Concentration Against *Aeromonas hydrophila* on Water as a Cultivation Media of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 246. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/246/1/012030>
- Aly, S. M., Abdel-Galil Ahmed, Y., Abdel-Aziz Ghareeb, A., & Mohamed, M. F. (2008). Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as Potential Probiotics, on The Immune Response and Resistance of Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) to Challenge Infections. *Fish & Shellfish Immunology*, 25(1–2), 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.03.013>
- Anggi, S., A. P., N., Rusliadi, 2017. Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Juaro (*Pangasius polyuranodon*, BLKR) dengan Pemberian Jenis Pakan Berbeda pada Sistem Resirkulasi. *Berkala Perikanan Terubuk* 45, 10–22.
- Cavalcante, R.B., Telli, G.S., Tachibana, L., Dias, D. de C., Oshiro, E., Natori, M.M., Silva, W.F. da, Ranzani-Paiva, M.J., 2020. Probiotics, Prebiotics and Synbiotics for Nile tilapia: Growth Performance and Protection Against *Aeromonas hydrophila* Infection. *Aquaculture Reports* 17, 100343. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100343>
- Chen, S.-W., Liu, C.-H., Hu, S.-Y., 2019. Dietary Administration of Probiotic *Paenibacillus ehimensis* NPUST1 with Bacteriocin-Like Activity Improves Growth Performance and Immunity Against *Aeromonas hydrophila* and *Streptococcus iniae* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology* 84, 695–703. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.10.059>
- Dawood, M.A.O., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., 2015. Effects of Heat Killed *Lactobacillus plantarum* (LP20) Supplemental Diets on Growth Performance, Stress Resistance and Immune Response of Red Sea Bream, *Pagrus major*. *Aquaculture* 442, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.005>
- Dawood, M.A.O., Moustafa, E.M., Elbialy, Z.I., Farrag, F., Lolo, E.E.E., Abdel-Daim, H.A., Abdel-Daim, M.M., Van Doan, H., 2020. *Lactobacillus plantarum* L-137 and/or β -

- glucan Impacted The Histopathological, Antioxidant, Immune-Related Genes and Resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Against *Aeromonas hydrophila*. *Research in Veterinary Science* 130, 212–221. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.03.019>
- Dewi, A.K.S., Mahardika, I.G.M., Dharmawan, N.S., 2018. Total Eritrosit, Kadar Hemoglobin, Nilai Hematokrit Sapi Bali Lepas Sapih Diberi Pakan Kandungan Protein dan Energi Berbeda. *Indonesia Medicus Veterinus* 7, 413–421. <https://doi.org/10.19087/imv.2018.7.4.413>
- Dias, J. A. R., Abe, H. A., Sousa, N. C., Silva, R. D. F., Cordeiro, C. A. M., Gomes, G. F. E., Ready, J. S., Mouriño, J. L. P., Martins, M. L., Carneiro, P. C. F., Maria, A. N., & Fujimoto, R. Y. (2019). Enterococcus faecium as Potential Probiotic for Ornamental Neotropical Cichlid Fish, Pterophyllum scalare (Schultze, 1823). *Aquaculture International*, 27(2), 463–474. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00339-9>
- Du, R., Jiao, S., Dai, Y., An, J., Lv, J., Yan, X., Wang, J., Han, B., 2018. Probiotic *Bacillus amyloliquefaciens* C-1 Improves Growth Performance, Stimulates GH/IGF-1, and Regulates the Gut Microbiota of Growth-Retarded Beef Calves. *Front. Microbiol.* 9, 2006. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02006>
- Hanchi, H., Mottawea, W., Sebei, K., Hammami, R., 2018. The Genus *Enterococcus*: Between Probiotic Potential and Safety Concerns. *Front. Microbiol.* 9, 1791. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01791>
- Hartika, R., Mustahal, Putra, A.N., 2014. Gambaran Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penamabahan Dosis Prebiotik yang Berbeda dalam Pakan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 4, 259–267.
