

**IDENTIFIKASI BAKTERI PENYEBAB PENYAKIT PADA BENIH IKAN
LELE (*Clarias* sp.) DENGAN BERBAGAI JENIS KOLAM BUDIDAYA**

SKRIPSI



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

Disusun Oleh :

ATHAYA LAYLI NURSABRINA

H71217025

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

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Athaya Layli Nursabrina

NIM : H71217025

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "IDENTIFIKASI BAKTERI PENYEBAB PENYAKIT PADA BENIH IKAN LELE (*Clarias* sp.) DENGAN BERBAGAI JENIS KOLAM BUDIDAYA". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya,
Yang menyatakan



Athaya Layli Nursabrina
NIM. H71217025

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh:

NAMA : ATHAYA LAYLI NURSABRINA

NIM : H71217025

JUDUL : IDENTIFIKASI BAKTERI PENYEBAB PENYAKIT PADA
BENIH IKAN LELE (*Clarias* sp.) DENGAN BERBAGAI JENIS
KOLAM BUDIDAYA

Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 29 Juni 2021

Dosen Pembimbing Utama



Saiku Rokhim, M.KKK
NIP.198612212014031001

Dosen Pembimbing Pendamping



Ita Ainun Jariyah, M.Pd
NIP.198612052019032012

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Athaya Layli Nursabrina ini telah dipertahankan di depan tim penguji
skripsi di Surabaya, 8 Juli 2021

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I



Saiku Rokhim, M.KKK
NIP.198612212014031001

Penguji II



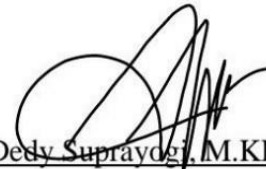
Ita Ainun Jariyah, M.Pd
NIP.198612052019032012

Penguji III



Misbakhul Munir, S.Si., M. Kes
NIP.198107252014031002

Penguji IV



Dedy Suprayogi, M.KL
NIP.198512112014031002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Evi Fatmatur 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 : Athaya Layli Nursabrina
NIM : H71217025
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ BIOLOGI
E-mail address : athaya.layli@yahoo.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 :

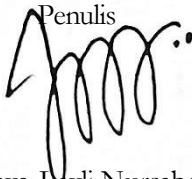
IDENTIFIKASI BAKTERI PENYEBAB PENYAKIT PADA BENIH IKAN
LELE (*Clarias* sp.) DENGAN BERBAGAI JENIS KOLAM BUDIDAYA

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, 29 Juni 2021

Penulis

(Athaya Layli Nursabrina)

ekonomi hingga memberi peluang kerja bagi masyarakatnya. Negara Indonesia adalah negara dengan potensi yang tinggi untuk kegiatan budidaya. Hal ini dikarenakan Indonesia memiliki wilayah luas yang cocok digunakan sebagai tempat melakukan budidaya perairan. Luas wilayah tersebut mencapai 7.231.039 ha, di mana wilayah tersebut terbagi atas 52,2% budidaya laut, 16,9% budidaya air payau dan 30,8% budidaya air tawar (FAO, 2006).

Melakukan usaha budidaya tentu tidak selalu mudah, sering kali terjadi beberapa hal yang dapat menghambat jalannya budidaya tersebut, di antara hal-hal yang dapat menjadi penghambat tersebut ialah ketika ikan yang dibudidayakan terjangkit oleh penyakit yang disebabkan oleh serangan bakteri, jamur, protozoa, virus, parasit ataupun faktor-faktor lainnya. Penyakit pada ikan dapat dibedakan menjadi penyakit infeksi dan penyakit non-infeksi. Penyakit infeksi adalah penyakit yang disebabkan oleh agen-agen mikroorganisme yang telah disebutkan di atas, sedangkan penyakit non-infeksi adalah penyakit pada ikan yang timbul akibat adanya faktor dari luar seperti faktor lingkungan dan pakan yang diberikan. Penyakit yang ditemukan pada ikan dapat menular pada ikan lainnya melalui kontak langsung antar ikan yang sehat dan yang sakit, antar ikan sehat dengan bangkai ikan yang terserang penyakit, adanya pemindahan ikan dari tempat budidaya yang terjangkit ke tempat budidaya baru yang tidak terjangkit dan dapat melalui air kolam yang digunakan dalam budidaya perikanan tersebut (Jasmanindar, 2011). Permasalahan mengenai adanya penyakit pada ikan budidaya perairan ini tentunya akan menimbulkan efek yang besar bagi para pembudidaya, karena

penyakit dapat menimbulkan kematian dan akhirnya memberi kerugian bagi pembudidaya.

