

PENGARUH PEMBERIAN PAKAN DENGAN PROBIOTIK *Bacillus subtilis* DAN *Lactobacillus acidophilus* PADA KELANGSUNGAN HIDUP IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) YANG DIINFEKSI DENGAN *Aeromonas hydrophila*

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh :

**ROSY QOIMATUL QOLBIYAH
NIM: H71217060**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN SAINS
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rosy Qoimatul Qolbiyah

NIM : H71217060

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul “**PENGARUH PEMBERIAN PAKAN DENGAN PROBIOTIK *Bacillus subtilis* DAN *Lactobacillus acidophilus* PADA KELANGSUNGAN HIDUP IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) YANG DIINFEKSI DENGAN *Aeromonas hydrophila*.**” Apabila saya nanti terbukti melakukan tindak plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat sebenar-benarnya.

Surabaya, 11 Agustus 2021
Yang menyatakan,



(Rosy Qoimatul Qolbiyah)
NIM H71217060

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

PENGARUH PEMBERIAN PAKAN DENGAN PROBIOTIK *Bacillus subtilis* DAN
Lactobacillus acidophilus PADA KELANGSUNGAN HIDUP IKAN NILA (*Oreochromis
niloticus*) YANG DIINFEKSI DENGAN *Aeromonas hydrophila*

Diajukan oleh:
Rosy Qoimatul Qolbiyah
NIM: H71217060

Telah diperiksa dan disetujui
di Surabaya, 3 Agustus 2021

Dosen Pembimbing Utama



Saiku Rokhim, M.KKK.
NIP.198612212014031001

Dosen Pembimbing Pendamping



Hanik Faizah, S.Si., M.Si.
NUP. 201409019

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Rosy Qoimatul Qolbiyah telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
Surabaya, 10 Agustus 2021

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I



Saiku Rokhim, M.KKK.
NIP.198612212014031001

Penguji II



Hanik Faizah, S.Si., M.Si.
NUP. 201409019

Penguji III



Esti Tyastirin, M.KM.
NIP.198706242014032001

Penguji IV



Ita Ainur Jariyah, M.Pd
NIP.198612052019032012

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. H. H. Fatimatur Rusydiyah M.Ag.
NIP. 197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Rosy Qoimatul Qolbiyah
NIM : H71217060
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ BIOLOGI
E-mail address : rosyqoimatul@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGARUH PEMBERIAN PAKAN DENGAN PROBIOTIK *Bacillus subtilis*

DAN *Lactobacillus acidophilus* PADA KELANGSUNGAN HIDUP IKAN NILA

YANG DIINFEKSI DENGAN *Aeromonas hydrophila*

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 12 Agustus 2021

Penulis

(Rosy Qoimatul Qolbiyah)

mencapai 4.3 juta ton, dan diprediksi akan terus meningkat hingga 7.3 ton pada tahun 2030 (Ashuri, 2016).

Produksi ikan nila mengalami peningkatan yang cukup tinggi dengan rata-rata kenaikan 34.85% pada tahun 2010 hingga 2013. Perbandingan total produksi ikan nila nasional terhadap total produksi ikan nila dunia menunjukkan bahwa pada tahun 2011 Indonesia menempati urutan ke-3 terbesar sebagai penghasil produk ikan nila dengan presentase sekitar 20.3% terhadap total produksi ikan nila yang ada di dunia dan pada tahun 2013, total produksi ikan nila sebesar 6.83% dari total produksi ikan budidaya (Murniyati dkk., 2014). Data produksi ikan nila dari tahun 2009 hingga 2014 adalah, 2009 sebanyak 278.700 ekor, 2010 sebanyak 491.800 ekor, 2011 sebanyak 639.300 ekor, 2012 sebanyak 850.000 ekor, 2013 sebanyak 1.105.000 ekor, 2014 sebanyak 1.242.900 ekor (Kordi, 2013).

Ekspor perikanan Indonesia di Jawa Tengah pada Oktober 2019 mencapai Rp 2.4 triliun dengan volume sebanyak 41.289 ton, dimana ikan nila menjadi salah satu penyumbang hasil perikanan terbanyak dari 56 jenis ikan. Ikan nila dari Indonesia merupakan yang paling banyak diterima di tingkat internasional (BKIPM, 2019). Fillet nila sangat disukai oleh konsumen luar negeri (Suyanto, 2010). Perusahaan PT Aquafarm telah berhasil mengekspor 520 ton ikan nila per bulan ke AS atau beberapa negara Eropa lainnya dan mengolah 73 ton ikan nila setiap hari untuk menghasilkan fillet siap ekspor (Kordi, 2013).

Salah satu kendala dalam budidaya ikan nila yang dapat menyebabkan kematian ikan dan kerugian ekonomi bagi pembudidaya yakni

adanya serangan penyakit terhadap ikan. Salah satu penyakit yang sering menyerang ikan yakni *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS). Penyakit ini sering dijumpai, terutama pada spesies ikan air tawar di perairan tropis. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri patogen *Aeromonas hydrophila* yang dapat mengakibatkan timbulnya bercak merah, kerusakan pada kulit, insang dan organ dalam, menurunkan tingkat pertumbuhan, serta mematikan ikan sampai dengan 80%–100% dalam waktu 1-2 minggu (Aniputri dkk., 2014; Maisyaroh dkk., 2018).

Antibiotik dapat digunakan untuk mengatasi penyakit yang menyerang ikan, namun pada penggunaan antibiotik dapat menimbulkan bakteri yang resisten terhadap antibiotik dan mencemari lingkungan (Sukenda dkk., 2016). Pendekatan alternatif yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit ikan adalah dengan menggunakan probiotik. Probiotik merupakan mikroba tambahan yang memberikan keuntungan bagi inang, menjamin perbaikan pakan melalui nilai nutrisinya, memperbaiki respon inang terhadap penyakit, serta memperbaiki kualitas lingkungan ambangnya (Verschuere dkk., 2000). Probiotik dalam akuakultur dapat berasal dari bakteri, *yeast*, mikroalga, serta bakteriofag. Bakteri probiotik memiliki keunggulan tidak terakumulasi dalam tubuh ikan, tidak menyebabkan resistensi organisme patogen seperti pada antibiotik, serta dapat meningkatkan mekanisme pertahanan tubuh non-spesifik pada inang sehingga berperan sebagai immunostimulan untuk mencegah serangan bakteri patogen (Guo dkk., 2009; Sya'bani dkk., 2015).

patogen tersebut, salah satunya adalah melalui penggunaan bakteri probiotik yang dapat digunakan untuk melawan bakteri patogen.

Beberapa jenis bakteri dalam saluran pencernaan hewan akuatik diketahui dapat berasosiasi sebagai flora normal pada organisme, baik di dalam maupun di luar tubuh, sehingga dapat dijadikan probiotik. Beberapa bakteri tersebut diantaranya adalah bakteri dari genus *Bacillus*, *Bifidiobacterium*, *Lactobacillus*, dan *Micrococcus* (Sya'bani dkk., 2015). *B. subtilis* dan *L. acidophilus* merupakan bakteri yang telah banyak dan efektif digunakan sebagai probiotik dalam pakan ikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan *B. subtilis* pada perairan dapat meningkatkan kualitas perairan dan pencernaan pakan ikan (Wardika dkk., 2014).

Hasil penelitian Abarike dkk. (2018) menunjukkan pemberian campuran probiotik *B. subtilis* dan *B. licheniformis* dengan dosis 10 g/kg pakan efektif dalam peningkatan pertumbuhan dan respon imun untuk melawan infeksi *S. agalactiae*. Pemberian campuran probiotik *B. subtilis*, *B. licheniformis*, dan *P. putida* sebanyak 0.5 ml/L dengan konsentrasi 10^8 CFU/mL ke dalam air yang dilakukan oleh Sukenda dkk., (2016) juga memberikan nilai terbaik bagi pemanfaatan pakan, pertumbuhan, dan kelulushidupan bagi ikan lele dumbo. Hasil penelitian Sitorus (2015) menunjukkan bahwa penambahan probiotik komersial pada pakan komersial berkadar protein $\pm 30\%$ dengan dosis 15 mL/kg pakan memberikan efek terbaik terhadap penurunan infeksi bakteri patogen yang ditunjukkan dengan nilai tingkat kelulushidupan dengan persentase tertinggi 62.22% pada ikan

nila yang diinfeksi *A. hydrophila*; 65.56 yang diinfeksi *E. tarda*; dan 66.67 yang diinfeksi *S. iniae*, sedangkan untuk penambahan berat bobot ikan, diperoleh hasil bahwa pada pemberian probiotik sebanyak 10 mL/kg pakan mampu menghasilkan penambahan berat tertinggi, yakni sebesar 10 mL/kg.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Aly dkk., 2008) menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan probiotik selama 1 bulan pada kelompok ikan nila yang diinfeksi dengan bakteri *S. iniae* dan *A. hydrophila* memberikan nilai penambahan berat lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol yang ditunjukkan sebagai berikut : probiotik *B. subtilis* 0.5×10^7 /g pakan sebesar 22.92 g, 1×10^7 *L. acidophilus* 0.5×10^7 g/pakan sebesar 26.16, kombinasi probiotik *B. subtilis* (0.5×10^7 bakteri/gram) sebesar 25.46 dan perlakuan kontrol (tanpa probiotik) sebesar 14.20. Hasil perhitungan tingkat kelangsungan hidup juga diperoleh nilai lebih tinggi pada perlakuan pemberian pakan dengan probiotik selama 1 bulan yang ditunjukkan sebagai berikut : probiotik *B. subtilis* 0.5×10^7 /g pakan sebesar 96.00%, 1×10^7 *L. acidophilus* 0.5×10^7 g/pakan sebesar 90%, kombinasi probiotik *B. subtilis* (0.5×10^7 bakteri/gram) sebesar 88% dan perlakuan kontrol (tanpa probiotik) sebesar 86%.

Beberapa penelitian tentang pemberian probiotik B. subtilis dan L. acidophilus yang dicampurkan pada pakan telah dilakukan pada beberapa jenis ikan. Pemberian probiotik B. subtilis dan L. acidophilus yang dicampurkan dalam pakan ikan nila yang diinfeksi A. hydrophila telah dilakukan oleh Aly dkk. (2008), namun penelitian tentang variasi pemberian dosis untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal terhadap pertumbuhan

keras dan 5 jari-jari lunak), sirip dubur (3 jari-jari keras dan 10 jari-jari lunak), sirip ekor (8 jari-jari keras melunak) (gambar 2.1) (Kordi, 2010).