- Hien, T.T.T., Hoa, T.T.T., Liem, P.T., Onoda, S., Duc, P.M., 2021. Effects of Dietary Supplementation of Heat-Killed *Lactobacillus plantarum* L-137 on Growth Performance and Immune Response of Bighead Catfish (*Clarias macrocephalus*). *Aquaculture Reports* 20, 100741. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100741>
- Karimah, U., Samidjan, I., Pinandoyo, 2018. Performa Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Jumlah Pakan yang Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 7, 128–135.
- Lusiastuti, A.M., Hardi, E.H., 2018. Gambaran Darah Sebagai Indikator Kesehatan pada Ikan Air Tawar, in: *Posiding Nasional Seminar Ikan VI*. Cibirong, Bogor, p. 5.
- Midhun, S.J., Neethu, S., Vysakh, A., Arun, D., Radhakrishnan, E.K., Jyothis, M., 2017. Antibacterial Activity and probiotic Characterization of Autochthonous *Paenibacillus polymyxa* Isolated from *Anabas testudineus* (Bloch, 1792). *Microbial Pathogenesis* 113, 403–411. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.11.019>
- Midhun, S.J., Neethu, S., Vysakh, A., Arun, D., Radhakrishnan, E.K., Jyothis, M., 2017. Antibacterial Activity and probiotic Characterization of Autochthonous *Paenibacillus polymyxa* Isolated from *Anabas testudineus* (Bloch, 1792). *Microbial Pathogenesis* 113, 403–411. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.11.019>
- Oedjijono, Kusharyati, D.F., Hendrati, P.M., 2017. Aktivitas Penghambatan Bakteriosin *Bifidobacterium* spp. terhadap Bakteri Multi Drugs Resistant (MDR) *Escherichia coli* dan *Klasiella pneumonia*. *Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan VII*. 10.
- Pitrianingsih, C., Suminto, Sarjito, 2014. Pengaruh Bakteri Kandidat Probiotik terhadap Perubahan Kandungan Nutrien C, N, P dan K Media Kultur Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 3, 247–256.
- Prastari, C., & Sinaga, H. (2021). Utilization of Probiotic Bacillus sp. And Staphylococcus sp. In Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Seed Maintenance Media for Resistance to *Aeromonas hydrophila*. *Berkala Perikanan Terubuk*, 49(3), 1307–1315. <https://doi.org/10.31258/terubuk.49.3.1307-1315>
- Rachmawati, D., Samidjan, I., Pranggono, H., Agus, M., 2019. Penambahan Probiotik yang

- Berbeda pada Pakan Buatan terhadap Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *PENA AKUATIKA : Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 18.
- Rahmawan, M.E.A., Herawati, V.E., 2014. Penggunaan Bakteri Kandidat Probiotik pada Pakan Buatan terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 3, 8.
- Riauwaty, M., Syawal, H., 2016. Gambaran Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Kolam Budidaya di Kecamatan Marpoyan Damai Kota Pekanbaru. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 21, 1–6.
- Royan, F., Rejeki, S., Haditomo, A.H.C., 2014. Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Profil Darah. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 3, 109–117.
- Saad, M., Purnamasari, I., 2021. Pemberdayaan Usaha Budidaya Ikan Lele dengan Teknologi Fitoremediasi Menggunakan *Ipomoea aquatica* (Kangkung) dengan Sistem CRS (Close Resirculation System). Cipta Media Nusantara, Surabaya.
- Sagala, T. R., Supono, & Harpeni, E. (2020). Pengaruh Sistem Bioflok dan Probiotik *Bacillus* sp. D2.2 terhadap Respon Imun Non Spesifik Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (LIN, 1758) yang Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *BERKALA PERIKANAN TERUBUK*, 48(1), 310–319.