Penyakit infeksi pada ikan lebih sering ditemukan dalam budidaya perairan jika dibandingkan dengan penyakit non-infeksi, timbulnya masalah ini dapat mengakibatkan kerugian bagi pembudidaya. Penyakit infeksi ini paling banyak diakibatkan oleh keberadaan bakteri patogen. Pada beberapa kasus penelitian yang mengkaji tentang bakteri patogen sebagai agen pembawa penyakit pada ikan air tawar, khususnya ikan lele ialah bakteri dari genus *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Vibrio* dan *Edwardsiella*. Ikan yang terinfeksi penyakit akan memperlihatkan beberapa gejala umum seperti kondisi ikan yang mulai melemah sehingga tidak dapat bergerak aktif, warna ikan yang menjadi pucat, pergerakan yang tidak wajar, ikan kehilangan nafsu makan dan bila sampai pada tahap yang parah, dapat menimbulkan luka atau rusak pada beberapa bagian tubuh atau organ ikan. Bakteri jenis *Aeromonas caviae* merupakan salah satu jenis bakteri mematikan dalam kasus budidaya perairan (Suwarno, 2014).

Kandungan protein yang tinggi dalam ikan menjadikannya sebagai salah satu bahan pangan yang sangat banyak diminati oleh masyarakat, sehingga untuk memenuhi kebutuhan masyarakat perlu dilakukan sebuah usaha. Usaha budidaya ikan adalah solusi yang dinilai cocok dan efektif sebagai upaya memenuhi permintaan ikan di pasaran. Jenis pakan yang diberikan pada ikan hingga kondisi lingkungan di sekitar tempat budidaya harus diperhatikan, karena hal tersebut nantinya dapat mempengaruhi kualitas

dari produk yang dihasilkan, yang kemudian akan mempengaruhi jumlah keuntungan pembudidaya (Syamsunarno dan Sunarno, 2016).

Sebagai negara dengan tingkat konsumen produk perikanan yang terbilang tinggi, Indonesia juga merupakan negara dengan potensi pemasaran berbagai produk lokal termasuk produk perikanan, hal ini yang kemudian menjadi dasar bagi perkembangan Indonesia di pasar negara lain. Pemasaran suatu produk merupakan sebuah hal yang perlu diperhatikan, terutama bila produk yang dipasarkan adalah produk dengan jumlah peminat yang tinggi, misalnya ikan lele. Menurut Triyanti dan Shafitri (2012), proses pemasaran ikan lele harus dilakukan dengan teliti dan dengan memperhatikan aspek-aspek penting di dalamnya, terutama kualitas ikan yang dapat mempengaruhi nilai keuntungan dalam pemasaran tersebut, baik dalam pasar nasional maupun internasional.

Ikan lele merupakan salah satu ikan air tawar yang banyak diminati sebagai ikan budidaya, hal ini sejalan dengan pendapat Sitio dkk. (2017), bahwa penyebab dari keberadaan pembudidaya ikan lele yang melonjak, yaitu karena kegiatan budidaya ikan lele ini memiliki banyak kelebihan untuk orang-orang yang membudidayakannya, di antara kelebihan tersebut ialah tingkat pertumbuhan dan perkembangbiakan ikan yang relatif cepat dan juga karena kemampuan ikan dalam beradaptasi pada lingkungan barunya walaupun memiliki banyak perbedaan dari lingkungan sebelumnya.

Jumlah permintaan ikan lele terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, yang berarti jumlah produksi ikan lele juga akan terus meningkat. Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (2018), bahwa

jumlah rata-rata peningkatan produksi ikan lele pada tahun 2015-2018 adalah sebesar 56,32%. Pada tahun 2017-2018 produksi ikan lele dengan jumlah 841,75 ribu ton naik menjadi 1,81 juta ton atau mengalami peningkatan hingga 114,82%. Hasil ini menunjukkan bahwa jumlah peningkatan produksi ikan lele adalah yang paling tinggi jika dibandingkan dengan ikan budidaya lainnya.