Adapun klasifikasi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menurut Nelson (1984) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Sub filum : Vertebrata
Kelas : Osteichthyes
Ordo : Percomorphi
Sub ordo : Perchoidae
Famili : Cichlidae
Genus : *Oreochromis*
Spesies : *Oreochromis niloticus*.

Keuntungan dalam budidaya ikan nila antara lain, ikan nila dapat dibudidayakan diberbagai perairan, baik di air tawar, air payau, maupun air laut karena ikan ini bersifat *euryhaline*, yakni toleran terhadap salinitas dan kondisi lingkungan perairan yang kurang baik, mudah berkembang biak, pertumbuhannya relatif cepat, respon terhadap pakan buatan, dan tahan terhadap serangan penyakit (Aniputri dkk., 2014; Kodri, 2013).

Indonesia menjadi salah satu negara tujuan impor bagi Amerika Serikat dimana negara tersebut merupakan negara terbesar pengimpor ikan nila. Konsumsi dan impor ikan nila yang terus meningkat menyebabkan konsumsi ikan nila masyarakat AS mencapai 1.2 kg/kapita/tahun. Data impor ikan nila ke Amerika Serikat dari tahun 2001 hingga 2009 sebagai

berikut : 2001 sebanyak 56.377 ton, 2002 sebanyak 67.187 ton, 2003 sebanyak 90.246 ton, 2004 sebanyak 112.939 ton, 2005 sebanyak 134.868 ton, 2006 sebanyak 158.253 ton, 2007 sebanyak 176.745 ton, 2008 sebanyak 179.462 ton, 2009 sebanyak 183.400 ton (Kodri, 2013).

2.1.2 Kebiasaan Makan

Ikan nila termasuk jenis ikan omnivora, tergantung pada umurnya. Ikan nila menyukai fitoplankton ketika larva, zooplankton seperti *Daphnia* sp. dan *Moina* sp. ketika benih, sedangkan setelah dewasa menyukai cacing, seperti cacing darah dan tubifex, selain itu juga memakan alga atau lumut yang terdapat pada lingkungannya. Ikan nila termasuk jenis pemakan di permukaan air (*floating feeder*), namun terkadang juga pemakan di dasar perairan (*bottom feeder*). Ikan nila akan bergerak cepat ketika diberi pakan tambahan (Radhiyufa, 2011).

2.1.3 Habitat

Ikan nila dapat hidup di perairan yang dalam dan luas maupun di kolam yang sempit dan dangkal, air tawar hingga payau, mulai dari ketinggian 0 – 1000 mdpl. Suhu yang baik untuk pertumbuhan 25-30°C, sedangkan suhu kolam yang dapat ditolerir ikan nila yakni 15-37°C. pH optimal antara 7-8, sedangkan untuk kadar oksigen antara 3-5 ppm. Ikan nila dapat hidup pada salinitas 30 ppt dengan aklimatisasi yang baik (Saparinto, 2009).

2.2 Penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*)

Penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) merupakan salah satu jenis penyakit yang sering menyerang budidaya ikan yang disebabkan

oleh bakteri *A. hydrophila*. *A. hydrophila* merupakan salah satu jenis bakteri gram negatif yang berbentuk batang yang menyerang ikan saat kondisi lingkungan kurang baik (Sukenda dkk., 2016). Infeksi *A. hydrophila* dapat terjadi akibat perubahan kondisi lingkungan, stress, perubahan temperature air yang terkontaminasi dan ketika inang tersebut telah terinfeksi oleh virus, bakteri atau parasit lainnya, sehingga disebut bakteri oportunistik (Haryani dkk., 2012).

Penyakit *Aeromonas* sering menyerang jenis ikan air tawar tropis seperti dari golongan Siluridae, Ictaluridae, Clariidae, serta Cyprinidae (Lusiastusi dkk., 2016). Ikan yang terserang *A. hydrophila* akan mengalami gejala klinis berupa radang (inflamasi) dengan ciri pembengkakan pada bekas suntikan dan berlanjut dengan hemoragi (pendarahan) dengan ciri keluarnya darah pada kulit dan nekrosis yang ditandai dengan terlihatnya daging rusak dan membusuk, selain itu pada beberapa jenis ikan tawar juga sering ditemukan adanya pembengkakan pada perut dan berisi cairan yang diikuti dengan kematian (Mangunwardoyo dkk., 2010).

2.3 *Aeromonas hydrophila*

Aeromonas hydrophila merupakan kelompok bakteri gram negatif, tergolong jenis protista prokariotik dengan ciri tidak memiliki membran yang memisahkan inti dengan sitoplasma. Bakteri ini memiliki bentuk batang dengan ukuran 0.7-1.8 x 1.0-1.5 μm , bersifat fakultatif anaerob, dan mesofilik dengan suhu optimum 20-30°C. Bakteri ini bersifat motil (bergerak aktif) dengan menggunakan flagela tunggal di salah satu ujungnya

Murtidjo (2001) menyatakan bahwa hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian pakan terhadap ikan, diantaranya yakni : 1) jumlah kandungan energi pada pakan yang dapat dimanfaatkan oleh ikan; 2) kualitas dan cara pemberian pakan yang dapat mempengaruhi jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ikan; 3) apakah pakan yang digunakan dapat menyebabkan masalah lingkungan, seperti menyebabkan penyakit, menimbulkan senyawa toksik, dan mengganggu ketersediaan oksigen terlarut pada lingkungan air akibat dari adanya kandungan bahan organik dari sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan. Dosis pakan ikan yang dianjurkan per hari adalah 3% - 5% dari jumlah berat total ikan yang dipelihara (Gunawan, 2016). Kordi (2010) menyarankan kepada pembudidaya agar melakukan pengamatan jumlah pakan yang dibutuhkan per bobot biomassa (ikan) setiap 1 atau 2 minggu sekali.

2.5 Probiotik

Probiotik didefinisikan sebagai suplemen makanan berupa bakteri hidup nonpatogen, tidak toksik, dan tahan terhadap asam lambung, serta dapat berkoloni pada usus besar (kolon) (Feliatra, 2018). Bakteri yang digunakan memiliki kemampuan untuk memodifikasi komposisi bakteri dalam saluran pencernaan, juga digunakan untuk suplemen pakan yang dapat meningkatkan kesehatan inang dan berperan sebagai agen biokontrol (Flores, 2011). Probiotik bekerja secara aman, dimana mikroba probiotik memproduksi komponen penghambat untuk menekan pertumbuhan bakteri patogen atau parasit lain yang merugikan inangnya (ikan) (Ibrahem, 2015).

ikan, karena sangat menunjang kelulushidupan ikan. Air merupakan media hidup bagi organisme akuakultur. Kondisi kualitas air yang baik menyebabkan fungsi fisiologis tubuh ikan berjalan dengan lancar, sedangkan kondisi kualitas air yang buruk menyebabkan energi banyak digunakan untuk proses adaptasi fisiologis tubuh ikan terhadap lingkungan sehingga proporsi energi yang tersimpan kedalam tubuh ikan semakin sedikit (Panggabean dkk., 2016).

Terganggunya kondisi fisiologis menyebabkan penurunan konsumsi pakan oleh ikan untuk meminimalisasi energi yang digunakan, sehingga pemenuhan energi yang dibutuhkan berasal dari cadangan nutrisi yang tersimpan dalam tubuh ikan (Panggabean dkk., 2016). Kondisi kualitas air dapat diukur melalui beberapa aspek, diantaranya adalah pH, DO, suhu. pH yang cocok untuk pertumbuhan ikan nila antara 6-8.5, pertumbuhan akan optimal pada pH 7-8, dan pH yang dapat ditolerir berkisar 5-11 (Kordi, 2010).

Suhu optimal pertumbuhan ikan nila sekitar yaitu antara 25°C - 30°C, sedangkan untuk salinitas yakni antara 0-30 ppt, pada salinitas 31-35 ikan nila masih dapat hidup, namun pertumbuhannya lambat. Nilai oksigen terlarut (DO) untuk produksi ikan nila pada kolam air tenang adalah ≥ 3 mg.L⁻¹, sedangkan pada DO kurang dari 4 mg.L⁻¹ akan menimbulkan efek yang kurang menguntungkan bagi hampir semua organisme akuatik. Adapun nilai amonia produksi ikan nila kelas pembesaran di kolam air tenang yakni kurang dari 0.02 mg.L⁻¹. Konsentrasi amonia lebih dari 0.08 mg.L⁻¹ nafsu makan dan pertumbuhan ikan nila akan menurun (Panggabean dkk. 2016).

Persiapan wadah untuk pemeliharaan ikan dilakukan dengan membersihkannya dengan disterilisasi terlebih dahulu dengan merendam bak menggunakan garam grosok, selanjutnya bak tersebut diisi dengan air sebanyak 15 liter dan diaerasi. Aklimatisasi dilakukan dengan meletakkan 3 ekor ikan untuk setiap ember. Aklimatisasi dilakukan dengan cara meletakkan wadah tempat pengangkutan ikan yang dibiarkan terapung di atas permukaan air tempat pemeliharaan ikan selama 5-10 menit, kemudian ditambahkan sedikit demi sedikit air dari wadah pemeliharaan ke dalam wadah pengangkutan benih tersebut hingga kondisi air yang ada di dalam wadah pengangkutan sama dengan kondisi air yang ada di dalam wadah pemeliharaan. Ikan tersebut kemudian dibiarkan hingga keluar dengan sendirinya ke dalam wadah pemeliharaan (Amri dan Khairuman, 2008).

Aklimatisasi dilakukan selama 2 minggu pada kondisi pH air 5-9, suhu antara 25-30°C dan DO lebih dari 3 mg/L dan selama aklimatisasi ikan diberi pakan pellet yang belum ditambahkan probiotik dengan frekuensi sebanyak 2 kali sehari, yakni pada pukul 8.00 dan 16.00 WIB. Penggantian air dilakkan apabila kualitas air mengalami penurunan dengan melakukan penggantian air sebanyak 50% dari volume air total (Salsabila dan Hari, 2018; Sitorus, 2015).

b. Sterilisasi

Sterilisasi alat dilakukan dengan membungkus alat menggunakan kertas, kemudian dimasukkan menjadi satu pada plastik yang tahan panas.

Bakteri stok dari kultur primer diambil sebanyak satu ose dan digoreskan secara zigzag ke dalam media *de Man Ragosa and Sharpe Agar* (MRSA) miring, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam.