- Sahandi, J., Jafaryan, H., Soltani, M., & Ebrahimi, P. (2019). The Use of Two *Bifidobacterium* Strains Enhanced Growth Performance and Nutrient Utilization of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fry. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 11. <https://doi.org/10.1007/s12602-018-9455-2>
- Sahoo, T.K., Jena, P.K., Patel, A.K., Seshadri, S., 2016. Bacteriocins and Their Applications for The Treatment of Bacterial Diseases in Aquaculture: A Review. *Aquac Res* 47, 1013–1027. <https://doi.org/10.1111/are.12556>
- Sainah, S., Adelina, A., Heltonika, B., 2016. Penambahan Bakteri Probiotik (*Bacillus* sp) Isolasi dari Giant River Frawn (*Macrobrachium rosenbergii*, de man) di Feed Buatan untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). *Berkala Perikanan Terubuk* 44, 36–50. <https://doi.org/10.31258/terubuk.44.2.36>
- Saputra, F., Shiu, Y.-L., Chen, Y.-C., Puspitasari, A.W., Danata, R.H., Liu, C.-H., Hu, S.-Y., 2016. Dietary Supplementation with Xylanase-Expressing *B. amyloliquefaciens* R8 Improves Growth Performance and Enhances Immunity Against *Aeromonas hydrophila* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology* 58, 397–405. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.09.046>
- Sarkiah, Rimalia, A., Iskandar, R., 2016. Kesehatan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*) pada Usaha Keramba di Desa Masta, Tapin, Kalimantan Selatan. *Ziraa'ah* 41, 341–345.
- Sukrama, I.D.M., 2019. *Probiotik Bifidobacteria: Peran Aktivitas Antagonis Melawan Patogen Enterik Melalui Modulasi Sistem Imun*. PT. Intisari Sains Medis, Denpasar.
- Sumaraw, J. T., Manoppo, H., Tumbol, R. A., Rumengan, I. F. M., Dien, H. A., & Sumilat, D. A. (2019). Evaluation of The Effect of Probiotic Bacteria on Growth Performance and Survival Rate of Carp, *Cyprinus carpio*. *JURNAL ILMIAH PLATAX*, 7(1), 243. <https://doi.org/10.35800/jip.7.1.2019.23216>
- Syawal, H., Effendi, I., Kurniawan, R., 2021. Perbaikan Profil Hematologi Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Setelah Penambahan Suplemen Herbal pada Pakan. *Jurnal Veteriner* 22, 16–25. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.1.16>
- Tachibana, L., Telli, G.S., de Carla Dias, D., Gonçalves, G.S., Ishikawa, C.M., Cavalcante, R.B., Natori, M.M., Hamed, S.B., Ranzani-Paiva, M.J.T., 2020. Effect of Feeding Strategy of Probiotic *Enterococcus faecium* on Growth Performance, Hematologic, Biochemical Parameters and Non-Specific Immune Response of Nile tilapia. *Aquaculture Reports* 16, 100277. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100277>
- Tan, H.Y., Chen, S.-W., Hu, S.-Y., 2019. Improvements in The Growth Performance,

- Immunity, Disease Resistance, and Gut Microbiota by The Probiotic *Rummeliibacillus stabekisii* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology* 92, 265–275. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.06.027>
- Widanarni, Farouq, A., Yuhana, M., 2014. Aplikasi Probiotik, Prebiotik dan Sinbiotik Melalui Pakan untuk Meningkatkan Respon Imun dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila *Oreochromis niloticus* yang Diinfeksi *Streptococcus agalactiae*. *Jurnal Sains Terapan*, IV 1, 15–26.
- Yukgehnash, K., Kumar, P., Sivachandran, P., Marimuthu, K., Arshad, A., Paray, B.A., Arockiaraj, J., 2020. Gut Microbiota Metagenomics in Aquaculture: Factors Influencing Gut Microbiome and Its Physiological Role in Fish. *Rev Aquacult* raq.12416. <https://doi.org/10.1111/raq.12416>