Ikan lele disebut sebagai salah satu jenis ikan air tawar di Indonesia yang paling tinggi jumlah peminatnya dan berperan penting dalam aspek perkembangan dunia akuakultur. Di Indonesia sendiri telah diidentifikasi sekitar 16 jenis ikan lele lokal yang umum dibudidayakan dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Salah satu yang paling umum ialah ikan lele dengan jenis *Clarias batrachus* dan *Clarias meladerma*. Namun, dalam Iswanto (2013) disebutkan bahwa jenis-jenis ikan lele lokal pada umumnya tidak toleran pada patogen yang dapat menyebabkan timbulnya penyakit pada ikan serta memiliki laju pertumbuhan yang relatif rendah sehingga menjadi suatu permasalahan dalam suatu kegiatan budidaya perairan air tawar.

Berbagai faktor dan kendala ditemukan dalam pembudidayaan ikan lele, di antaranya yaitu jumlah produksi benih ikan lele yang belum bisa memenuhi jumlah permintaan yang tinggi setiap tahunnya serta beberapa faktor lingkungan, yang pada akhirnya akan mempengaruhi hasil produksi ikan lele baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Menurut Herpher dan Pruginin (1981), menaikkan jumlah kepadatan ikan yang dinilai efektif untuk meningkatkan jumlah produksi ikan, akan menghasilkan produk yang baik dan berkualitas, apabila didukung dengan kondisi lingkungan dan jenis pakan yang sesuai. Namun, kepadatan penebaran benih yang terlalu tinggi akan

mengakibatkan terjadinya peningkatan buangan metabolisme tubuh dan juga terjadi peningkatan jumlah konsumsi oksigen yang menyebabkan ikan berebut oksigen sehingga dapat mempengaruhi kualitas air. Kualitas air yang jelek akhirnya akan menyebabkan pertumbuhan dan jumlah produksi ikan menurun, hal ini karena kualitas air yang tidak baik dapat membuat ikan menjadi stress hingga mengalami kematian.

Beberapa faktor di atas dapat memicu kehadiran dan pertumbuhan bakteri-bakteri patogen pada ikan budidaya, sehingga akan menyebabkan ikan terinfeksi penyakit. Menurut Suwarno dkk. (2014) penyakit infeksi pada ikan yang disebabkan oleh bakteri biasanya juga didukung oleh beberapa kondisi lingkungan seperti, keadaan kolam, kepadatan penyebaran benih ikan, kualitas air, pakan yang diberi dan beberapa faktor lainnya. Sehingga, selain peranan bakteri sebagai agen yang dapat menimbulkan penyakit pada ikan lele, perlu juga dilakukan penyelidikan mengenai faktor lain yang mendukung timbulnya penyakit pada ikan lele yang dibudidayakan.

Mikroorganisme yang disebutkan sebagai salah satu agen penyebab penyakit infeksi pada ikan, di alam semesta ini tidak seluruhnya bersifat merugikan. Banyak mikroorganisme yang juga memiliki manfaat bila ilmunya dikaji lebih dalam lagi. Hal ini telah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah Al-Baqarah ayat 29, bahwa segala sesuatu yang telah Allah SWT. ciptakan di muka bumi ini pasti memiliki manfaat masing-masing, tinggal bagaimana kita, manusia mengkajinya lebih jauh. Selain itu, pada Surah Ali Imran ayat 191 juga dijelaskan bagaimana Allah SWT. telah menciptakan langit dan bumi serta

isinya tidaklah sia-sia, semuanya memiliki manfaat masing-masing. Firman Allah SWT. dalam surah Al- Baqarah Ayat 29 adalah sebagai berikut :

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ ۗ
وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya : *Dialah Allah yang menjadikan segala sesuatu yang ada di muka bumi untuk kamu, dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu (Q.S. Al- Baqarah : 29).*

Berdasarkan tafsir dari al-Jalalayn, (*Dialah yang telah menciptakan bagimu segala sesuatu yang terdapat di muka bumi*) yaitu Allah sebagai Dzat yang telah menciptakan segala sesuatu yang terdapat di muka bumi beserta segala isinya agar kita manusia dapat memperoleh manfaat dan mengambil perbandingan darinya, (*kemudian Dia hendak menciptakan*) yang berarti setelah menciptakan bumi, Dia bermaksud hendak menciptakan pula (*langit, maka dijadikan-Nya langit itu*) “hunna” sebagai kata ganti benda yang dimaksud adalah langit tersebut. Maksud dari hal ini adalah dijadikan-Nya, sebagaimana pada ayat lain “faqadhaahunna” berarti maka ditetapkan-Nya meraka, (*tujuh langit dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu*) dikemukakan secara mujmal (ringkas) atau secara mufassshal (terinci), yang berarti, “Tidakkah Allah yang mampu menciptakan semua itu dari mula pertama, padahal Dia lebih besar dan lebih hebat daripada kamu, akan mampu pula menghidupkan kamu kembali?”