3.5.3 Pembuatan Suspensi Bakteri

a. Patogen *Aeromonas hydrophila*

Pembuatan suspensi dilakukan dengan cara mengambil koloni dari media TSA dengan menggunakan ose steril sebanyak 1-2 ose, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 5 mL NaCl 0.9%, dihomogenkan, dan disetarakan kekeruhannya dengan standar 0.5 McFarland. Pembuatan standar kekeruhan 0.5 McFarland dilakukan dengan mencampur H₂SO₄ 1 % sebanyak 9.95 ml dan larutan BaCl 1 % sebanyak 0.05 ml kemudian dihomogenkan. Larutan tersebut setara dengan kepadatan 10⁸ CFU/mL (Zen dkk., 2015).

b. *Bacillus subtilis* dan *Lactobacillus acidophilus*

Pembuatan suspensi *B subtilis* ataupun *L. acidophilus* dilakukan dengan cara satu ose bakteri diinokulasikan pada media TSB dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C. Suspensi yang digunakan memiliki kepadatan bakteri 10⁸ CFU/mL. Kepadatan bakteri diperoleh sebagaimana pada perlakuan terhadap bakteri *A. hydrophila*.

3.5.4 Persiapan Pakan dengan Probiotik

Molase yang diperoleh dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum dicampurkan dengan probiotik pada pakan dengan cara sebanyak 2 mL molase diencerkan dengan 100 mL akuades (perbandingan 1:50),

kemudian disterilisasi molase yang telah encer tersebut dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Suspensi bakteri dengan dosis sesuai perlakuan pada tabel 3.1 dicampurkan dengan molase yang telah steril, masing-masing perlakuan menggunakan molase sebanyak 100 mL, selanjutnya dihomogenkan (Shofura dkk., 2017; Wardika dkk., 2014; Pratiwi, 2010). Probiotik dan molase yang telah siap selanjutnya disemprotkan pada 100 gram pakan ikan secara merata menggunakan *sprayer*. Pakan yang sudah disemprot disimpan dalam plastik, ditutup rapat dan dibiarkan selama 24 jam pada suhu kamar, pakan siap digunakan (Lumbanbatu, 2018). Pakan yang telah diberi probiotik dapat disimpan pada suhu 4°C selama 4 minggu (Aly dkk., 2008).

3.5.5 Penginfeksian Ikan dengan *Aeromonas hydrophila*

Ikan terlebih dahulu dibuat stress dengan cara meningkatkan padat tebar ikan dalam bak sebelum dilakukan penginfeksian terhadap ikan. Penginfeksian ikan nila dengan *A. hydrophila* dilakukan dengan menyuntikkan 0.5 mL suspensi 10^8 CFU/mL *A. hydrophila* untuk setiap ekor secara intramuskuler pada bagian dorsal ikan dengan menggunakan spuit 1 cc, selanjutnya ikan dimasukkan kembali pada bak pemeliharaan dan diamati gejala klinis yang tampak.

3.5.6 Pemberian Pakan

Dosis pemberian pakan yang digunakan dalam penelitian ini yakni 3% dari berat tubuh ikan. Pengukuran berat tubuh ikan dilakukan untuk menentukan dosis pemberian pakan, yakni setiap 1 minggu sekali (Kordi, 2010). Adapun pakan yang diberikan mengandung probiotik *B.*

Hasil pengamatan morfologi yang dilakukan setelah pemberian perlakuan menunjukkan bahwa beberapa kondisi ikan terlihat membaik, namun beberapa ada juga yang masih memiliki bekas luka. Perlakuan A (5 mL *B. subtilis*), D (5 mL *L. acidophilus*), dan K (tanpa pemberian probiotik) menunjukkan ikan mengalami pendarahan pada bagian tubuhnya dimana terlihat adanya luka merah pada bekas suntikan dan di bagian badannya. Perlakuan A (5 mL *B. subtilis*) setelah pemberian probiotik ikan terlihat sudah membaik, hal tersebut ditunjukkan dengan sudah tidak terlihat adanya luka memerah pada tubuh ikan seperti saat awal setelah diinfeksi. Perlakuan D (5 mL *L. acidophilus*) dan K (tanpa pemberian probiotik) dimana pada tubuh ikan sudah tidak terlihat adanya luka merah, namun masih terdapat bekas luka pada bagian badannya, hal tersebut menunjukkan bahwa ikan mengalami kondisi yang lebih baik dan dapat bertahan hidup. Sukenda dkk. (2016) menyatakan bahwa pemberian probiotik dapat meningkatkan respon imun nonspesifik dan meningkatkan resistensi ikan terhadap serangan patogen. Probiotik memiliki fungsi protektif dimana bakteri probiotik memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri patogen pada saluran pencernaan sehingga meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan (Umasugi dkk., 2018).

Bakteri *A. hydrophila* merupakan bakteri septicemia yang berkembang di pembuluh darah, sehingga gejala yang muncul terkait dengan adanya pendarahan dan pembengkakan seperti ulcer dan borok. Bakteri *A. hydrophila* merupakan bakteri gram negatif yang menghasilkan ekstraseluler dan intraseluler produk. Ekstraseluler produk akan diproduksi ketika bakteri

hidup dan menginfeksi inang, sedangkan intraseluler produk dihasilkan saat bakteri mengalami kematian atau kerusakan membran sel bakteri. Ekstraseluler produk juga menghasilkan enzim hemolisin yang dapat melisis sel-sel darah merah dan sel-sel darah putih, serta nekrosis jaringan. Kondisi tersebut akan menyebabkan ikan mengalami anemia, nekrosis, luka borok, serta menyebabkan hemoragi yang ditandai dengan timbulnya pendarahan di permukaan tubuh yang terinfeksi (Hardi, 2018).

Nafsu makan ikan pada perlakuan A (5 mL *B. subtilis*) dan D (5 mL *L. acidophilus*) cenderung baik yang ditunjukkan dengan ikan cenderung merangsang pakan yang diberikan, sedangkan pada perlakuan K (tanpa pemberian probiotik) menunjukkan nafsu makan ikan yang masih cenderung kurang. Ketiga perlakuan menunjukkan bahwa ikan sudah mulai aktif kembali. Agustin dkk. (2014) menyatakan bahwa adanya bakteri probiotik dalam pakan yang kemudian masuk kedalam saluran pencernaan dapat menekan bakteri patogen yang ada dalam usus sehingga membantu proses penyerapan makanan lebih cepat dan memperlancar sistem pencernaan ikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan B (7.5 mL *B. subtilis*), E (7.5 mL *L. acidophilus*), dan F (10 mL *L. acidophilus*) dimana kondisi ikan diawal (setelah diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila*) mengalami pendarahan pada bagian sirip dadanya, namun setelah diberi perlakuan pemberian pakan dengan probiotik sirip dada ikan sudah tidak lagi mengalami pendarahan, hal tersebut menunjukkan adanya proses penyembuhan yang terjadi pada ikan. Nafsu makan ikan pada perlakuan F

(10 mL *L. acidophilus*) sudah cenderung membaik, sedangkan pada perlakuan B (7.5 mL *B. subtilis*) dan E (7.5 mL *L. acidophilus*) masih cenderung kurang, namun pada ketiga perlakuan tersebut ikan sudah mulai aktif kembali dimana pada awal infeksi menunjukkan kondisi ikan yang cenderung pasif. Hasil penelitian Ardy dkk. (2019) menunjukkan bahwa pemberian probiotik *B. methylothropicus* 10^9 CFU/mL pada ikan nila yang diinfeksi dengan *A. hydrophila* dapat memberikan proses penyembuhan dimana pada ikan nila yang masih hidup hingga hari ke-21 menunjukkan kondisi ikan sudah mulai aktif, berenang normal, respon pakannya membaik, namun beberapa ada yang gerakannya masih terlihat pasif. Hasil penelitian Lusiastuti dkk. (2013), juga menunjukkan bahwa pada benih ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang telah diinfeksi dengan *A. hydrophila* pada hari ke-11 hingga ke-14 kondisinya berangsur-angsur membaik dimana ikan kembali berenang normal serta borok yang mulai sembuh yang ditandai dengan luka yang mulai menutup.

Jamin dan Erlangga (2016) menyatakan bahwa hemoragi dapat disebabkan oleh kerusakan pembuluh darah akibat agen infeksi yang terdapat di dalam pembuluh darah dimana bakteri dapat masuk dan menempel pada pembuluh darah dan merusaknya sehingga pembuluh darah pecah. Hemoragi ditandai dengan terjadinya pendarahan, apabila hemoragi sudah sangat parah, maka pembuluh darah akan pecah sehingga darah berada pada tempat yang tidak semestinya (mengalami pendarahan). Gejala hemoragi yang terjadi pada ikan diikuti dengan kondisi sirip ikan yang mengalami gripis (gambar 4.1a dan 4.1b). Perlakuan C (10 mL *B. subtilis*),

G (5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*), dan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) (tabel 4.1) menunjukkan gejala sirip ekor yang mengalami pendarahan dan diikuti dengan gripis. Terjadinya gripis pada sirip ekor ini disebabkan karena adanya ekstraseluler produk berupa enzim kitinase dan lesitinase dihasilkan dalam proses patogenesis pada ikan. Kedua enzim tersebut akan merusak kultur jaringan dan menimbulkan kerusakan pada jaringan tubuh ikan, sehingga ikan yang terinfeksi bakteri tersebut akan mengalami nekrosis pada jaringan yang terinfeksi (Hardi, 2018).

Perlakuan pemberian probiotik menunjukkan bahwa sirip mulai membaik dan tidak mengalami pendarahan, namun bekas gripis pada sirip masih terlihat. Perlakuan G (5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*) setelah pemberian probiotik menunjukkan bahwa kondisi sirip ekor ikan sudah tidak mengalami pendarahan, namun masih terdapat bekas gripis, begitupun pada perlakuan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) dimana terlihat sirip ekor yang sudah tidak mengalami pendarahan dan sudah tidak terlihat adanya gripis. Sya'bani dkk. (2015) menjelaskan bahwa bakteri probiotik dapat meningkatkan mekanisme pertahanan non-spesifik pada inang sehingga berperan sebagai immunostimulan untuk mencegah serangan bakteri patogen. Lukistyowati dan Kurniasih (2011) menjelaskan bahwa pada ikan mas yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang tinggi dapat bertahan hidup, gejala klinis seperti ulcer pun berangsur-angsur membaik, dan luka yang terdapat pada bekas suntikan mulai mengecil dimana hal ini dapat terjadi karena fibrinogen keluar dari pembuluh darah dan menyebabkan timbulnya koagulasi pada jaringan dan membantu dalam

pembuatan barrier terhadap menyebarnya unsur-unsur infeksi, sehingga membangun dinding untuk wilayah yang sedang mengalami kerusakan.

Nafsu makan ikan pada perlakuan G (5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*) dan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) sudah cenderung membaik, sedangkan pada perlakuan C (10 mL *B. subtilis*) masih cenderung kurang, namun pada ketiga perlakuan tersebut ikan sudah mulai aktif kembali dimana pada awal infeksi menunjukkan kondisi ikan yang cenderung pasif. Noviana dkk. (2014) menyatakan bahwa ikan yang mengalami gangguan fisiologis (*stress*) akan mengalami penurunan nafsu makan secara drastis yang mengakibatkan terhambatnya aktivitas ikan seperti berenang dan bernafas karena kurangnya asupan nutrisi yang masuk kedalam tubuh ikan sehingga energi yang dapat digunakan juga sedikit.

4.2 Laju Pertumbuhan Ikan

Pertumbuhan merupakan proses perubahan ukuran ikan, baik dalam berat, panjang maupun volume selama periode waktu tertentu yang disebabkan karena adanya pembelahan sel otot dan tulang yang merupakan bagian terbesar dari tubuh ikan yang menyebabkan adanya penambahan berat atau panjang ikan (Mulqan dkk., 2017). Hasil pertumbuhan ikan pada penelitian ini diperoleh dari perhitungan terhadap laju pertumbuhan berat spesifik atau *specific growth rate* (SGR) dan penambahan panjang ikan (L).

4.2.1 Laju Pertumbuhan Berat Spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan spesifik atau *specific growth rate* (SGR) merupakan kecepatan pertumbuhan seiring dengan penambahan waktu dan

perlakuan C (10 mL *B. subtilis*) diperoleh nilai yang lebih rendah yakni sebesar $0.04 \pm 0.0002\%$. Pelczar dan Chan (2006) menyatakan bahwa rendahnya nilai SGR dapat disebabkan karena menurunnya sekresi enzim oleh bakteri akibat populasi bakteri yang terlalu tinggi (*overgrowth*) sehingga terjadi persaingan pertumbuhan dalam proses pengambilan nutrisi atau substrat dimana kondisi ini menyebabkan terhambatnya aktivitas bakteri di dalam saluran pencernaan yang juga mengakibatkan menurunnya pertumbuhan ikan.

Perlakuan dengan pemberian probiotik *L. acidophilus* diperoleh nilai rata-rata SGR tertinggi pada perlakuan F (10 mL *L. acidophilus*) yakni sebesar $0.1 \pm 0.0000\%$, sedangkan pada perlakuan D (5 mL *L. acidophilus*) dan E (7.5 mL *L. acidophilus*) diperoleh rata-rata nilai SGR yang lebih rendah, yakni sebesar $0.09 \pm 0.0002\%$ dan $0.08 \pm 0.0002\%$ dimana hal ini sejalan dengan pernyataan Yuriana dkk. (2017) bahwa semakin bertambahnya dosis probiotik yang diberikan maka dihasilkan pertumbuhan ikan yang lebih baik. Perlakuan kombinasi yang terdapat pada perlakuan G (5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*) dan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) diperoleh rata-rata nilai SGR masing-masing sebesar $0.14 \pm 0.0005\%$ dan $0.15 \pm 0.0004\%$, sedangkan pada perlakuan K (tanpa pemberian probiotik) diperoleh nilai rata-rata SGR yang lebih rendah dari semua perlakuan, yakni sebesar $0.03 \pm 0.0000\%$ dimana hal tersebut menunjukkan bahwa tanpa adanya penambahan probiotik maka laju pertumbuhan berat spesifik ikan pun semakin rendah.

Ezraneti dkk. (2018) menyatakan bahwa tidak adanya pemberian probiotik dapat menyebabkan rendahnya laju pertumbuhan ikan yang diakibatkan oleh rendahnya aktivitas enzim pencernaan yang dihasilkan sehingga pemanfaatan protein pakan berkurang dan menyebabkan pakan yang diberikan tidak dapat dicerna secara optimal oleh ikan. Bakteri *Lactobacillus* sp. merupakan bakteri yang memiliki kemampuan untuk menyeimbangkan mikroba saluran pencernaan sehingga dapat meningkatkan daya cerna ikan dengan mengubah karbohidrat menjadi asam laktat yang dapat menurunkan pH, sehingga merangsang produksi enzim endogenous untuk meningkatkan penyerapan nutrisi, konsumsi pakan, pertumbuhan, dan menghalangi organisme patogen. Pemberian *Lactobacillus* sp pada pakan ikan memberikan keuntungan bagi ikan karena dapat meningkatkan nafsu makan ikan, meningkatkan jumlah mikroba dalam usus, mensintesis vitamin, dan menstimulasi kekebalan tubuh (Putri dkk., 2012).

Bakteri *Bacillus* sp. merupakan bakteri yang dapat meningkatkan daya cerna ikan dimana bakteri ini mampu menghasilkan beberapa enzim seperti enzim protease, lipase dan amilase. Enzim-enzim tersebut akan membantu menghidrolisis nutrient pakan yang tersimpan (molekul kompleks), seperti karbohidrat, protein, dan lemak menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga mempermudah proses pencernaan dan penyerapan pakan dalam saluran pencernaan ikan (Sainah dkk., 2016). Enzim protease berperan untuk mencerna ikatan peptide dalam protein dan memecah protein menjadi monomer penyusunnya dan asam amino bebas, sedangkan amilase

dan lipase merupakan enzim utama yang berperan dalam pencernaan karbohidrat dan lemak (Mohapatra dkk., 2012).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai SGR tertinggi terdapat pada perlakuan H dengan pemberian probiotik kombinasi 7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus* dengan nilai rata-rata SGR sebesar $0.15 \pm 0.0004\%$. Nilai rata-rata tertinggi yang diperoleh dari perlakuan kombinasi menunjukkan adanya peran saling bersinergi antar kedua jenis bakteri, yakni *B. subtilis* dan *L. acidophilus*. Suriani (2018) menyatakan bahwa adanya perlakuan penambahan bakteri probiotik yang mengandung bakteri-bakteri menguntungkan yang bekerja berdasarkan perannya masing-masing namun saling bersinergi untuk mencapai tugas umum yakni menghasilkan berbagai macam enzim yang berfungsi untuk mempercepat proses pencernaan ikan dan menekan pertumbuhan organisme patogen dapat meningkatkan pertumbuhan ikan.

Hasil penelitian Swapna dkk. (2015), menunjukkan bahwa pada pemberian probiotik kombinasi antara *B. licheniformis* dan *L. rhamnosus* pada *Litopenaeus vannamei* selama 30 hari menunjukkan hasil perolehan nilai SGR yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan non kombinasi yakni sebesar $4.323 \pm 0.07\%$, sedangkan pada perlakuan dengan pemberian *B. licheniformis* sebesar $4.217 \pm 0.02\%$ dan pada perlakuan pemberian *L. rhamnosus* sebesar $4.269 \pm 0.07\%$. Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Sirait (2021) juga menunjukkan bahwa pada perlakuan pemberian probiotik sebanyak diperoleh nilai peningkatan berat rata-rata ikan yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol dimana pada

hydrophila, namun pada nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik (gambar 4.3) menunjukkan adanya perbedaan terhadap nilai rata-rata pertambahan panjang. Berdasarkan nilai rata-rata yang diperoleh dapat diketahui bahwa pemberian probiotik *B. subtilis* pada ikan nila yang diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* yang terdapat pada perlakuan A (5 mL *B. subtilis*) sebesar $1.2 \text{ cm} \pm 0.10 \text{ cm}$, B (7.5 mL *B. subtilis*) sebesar $1.03 \pm 0.15 \text{ cm}$, dan perlakuan C (10 mL *B. subtilis*) sebesar $1.1 \pm 0.10 \text{ cm}$. Adapun pada perlakuan dengan pemberian probiotik *L. acidophilus* diperoleh nilai rata-rata pertambahan panjang tertinggi pada perlakuan D (5 mL *L. acidophilus*) yakni sebesar $1.63 \pm 0.15 \text{ cm}$, sedangkan pada perlakuan E (7.5 mL *L. acidophilus*) dan F (10 mL *L. acidophilus*) diperoleh rata-rata nilai pertambahan panjang yang lebih rendah, yakni sebesar $1.2 \pm 0.17 \text{ cm}$ dan $1.03 \pm 0.06 \text{ cm}$.

Perlakuan pemberian probiotik *B. subtilis* ataupun *L. acidophilus* dengan konsentrasi yang lebih tinggi namun menghasilkan nilai rata-rata pertambahan panjang yang lebih rendah hal ini dapat disebabkan karena terjadinya persaingan nutrisi sebagaimana menurut Pangaribuan dkk. (2017) bahwa kepadatan bakteri yang tinggi dapat menyebabkan adanya persaingan dalam pengambilan substrat atau nutrisi yang tinggi, sehingga aktivitas menjadi terhambat. Hal lain yang dapat menyebabkan rendahnya nilai pertambahan panjang pada pemberian probiotik yang lebih banyak yakni karena jumlah bakteri probiotik yang mencapai saluran pencernaan masih sedikit dan yang berkembangbiak tidak banyak. Ezraneti dkk., (2018) menyatakan bahwa pertumbuhan ikan yang kurang baik disebabkan karena bakteri probiotik yang mencapai saluran pencernaan masih sedikit dan yang

berkembangbiak tidak banyak sehingga berpengaruh terhadap proses pencernaan dan pertumbuhan ikan. Sainah dkk (2016) menyatakan bahwa cepat tidaknya pertumbuhan ikan juga dipengaruhi oleh banyaknya protein yang dapat diserap melalui pakan dan dimanfaatkan oleh tubuh sebagai zat pembangun protein tubuh dimana protein digunakan untuk pemeliharaan aktivitas metabolisme dan pertumbuhan (Sainah dkk., 2016).

Perlakuan kombinasi yang terdapat pada perlakuan G (5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*) dan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) diperoleh nilai rata-rata pertambahan panjang masing-masing sebesar 1.43 ± 0.32 cm dan 1.17 ± 0.06 cm, sedangkan pada perlakuan K (tanpa pemberian probiotik) diperoleh nilai rata-rata pertambahan panjang yang lebih rendah dari semua perlakuan, yakni sebesar 0.77 ± 0.15 cm. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanpa adanya penambahan probiotik maka pertambahan panjang ikan pun semakin rendah. Ezraneti dkk., (2018) menyatakan bahwa tidak adanya pemberian probiotik dapat menyebabkan rendahnya laju pertumbuhan ikan yang diakibatkan oleh rendahnya aktivitas enzim pencernaan yang dihasilkan sehingga pemanfaatan protein pakan berkurang dan menyebabkan pakan yang diberikan tidak dapat dicerna secara optimal oleh ikan. Setyawan dkk., (2014) menjelaskan bahwa pemberian probiotik pada pakan akan meningkatkan daya cerna pakan dalam saluran pencernaan ikan sehingga proses absorpsi sari makanan menjadi lebih efektif dan efisien.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata pertumbuhan panjang tertinggi terdapat pada perlakuan D dengan

penambahan *L. acidophilus* 5 mL yakni sebesar 1.63 ± 0.15 cm. Yuriana dkk. (2017), menyatakan bahwa probiotik *Lactobacillus* memiliki kemampuan meningkatkan sekresi enzim proteolitik (kecernaan pakan) yang berperan merombak protein menjadi asam amino sehingga dapat terserap lebih cepat oleh usus yang mana dapat menyebabkan laju pertumbuhan ikan semakin cepat. *Lactobacillus* juga memiliki kemampuan metabolisme dalam menghasilkan asam laktat yang dapat menghasilkan kondisi asam pada usus ikan sehingga menyebabkan bakteri ini sangat efektif dalam menghambat berbagai macam mikroba pathogen penyebab penyakit. Hasil penelitian ini berlawanan dengan hasil penelitian Abrar dkk. (2019) yang menunjukkan bahwa pada pemberian probiotik dengan konsentrasi yang semakin meningkat maka dihasilkan nilai pertambahan panjang yang lebih tinggi dimana pada perlakuan pemberian probiotik pada ikan bawal air tawar (*Colossoma macroponum*) sebanyak 0.5 g/kg pakan diperoleh nilai panjang mutlak 5.53 ± 0.33 cm, 1 g/kg pakan diperoleh nilai panjang mutlak 6.49 ± 0.41 , dan 2 g/kg pakan diperoleh nilai panjang mutlak 6.91 ± 0.59 cm.

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Tarigan dan Firat (2018) juga menunjukkan bahwa pada perlakuan pemberian probiotik pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) selama 42 hari dengan pemberian probiotik sebanyak 5 mL/kg pakan diperoleh nilai pertambahan panjang sebesar 19.03 cm, 10 mL/kg pakan sebesar 21.20 cm, dan 15 mL/kg pakan sebesar 22.20 cm dimana hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian dosis probiotik yang semakin tinggi akan menghasilkan nilai pertambahan panjang yang semakin meningkat. Mahardika dkk (2017) menjelaskan bahwa laju pertumbuhan

Berdasarkan tabel 4.4 meskipun hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa perlakuan pemberian probiotik tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan berat spesifik ikan nila yang diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila*, namun pada nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik (gambar 4.4) menunjukkan adanya perbedaan terhadap nilai rata-rata SGR. Berdasarkan nilai rata-rata yang diperoleh dapat diketahui bahwa pemberian probiotik *B. subtilis* pada ikan nila yang diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* yang terdapat pada perlakuan A (5 mL *B. subtilis*) dan B (7.5 mL *B. subtilis*) berbeda dengan perlakuan C (10 mL *B. subtilis*) dimana pada perlakuan A (5 mL *B. subtilis*) dan B (7.5 mL *B. subtilis*) diperoleh nilai rata-rata kelulushidupan ikan sebesar $78 \pm 0.19\%$, sedangkan pada perlakuan C (10 mL *B. subtilis*) diperoleh nilai yang lebih tinggi yakni masing-masing sebesar $89 \pm 0.19\%$. Adapun pada perlakuan dengan pemberian probiotik *L. acidophilus* diperoleh nilai rata-rata kelulushidupan tertinggi pada perlakuan D (5 mL *L. acidophilus*) yakni sebesar $78 \pm 0.19\%$, sedangkan pada perlakuan E (7.5 mL *L. acidophilus*) dan F (10 mL *L. acidophilus*) diperoleh nilai rata-rata kelulushidupan yang lebih rendah, yakni sebesar $56 \pm 0.20\%$ dan $67 \pm 0.34\%$.

Sainah dkk. (2016) menyatakan bahwa perbedaan tingkat kelulushidupan ikan dipengaruhi oleh kemampuan ikan dalam beradaptasi. Infeksi bakteri *A. hydrophila* yang menyerang ikan dapat menyebabkan ikan *stress* hingga mengalami kematian dikarenakan sistem kekebalan tubuh ikan yang kurang mampu bertahan melawan serangan bakteri *A. hydrophila* dimana hal tersebut menunjukkan bahwa ikan tersebut tidak mengalami

proses stimulasi imunologik untuk merespon masuknya patogen dan menghambat perkembangan infeksi, sedangkan pada ikan yang masih bertahan hidup menandakan bahwa pertahanan non spesifiknya meningkat (Lukistyowati dan Kurniasih, 2011). Kelulushidupan ikan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti kualitas pakan, kualitas air, padat tebar dan parasit atau penyakit (Nasir dan Munawar, 2016).

Perlakuan kombinasi yang terdapat pada perlakuan G (5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*) dan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) diperoleh nilai rata-rata kelulushidupan sebesar $89 \pm 0.19\%$, sedangkan pada perlakuan K (tanpa pemberian probiotik) diperoleh nilai rata-rata kelulushidupan yang lebih rendah yakni sebesar $56 \pm 0.20\%$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan bakteri probiotik pada pakan ikan dapat meningkatkan kelulushidupan ikan, hal tersebut dikarenakan bakteri probiotik memiliki fungsi protektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen dalam saluran pencernaan, tentunya hal tersebut akan meningkatkan kemampuan ikan untuk melawan bakteri patogen, sehingga sistem kekebalannya pun meningkat dan ikan dapat bertahan hidup (Umasugi dkk., 2018). Agustin dkk. (2014) menyatakan bahwa bakteri asam laktat *Lactobacillus* berperan dengan cara bekerja secara anaerob menghasilkan asam laktat yang mengakibatkan turunnya pH saluran pencernaan sehingga menghalangi perkembangan dan pertumbuhan bakteri patogen, selain itu juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan ikan. *B. subtilis* juga dapat digunakan untuk meningkatkan dan memperbaiki kualitas perairan dengan cara

penyeimbangan populasi mikroba dan mengurangi jumlah patogen, mengurangi senyawa-senyawa kimia, serta meningkatkan proses pencernaan pakan sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan hewan air (Wardika dkk., 2014).

Hasil penelitian Aly dkk. (2008), menunjukkan bahwa pemberian probiotik kombinasi berupa *B. subtilis* ($0.5 \times 10^7/g$) dan *L. acidophilus* ($0.5 \times 10^7/g$) pada ikan nila selama 28 hari menunjukkan hasil terbaik bagi kelangsungan hidup ikan nila yakni sebesar 96%, sedangkan pada perlakuan pemberian *L. acidophilus* ($1 \times 10^7/g$) sebesar 90%, pemberian *B. subtilis* ($1 \times 10^7/g$) sebesar 88%, dan pada perlakuan K (tanpa pemberian probiotik) sebesar 86%. Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Sirait (2021) menunjukkan bahwa pemberian probiotik komersial terhadap ikan nila selama 56 hari diperoleh nilai rata-rata kelangsungan hidup sebesar 50% pada perlakuan pemberian probiotik 6 mL/kg pakan, sebesar 70.8% pada pemberian probiotik 12 mL/kg pakan, dan sebesar 75% pada perlakuan pemberian probiotik 15 mL/kg pakan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada pemberian probiotik dengan jumlah yang semakin tinggi maka diperoleh tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi juga, sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian probiotik menunjukkan nilai rata-rata kelangsungan hidup terendah, yakni sebesar 45.8%.

4.4 Rasio Konversi Pakan (FCR)

Rasio konversi pakan merupakan jumlah makanan yang diperlukan untuk menghasilkan suatu tambahan berat badan. Konversi pakan

pemberian probiotik *B. subtilis* pada ikan nila yang diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* yang terdapat pada perlakuan A (5 mL *B. subtilis*) berbeda dengan perlakuan B (7.5 mL *B. subtilis*) dan C (10 mL *B. subtilis*) dimana pada perlakuan A (5 mL *B. subtilis*) diperoleh nilai rata-rata rasio konversi pakan sebesar 2.03 ± 0.35 , sedangkan pada perlakuan B (7.5 mL *B. subtilis*) dan C (10 mL *B. subtilis*) diperoleh nilai rata-rata rasio konversi pakan yang lebih besar yakni 2.60 ± 0.66 dan 2.63 ± 0.32 . Perlakuan dengan pemberian probiotik *L. acidophilus* diperoleh nilai rata-rata kelulushidupan tertinggi pada perlakuan F (10 mL *L. acidophilus*) yakni sebesar 3.53 ± 0.40 , sedangkan pada perlakuan D (5 mL *L. acidophilus*) dan E (7.5 mL *L. acidophilus*) dan diperoleh nilai rata-rata rasio konversi pakan yang lebih rendah, yakni sebesar 2.07 ± 0.32 dan 2.97 ± 0.65 .

Perlakuan kombinasi yang terdapat pada perlakuan G (5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*) dan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) diperoleh nilai rata-rata rasio konversi pakan sebesar 1.03 ± 0.25 dan 1.23 ± 0.29 , sedangkan pada perlakuan K (tanpa pemberian probiotik) diperoleh nilai yang lebih tinggi, yakni sebesar 2.97 ± 0.36 . Dinas Kelautan dan Perikanan Daerah (2010) menyatakan bahwa nilai FCR yang cukup baik berkisar antara 0.8 - 1.6. Nilai konversi pakan yang tinggi menunjukkan bahwa kualitas pakan yang diberikan kurang baik, sedangkan nilai konversi pakan yang rendah menunjukkan bahwa kualitas pakan yang diberikan baik atau efektif (Shofura dkk., 2017). Sya'bani dkk., (2015) menyatakan bahwa semakin efektif pakan yang diberikan maka semakin tinggi pula nutrisi pakan yang tercerna dan semakin besar kemungkinan nutrisi tersebut

dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhannya dan menurunkan porsi nutrisi yang akan terbuang ke lingkungan. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata FCR yang masih berada pada rentang 0.8 – 1.6 yakni terdapat pada perlakuan G (5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*) sebesar 1.03 dan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) sebesar 1.23 dimana hal tersebut menunjukkan bahwa pakan yang diberikan cukup efisien.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rasio konversi pakan terbaik yang ditunjukkan dengan perolehan nilai rata-rata rasio konversi terendah yakni 1.03 ± 0.25 terdapat pada perlakuan G dengan pemberian probiotik kombinasi 5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*. Nilai rata-rata terendah yang diperoleh dari perlakuan kombinasi menunjukkan adanya peran saling bersinergi antar kedua jenis bakteri, yakni *B. subtilis* dan *L. acidophilus*. Suriani (2018) menyatakan bahwa adanya perlakuan penambahan bakteri probiotik yang mengandung bakteri-bakteri menguntungkan yang bekerja berdasarkan perannya masing-masing namun saling bersinergi untuk mencapai tugas umum yakni menghasilkan berbagai macam enzim yang berfungsi untuk mempercepat proses pencernaan ikan dan menekan pertumbuhan organisme patogen dapat meningkatkan pertumbuhan ikan. Sulawesty dkk., (2014) menyatakan bahwa kombinasi pakan yang tepat akan mendukung pertumbuhan, pencegahan infeksi, dan meningkatkan tingkat kelulushidupan.

Putri dkk. (2012) menyatakan bahwa bakteri *Lactobacillus* sp. memiliki peran dalam efisiensi pakan dengan cara menyeimbangkan mikroba saluran pencernaan sehingga dapat meningkatkan daya cerna ikan

dengan mengubah karbohidrat menjadi asam laktat yang dapat menurunkan pH, sehingga merangsang produksi enzim endogenous untuk meningkatkan penyerapan nutrisi, konsumsi pakan, pertumbuhan dan menghalangi organisme patogen. Kehadiran bakteri *Bacillus* sp. juga berperan dalam efisiensi pakan dimana *Bacillus* sp. mampu menghasilkan enzim protease, lipase, dan amilase yang berperan membantu proses hidrolisis nutrient pakan yang tersimpan (molekul kompleks) seperti karbohidrat, lemak, dan protein menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga mempermudah proses pencernaan dan penyerapan pakan dalam saluran pencernaan (Sainah dkk., 2016).

Perlakuan F (10 mL *L. acidophilus*) dimana diperoleh nilai rata-rata rasio konversi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan K (tanpa probiotik) dan sekaligus menjadi perlakuan dengan nilai rata-rata rasio konversi tertinggi yakni sebesar 3.53 ± 0.40 , hal tersebut diduga akibat tingginya populasi bakteri *L. acidophilus* sehingga menimbulkan persaingan pertumbuhan bakteri dalam pengambilan nutrisi atau substrat. Sainah dkk., (2016) menyatakan bahwa tingginya nilai FCR dapat disebabkan karena tingginya populasi bakteri sehingga menimbulkan persaingan pertumbuhan bakteri dalam pengambilan nutrisi atau substrat yang pada akhirnya menghambat aktivitas bakteri di dalam saluran pencernaan ikan, sehingga sekresi enzim untuk mencerna pakan juga menurun dan akan menyebabkan pakan kurang efisien, sedangkan pada perlakuan K (tanpa pemberian probiotik) dengan nilai rata-rata sebesar 2.97 ± 0.65 menunjukkan tingginya nilai FCR yang disebabkan karena tidak adanya penambahan bakteri

probiotik pada pakan sehingga tidak ada yang membantu proses pencernaan sehingga pakan tidak tercerna dengan optimal.

Sainah dkk. (2016) menyatakan bahwa adanya bakteri probiotik dapat menghalangi mikroorganisme patogen usus dan memperbaiki efisiensi pakan dengan melepas enzim-enzim yang membantu proses pencernaan enzim-enzim tersebut nantinya akan membantu menghidrolisis nutrient pakan yang tersimpan (molekul kompleks), seperti karbohidrat, lemak, protein menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga mempermudah proses pencernaan dan penyerapan pakan dalam saluran pencernaan ikan. Bakteri merupakan sumber protein sel tunggal, sehingga perbanyakannya bakteri dapat meningkatkan protein pakan yang apabila dimanfaatkan oleh ikan maka akan meningkat pula jumlah protein di dalam tubuhnya. Pemberian probiotik dalam pakan berpengaruh terhadap kecepatan fermentasi pakan sehingga akan sangat membantu proses penyerapan makanan dalam pencernaan ikan (Agustin dkk. 2014). Hasil penelitian Agustin dkk (2014), menunjukkan bahwa tanpa adanya pemberian probiotik diperoleh nilai konversi yang lebih tinggi yaitu sebesar 1.55, sedangkan pada perlakuan dengan pemberian probiotik komersial dihasilkan nilai konversi yang lebih rendah yaitu pada perlakuan pemberian probiotik 2.5 mL/kg pakan diperoleh nilai sebesar 1.51, perlakuan 5 mL/kg pakan diperoleh nilai sebesar 1.34, perlakuan 7.5 mL/kg pakan diperoleh nilai sebesar 1.28, 10 mL/kg pakan sebesar 1.11, dan 12.5 mL/kg pakan diperoleh nilai sebesar 1.26, hal tersebut menunjukkan adanya probiotik dapat

subtilis + 5 mL *L. acidophilus*) sebesar 27.6-29.5, perlakuan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) sebesar 27.7-29.3, dan perlakuan kontrol sebesar 27.1-29.4.

Hasil pengukuran kualitas air pada saat proses penelitian (tabel 4.6) menunjukkan bahwa kondisi air memiliki suhu berkisar 27.1 – 29.8, hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi air masih berada dalam kisaran normal untuk pemeliharaan ikan nila. Suhu optimum untuk pemeliharaan ikan nila menurut Badan Standarisasi Nasional (2009) berkisar antara 25-32°C. Nasir dan Munawar (2016) menyatakan bahwa pertumbuhan ikan dapat dipengaruhi oleh suhu atau cuaca. Pertumbuhan ikan nila akan terganggu apabila suhu habitatnya lebih rendah dari 14°C atau pada suhu tinggi yakni 38°C dan mengalami kematian pada suhu 6°C atau 42°C. Suhu air yang rendah menyebabkan nafsu makan ikan menurun, hal ini menyebabkan banyaknya sisa pakan yang menumpuk di tempat pemeliharaan dan menghambat pertumbuhannya, sedangkan suhu yang semakin meningkat akan semakin mempercepat reaksi kimia yang terjadi dan menyebabkan konsentrasi oksigen semakin menurun dimana hal ini dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme ikan (Sirait, 2021). Ikan akan lebih agresif pada siang hari dimana intensitas matahari cukup tinggi dan suhu air meningkat, sedangkan pada keadaan mendung atau malam hari dimana suhu lebih rendah ikan menjadi kurang agresif terhadap makanan (Nasir dan Munawar, 2016). Permukaan sungai dengan keadaan normal umumnya mengandung oksigen terlarut sebesar 8.2 mg/l pada suhu 26°C. Kadar oksigen terlarut dapat berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada campuran

dan pergerakan massa air, aktivitas respirasi, dan limbah (Zammi dkk., 2018).

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) yang diperoleh dari penelitian ini (tabel 4.6) yakni berkisar 7-8 dimana menunjukkan bahwa kondisi air masih berada dalam batas normal. pH optimum untuk pemeliharaan ikan nila menurut Badan Standarisasi Nasional (2009) berkisar antara 6.5-8.5. Sari dkk. (2017) menyatakan bahwa nilai pH dari suatu perairan mempunyai pengaruh sangat besar terhadap kehidupan suatu organisme. Perubahan pH yang terlalu besar dan terjadi terus menerus dapat menyebabkan lambatnya pertumbuhan, bahkan kematian ikan. pH yang rendah akan mengakibatkan aktivitas dan pernapasan ikan meningkat dan selera makan yang berkurang, selain itu juga mengakibatkan oksigen terlarut berkurang sehingga konsumsi oksigen ikan pun berkurang. pH dengan nilai > 9 bersifat racun bagi ikan, antara 5-6.5 menyebabkan terhambatnya ikan dan sangat sensitif terhadap bakteri dan parasit, 6.5-9 mengalami pertumbuhan optimal (Sirait, 2021).

Hasil pengukuran oksigen terlarut atau *Dissolve Oxygen* (DO) untuk masing-masing perlakuan adalah sebagai berikut : perlakuan A (5 mL *B. subtilis*) sebesar 6.9-7.3 mg/l, perlakuan B (7.5 mL *B. subtilis*) sebesar 6.9-7.4 mg/l, perlakuan C (10 mL *B. subtilis*) sebesar 6.8-7.3 mg/l, perlakuan D (5 mL *L. acidophilus*) sebesar 6.8-7.2 mg/l, perlakuan E (7.5 mL *L. acidophilus*) sebesar 6.9-7.3 mg/l, perlakuan F sebesar 7-7.4 mg/l, perlakuan G (5 mL *B. subtilis* + 5 mL *L. acidophilus*) sebesar 7-7.4 mg/l,

perlakuan H (7.5 mL *B. subtilis* + 7.5 mL *L. acidophilus*) sebesar 7-7.3 mg/l, dan perlakuan kontrol sebesar 6.9-7.4 mg/l.

Hasil pengukuran DO kualitas air pada saat proses penelitian (tabel 4.6) menunjukkan bahwa kondisi air memiliki DO berkisar 6.8 – 7.2 dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi air masih berada dalam batas normal. Kandungan oksigen terlarut optimum bagi ikan nila menurut Badan Standarisasi Nasional (2009) yakni $\geq 3\text{mg/L}^{-1}$, sedangkan menurut Putri dkk. (2012) kandungan oksigen terlarut di perairan yang baik bagi pertumbuhan ikan adalah tidak kurang dari 2 mg/L. A'isah dan Mardiana (2016) menyatakan bahwa kelangsungan hidup ikan sangat bergantung pada daya adaptasi ikan terhadap makanan dan lingkungan, kesehatan ikan, padat tebar, dan kualitas air yang cukup mendukung. Rendahnya kadar oksigen menyebabkan ikan *stress* dan menurunnya nafsu makan dimana hal ini berdampak terhadap lambatnya pertumbuhan ikan dan juga mengalami kematian. Nilai kadar oksigen terlarut akan semakin rendah seiring meningkatnya suhu, ketinggian, dan berkurangnya tekanan atmosfer. Pemberian aerasi dapat membantu menambah suplai kandungan oksigen terlarut di dalam air dimana hal ini dilakukan dengan memberikan aerator pada saat perlakuan (Putri, 2014).

- (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(2):1-10.
- Apriyanti, R.N. dan Desi S.R. 2016. *Akuaponik Praktis*. PT Trubus Swadaya, Depok.
- Ardita, N., Agung B., Siti L. A. S. 2015. Pertumbuhan dan Rasio Konversi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Probiotik. *Bioteknologi*. 12(1):16-21.
- Arief, M., D. K. Pertiwi dan Y. Cahyoko. 2011. Pengaruh Pemberian Pakan Buatan, Pakan Alami, dan Kombinasinya terhadap Pertumbuhan, Rasio Konservasi Pakan dan Tingkat Kelulushidupan Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 3(1):61-65.
- Arief, M. Abdul M., dan Chaesar A.P. 2016. Penambahan Papain pada Pakan Komersial Terhadap Laju Pertumbuhan, Rasio Konversi Pakan dan Kelulushidupan Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) Stadia Elver. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 8(2):67-76.
- Arief, M., Nur F. dan Sri S. 2014. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda pada Pakan Komersial Terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 6(1):49-53.
- Az-Zuhaili, W. 2013. *Tafsir Al-Munir, terj. At-Tafsiirul Munira: Fil ;Aqidah Asy-Syarri'ah Al Manhaj*. Gema Insani, Jakarta.
- Ashuri, W.C. 2016. Model Segmentasi dan Prospek Usaha Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis sp.*) di Kawasan Pertambakan Pesisir Utara Jawa Barat. *Skripsi*. Universitas Terbuka, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2009. *Produksi Ikan Nila (Oreochromis niloticus Bleeker) Kelas Pembesaran di Kolam Air Tenang*. SNI 7550:2009.
- Balai Budidaya Laut (BBL). 2003. *Penanganan Penyakit Ikan Budidaya Laut*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan, Lampung.
- Bhawiyuga, A. dan Widhi Y. 2019. Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Budidaya Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Protokol Lora. *Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer (JTIK)*. 6(1):99-106.
- BKIPM. 2019. Diakses pada 25 April 2020 <<https://kkp.go.id/bkipm/artikel/15662-hingga-akhir-2019-ekspor-perikanan-jateng-ditaksir-mencapai-44-000-ton>> (25).
- BKIPM. 2020. Diakses pada 25 April 2020 <<https://kkp.go.id/bkipm/artikel/18625-pandemi-covid-19-permintaan-produk-perikanan-jateng-tetap-meningkat>>
- Blaxhall, P.C dan Daisley K.W. 1973. Routine Haematological Fish Methods for Use with Fish Blood. *Journal of Fish of Biology*. 5(6):771-781.
- BPS. 2015. *Analisis Rumah Tangga Usaha Perikanan di Indonesia Hasil Survei Rumah Tangga Usaha Penangkapan Ikan dan survey Rumah Tangga Usaha Budidaya Ikan Tahun 2014*. BPS, Jakarta.
- Budianto dan Heny S. 2017. Aktivitas Antagonis Terhadap *Bacillus subtilis Streptococcus iniae* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Veteriner*. 18(3):409-415.

- Cahyono, B. 2001. *Budidaya Ikan di Perairan Umum*. Kanisius Media, Yogyakarta.
- Chen, R., Zhou, Z., Cao, Y., Bai, Y., & Yao, B. 2010. High Yield Expression of An AHL-Lactonase from *Bacillus sp.* B546 in *Pichia pastoris* and It's Application to Reduce *Aeromonas hydrophila* Mortality in Aquaculture. *Microbial Cell Factories*. 9:39.
- Das B.K, Nidhi R.G.N., Roy P., Muduli A.K., Swain P., Mishra S.S., Jayasankar P. 2014. Antagonistic Activity of Cellular Components of *Bacillus subtilis* AN11 Against Bacterial Pathogens. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 3(5):795-809.
- Djaenuddin, N. dan Amran M. 2015. Karakteristik Bakteri Antagonis *Bacillus subtilis* dan Potensinya Agens Pengendali Hayati Penyakit Tanaman. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Sulawesi Selatan. 2015.
- Djunaedi, A., Retno H., Rudhi P., Sri R., Retno W. A., Bintang S. 2016. Pertumbuhan ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) di Tambak dengan Pemberian Ransum Pakan dan Padat Penebaran yang Berbeda. *Jurnal Kelautan Tropis*. 19(2):131-142.
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta.
- Ezraneti, R., Erlangga, dan Erliza M. 2018. Fortifikasi Probiotik dalam Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osphronemus goramy*). *Acta Aquatica : Aquatic Sciences Journal*. 5(2):64-68.
- Farchan, M., dan Mugi M. 2011. *Dasar-Dasar Budidaya*. STP Press, Jakarta.
- Fauzan, M., Rosmaidar, Sugito, Zuhrawati, Muttaqien, Azhar. 2017. Pengaruh Tingkat Paparan Timbal (Pb) Terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jimvet*. 1(4):702-708.
- Feliatra. 2018. *Probiotik : Suatu Tinjauan Keilmuan Baru Bagi Pakan Budi Daya Peikanan*. Penerbit Kencana, Jakarta.
- Fifendy, Mades. 2017. *Mikrobiologi*. Penerbit Kencana, Depok.
- Flores, M.L. 2011. The Use of Probiotic in Aquaculture: An Overview. *International Research Journal of Microbiology*. 2(12):471-478.
- Gunawan, S. 2016. *Kupas Tuntas Budidaya & Bisnis Lele Jilid 3*. Penebar Swadaya.
- Gunawan, S. 2016. *Panduan Komplet Budi Daya Lele Di Lahan Sempit*. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Guo, J.J., K.F. Liu, S.H. Cheng, C. Chang, J.J. Lay, Y.O. Hsu, J.Y Yang dan T.Y. Chen. 2009. *Selection of Probiotic Bacteria for Use in Shrimp Larviculture Aquaculture Research*. Blackwell Publishing, USA.
- Gusrina. 2020. *Budidaya Ikan Sistem Bioflok*. Deepublish, Yogyakarta.
- Hamka (Haji Abdulmalik Abdulkarim Amrullah). 1983. *Tafsir Al-Azhar Juz VII*. Pustaka Panjimas, Jakarta.
- Hardi, E.H. 2018. *Bakteri Patogen pada Ikan Air Tawar Aeomonas hydrophila dan Pseudomonas fluorescens*. Mulawarman University Press, Samarinda.
- Haryani, A., Roffi G., Ibnu D. B., dan Ayi S. 2012. Uji Efektivitas Daun Pepaya (*Carica papaya*) pada Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3):213-220.
- Holt. J.G., Bergey D. H. 1994. *Bergey's Manual Determinative Bacteriology 9th ed.* Williamn and Wilkins Baltimore, USA.

- Ibrahem, M.D. 2015. Evolution of Probiotic in Aquatic World: Potential Effect, The Current Status in Egypt and Recent Prospective. *Journal of Advanced Research*. 6:765-791.
- Jamin dan Erlangga. 2016. Pengaruh Insektisida Golongan Organofosfat Terhadap Benih Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*, Bleeker): Analisa Histologi Hati dan Insang. *Acta Aquatica*. 3(2):46-53.
- Khairuman dan Khairul. A. 2008. *Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi*. PT AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Kordi, M. G. H. 2010. *Budidaya Ikan Nila di Kolam Terpal*. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Kordi, M. G. H. 2010. *Panduan Lengkap Memelihara Ikan Air Tawar di Kolam Terpal*. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Kordi, M. G. H. 2013. *Budidaya Nila Unggul*. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Kottelat, M.A.J., Whitten S.N., Kartikasari, dan S. Wirjoatmodjo. 1993. *Fresh Water Fishes of western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions Limited, Jakarta.
- Lukistyowati, L. dan Kurniasih. 2011. Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) yang Diberi Pakan Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) dan Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 16(1):144-160.
- Lumbanbatu, P.A. 2018. Pengaruh Pemberian Probiotik EM4 dalam Pakan Buatan dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) di Air Payau. *JOMFAPERIKA*. Diakses pada 5 Mei 2020. <<http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERIKA/article/download/21234/20545>>
- Lusiastuti, A. M., Mohammad F. U., Widanarni, dan Tri H. P. 2016. Evaluasi Pemberian Probiotik *Bacillus* pada Media Pemeliharaan Terhadap Laju Pertumbuhan dan Perubahan Histopatologi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 11 (2): 171-179.
- Madigan, M. 2005. *Brock Biology Of Microorganism*. Prentice Hall, Englewood Cliff.
- Mahardika, N.K., Sri R., dan Tita E. 2017. Performa Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan Intensitas Cahaya yang Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 6(4):130-138.
- Maisyaroh, L. A., Titik S., Alfabetian H. C. H., Fajar B., dan Tristiana Y. 2018. Penggunaan Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) Sebagai Antibakteri untuk Mengobati Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*: 2(2):36-43.
- Mangunwardoyo, W., R. Ismayasari dan E. Riani. 2010. Uji Patogenitas dan Vierulensi *Aeromonas hydrophila* Stanier pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Lin.) Melalui Postulat Koch. *J. Ristek Akuakultur*. 5(2):245 – 255.

- Mawardi, Mira. 2016. Strategi Perbaikan Kesehatan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Melalui Pemberian Fitofarmaka. *Skripsi*. Universitas Terbuka, Jakarta.
- Mohapatra, S., T. Chakraborty, A.K. Prusty, P. Das, K. Paniprasad dan K.N. Mohanta. 2012. Use of Different Microbial Probiotics in The Diet of Rohu, Laheo rohito Fingerlings: Effectson Growth, Nutrient Digestibility and Retention, Digestive Enzyme Activities and Intestinal Microflora. *Aquaculture Nutrition*. 18:1-11.
- Mulqan, M., Sayyid A.F.E.R., dan Irma D. 2017. Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 2(1):183-193.
- Mulia, D.S. 2011. Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi Bakteri *Aeromonas* sp Penyebab Penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) pada Gurami. *Sains Akuatik*. 13(2):9-17.
- Mulyadi, A.E. 2011. Pengaruh Pemberian Probiotik pada Pakan Komersil terhadap Laju Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*). *Skripsi*. Universitas Padjajaran, Bandung.
- Murniyati, F. R. Dewi dan R. Peranginangin. 2014. *Teknik Pengolahan Tepung Kalsium dari Tulang Ikan Nila*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Murtidjo, B.A. 2001. *Beberapa Metode Pembenihan Ikan Air Tawar*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Muslim, Al - Imam Al - Hafiz Abi Husain. 2005. *Shohih Muslim*. Darul Tayyibah, Riyad.
- Nelson, J.S. 1984. *Fishes of The World*. John Wiley & Sons, New York.
- Ningrum, N.E.P.H.H. 2012. Keragaan Pertumbuhan Ikan Nila Best (*Oreochromis niloticus*) Hasil Seleksi F3, F4, dan Nila Lokal. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- Novita, Hesy. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Anti *Quorum Sensing* dan Efektivitasnya Menghambat Patogenitas *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Thesis*. Institut Pertanian Boogor, Bogor.
- Nurmadinah. 2016. Studi Ciri Morfometrik dan Meristik Ikan Penja Asal Polewali Mandar dan Ikan Nike (*Awaous melanocephalus*) Asal Gorontalo. *Skripsi*. UIN Alauddin Makassar, Makassar.
- Panggabean, T. K., Ade D. S., dan Yulisman. 2016. Kualitas Air, Kelulushidupan, Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila yang Diberi Pupuk Hayati Cair pada Air Media Pemeliharaan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 4(1):67-69.
- Pelczar, M.J. dan E.C.S. Chan. 2006. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Pelczar, M.J. dan E.C.S. Chan. 2012. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Permana, N.A., Yudi C., M. Arief. 2015. Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Limbah Ikan Hiu (*Carcharhinus* sp.) terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pakan dan Survival Rate Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 7(2):199-206.

- Pratiwi, P.W. 2010. Pemanfaata Substrat Molasses dan Urea pada Produksi Biopestisida oleh Bakteri Endofit (*Pseudomonas putida*) Menggunakan Bioreaktor Kolom Gelembung. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Putri, S.A. 2014. Pemanfaatan Bakteri Heterotrof terhadap SR (*Survival Rate*) dan Laju Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) dengan Sistem Tanpa Pegantian Air. *Skripsi*. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Putri, F.S., Zahidah H., Kiki H. 2012. Pengaruh Pemberian Probiotik pada Pelet yang Mengandung Kaliandra (*Calliandraca lothyrsus*) terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). 3(4):283-291.
- Radhiyufa, M. 2011. Dinamika Fosfat dan Klorofil dengan Penebaran Ikan Nila pada Kolam Budidaya Ikan Lele Sistem Heterotrofik. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Rahmawan, M. E. A., Suminto, dan Vivi E. H. 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(4):257-264.
- Renuka, K.P., M. Venkateshwarlu, A.T. Ramachandra N. 2014. Effect of Probiotic (*Lactobacillus acidophilus*) on Haematological Parameters of *Catla catla* (Hamilton). *International Journal Current Microbiology Applied Sciences*. 3(8):326-335.
- Rukmana, Rahmat. 1997. *Ikan Nila, Budidaya dan Aspek Agribisnis*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Safri, A. N. 2012. Otentisitas Risalah Kenabian (Pluralisme dan Kemanusiaan). *ESENSIA*. 13(1):167-186
- Sainah, Adelina, dan Benny H. 2016. Penambahan Bakteri Probiotik (*Bacillus* sp) Isolasi dari Giannt River Frawn (*Macrobrachium rosenbergii*, de man) di Feed Buatan untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). *Berkala Perikanan Terubuk*. 44(2):36-50.
- Saparinto, Cahyo. 2009. *Budidaya Ikan di Kolam Terpal*. Penebar Swadaya, Depok.
- Saputra, Ibrahim, Wiwin Kusuma Atmaja Putra, dan Tri Yulianto. 2018. Tingkat Konversi dan Efisiensi Pakan Benih Ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*) dengan Frekuensi Pemberian Berbeda. *Journal of Aquaculture Science*. 3(2):170-181.
- Sari, E.T.P, Tri G., Ervina I. 2017. Pengendalian Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Ekstrak Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata*). *Jurnal Biologi Papua*. 9(2):37-42.
- Sari, I.P., Yulisman, dan Muslim. 2017. Laju Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dipelihara dalam Kolam Terpal yang Dipuaskan Secara Periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 5(1):45-55.
- Setiawati, J. E., Tarsim, Y. T. Adiputra, dan Siti H. 2013. Pengaruh Penambahan Probiotik pada Pakan dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Kelulushidupan, Efisiensi Pakan dan Retensi Protein Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *E-Jurnal Rekayasa Teknologi Budidaya Perairan*. 1(2):151-162.

- Setyawan, A.A., Seukanto, Endang W. 2014. Populasi Bakteri Asam Laktat pada Budidaya Ikan Nila yang Diberi Pakan Fermentasi Limbah Pertanian dengan Suplemen Enceng Gondok dan Probiotik. *Scripta Biologica*. 1(1):91-95.
- Shihab, M. Quraish. 2012. *Al-Lubab Makna, Tujuan, dan Pelajaran dari Sura-Surah Al-Quran*. Penerbit Lentera Hati, Tangerang.
- Shofura, Hanum, Suminto dan Diana C. 2017. Pengaruh Penambahan “PROBIO-7” pada Pakan Buatan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Benih ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. 1:10-20.
- Sirait, T.N.H. 2021. Pengaruh Pemberian Probiotik Mina Pro pada Pakan Ikan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sitorus, Sondang. 2015. Pengendalian Penyakit Infeksi Bakteri Patogen (*Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Streptococcus iniae*) pada Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Thesis*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sukenda, Muhammad M. R., Rahman, dan Dendi H. 2016. Kinerja probiotik *Bacillus* sp. pada Pendederan Benih Ikan Lele *Clarias* sp. yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 15(2):162–170.
- Suminto dan Diana C. 2015. Pengaruh Probiotik Komersial pada Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pemanfaatan Pakan, dan Kelulushidupan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) D₃₅-D₇₅. *Jurnal Saintek Perikanan*. 11(1):11-16.
- Suriani, Novia. 2018. *Aplikasi Berbagai Probiotik Komersial Bacillus spp. Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Dan Performa Pertumbuhan Benih Ikan Bandeng (Chanos chanos)*. *Skripsi*. Universitas Mataram, Mataram.
- Suryadi, R.A. 2015. *Dimensi-Dimensi Manusia : Perspektif Pendidikan Islam*. Deepublish Publisher, Yogyakarta.
- Suyanto, Rachmatan. 2010. *Pembenihan dan Pembesaran Ikan Nila*. Penebar Swadaya, Depok.
- Swapna, B., Ch. Venkatrayulu, dan A.V. Swathi. 2015. Effect of Probiotic Bacteria *Bacillus lichneformis* and *Lactobacillus rhamnosus* on growth of The Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *European Journal of Experimental Biology*. 5(11):31-36.
- Sya'bani, N., Ayi Y., Ike R., dan Angela M. L. 2015. Frekuensi Penambahan Probiotik *Bacillus* sp. dan *Staphylococcus* sp. pada Media Pemeliharaan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Untuk Ketahanan Terhadap *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 6(2):130-140.
- Tambunan, Artha Regina. 2016. Karakteristik Probiotik Berbagai Jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) pada Minuman Fermentasi Laktat Sari Buah Nanas. *Skripsi*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Tarigan, N. dan Firat M. 2019. Efektivitas Bakteri Probiotik dalam Pakan terhadap Laju Pertumbuhan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 21(2):85-92.

- Telleng, D., C. Lumenta dan R. D. Monijung. 2016. Pemanfaatan Ragi Sebagai Penyeimbang Bahan Baku Beserat Dalam Formulasi Pakan Ikan Nila. *Budidaya Perairan*. 4(2):8 – 15.
- Thaiin, Ataina. 2016 Pengaruh Pemberian Lisin pada Pakan Komersial Terhadap Retensi Energi dan Rasio Konversi Pakan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *Skripsi*. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Triana, E., dan N. Nurhidayat. 2007. Seleksi dan Identifikasi *Lactobacillus* Kandidat Probiotik Penurun Kolesterol Berdasarkan Analisis Sekuen 16s RNA. *Biota*. 12:55-60.
- Umasugi, A., Reiny A.T., Reni L.K., Henky M., Novie P.L.P., dan Elvi L.G. 2018. Penggunaan Bakteri Probiotik untuk Pencegahan Infeksi Bakteri *Streptococcus agalactiae* pada Ikan Nila, *Oreochromis niloticus*. *Budidaya Perairan*. 6(9):39-44.
- Verschuere, L., Rombaut G, Sorgeloos P, Verstraete W. 2000. Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. *J Microbio Mol Biol Rev*. 64- 655-671.
- Wardika, A.S., Suminto, dan Agung S. 2014. Pengaruh Bakteri Probiotik pada Pakan dengan Dosis Berbeda Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). 3(4):9-17.
- Waskita, M. A. 2013. Daya Antibakteri Supernatan Isolat *Bacillus subtilis* dari Tanah terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* dan *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Skripsi*. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Whitehead, N.A, J.T. Byers, P. Commander, M.J. Corbett, S.J. Coulthurst, L. Everson, A.K.P. Harris, C.L. Pemberton, N.J.L. Simpson dan H. Slater. 2002. The Regulation of Virulence in Phytopathogenic *Erwinia* species: Quorum Sensing, Antibiotics and Ecological Considerations. *Antonie van Leeuwenhoek*. 81:223–231.
- Widodo, J. dan Suadi. 2006. *Pengelolaan Perikanan Sumber Daya Perikanan Laut*. UGM Press, Yogyakarta.
- Yanuar, Vita. 2017. Pengaruh Pemberian Jenis Pakan yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Kualitas Air di Akuarium Pemeliharaan. *Ziraa'ah*. 42(2):91-99.
- Zammi, M., Atik R., Ratih R. N. 2018. Analisis Dampak Limbah Buangan Limbah Pabrik Batik di Sungai Simbangkulon Kab. Pekalongan. *Walisongo Journal of Chemistry*. 1(1):1-5.
- Zen, NAM., Edwin de Q., dan Marina S. 2015. Uji Bioaktivitas Ekstrak *Padina australis* dari Pesisir Pantai Molas Sulawesi Utara Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 2(1):34-40.