Dari ayat di atas dapat dipahami bahwa Allah SWT. merupakan Dzat yang telah menciptakan segala sesuatu di muka bumi ini beserta segala isinya dan juga tujuh langit akan kehendak-Nya, agar kita manusia dapat mengambil

manfaat darinya. Segala sesuatu termasuk mikroorganisme yang telah diciptakan-Nya di muka bumi ini dapat memberikan manfaat yang luar biasa bila dikaji lebih jauh. Jadi dari segala penciptaan-Nya kita wajib mengambil manfaat dari hal tersebut dengan tujuan agar kita menjadi hamba-Nya yang selalu bersyukur atas segala yang telah diciptakan-Nya dan berikan-Nya kepada kita. Hal ini juga mengingatkan kita kembali, bahwa Allah merupakan Dzat yang Maha Mengetahui segala sesuatu, karena Dialah Sang Pencipta.

Sedangkan Firman Allah SWT. dalam surah Ali Imran ayat 191 adalah sebagai berikut:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ
رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ قِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya : (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata) : “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka” (Q.S. Ali Imran : 191).

Berdasarkan tafsir dari Quraish Shihab dalam tafsir Al-mishbah bahwa, telah menjadi ciri dari Ulul Albab untuk selalu merenungkan keagungan dan juga kebesaran Allah dalam hati mereka di mana pun mereka berada, baik dalam keadaan mereka sedang duduk, berdiri bahkan hingga berbaring. Mereka selalu merenungkan tentang penciptaan langit dan bumi serta segala keunikan yang terdapat di dalamnya sambil berkata : “Tuhanku, tiadalah Engkau menciptakan jagat ini tanpa ada hikmah yang telah Engkau tentukan di balik itu. Engkau tersucikan dari sifat-sifat serba kurang, bahkan ciptaan-Mu itu sendiri adalah bukti dari kekuasaan dan hikmah-Mu. Hindarkanlah kami dari siksa neraka dan berilah kami Taufik untuk menaati

segala perintah-Mu”.

Pada ayat ini, dijelaskan bahwa satu-satunya Dzat yang menciptakan segala sesuatu seperti langit, bumi dengan seisinya dan seluruh alam semesta ini adalah Allah SWT. dengan maksud agar dapat diambil manfaat darinya, baik itu dari hewan, tumbuhan hingga mikroorganisme. Segala sesuatu yang diciptakan-Nya tidak ada satupun yang sia-sia, tinggal bagaimana kita memanfaatkannya dengan baik. Salah satu ciptaan-Nya ialah mikroorganisme yang memiliki ukuran yang sangat kecil dan membutuhkan bantuan mikroskop untuk melihatnya, namun sangat banyak manfaat yang dapat diberikan bagi lingkungan dan juga makhluk hidup lainnya. Pengkajian ilmu mengenai kehidupan dan manfaat yang dapat diberikan oleh mikroorganisme ini dapat digunakan sebagai sumber ilmu pengetahuan. Selain itu, mengkajinya juga dapat membuat kita bisa lebih mensyukuri lagi nikmat Allah SWT. serta menerapkan ilmu tersebut dalam kehidupan, sehingga dapat memberikan hasil yang positif bagi lingkungan dan makhluk hidup lainnya.

Budidaya perairan dengan kasus benih ikan lele terinfeksi penyakit, disebabkan oleh keberadaan bakteri patogen di dalam tubuh ikan yang dapat berasal dari ikan lain, lingkungan, pakan atau media lainnya. Sebelumnya, telah dilakukan penelitian oleh Jasmanindar (2011) mengenai prevalensi parasit dan penyakit pada ikan air tawar yang dibudidayakan di Kabupaten Kupang, dalam penelitiannya disebutkan bahwa pada kolam-kolam sampel, belum banyak manajemen kesehatan ikan yang ditemukan, sehingga presentase jumlah prevalensi penyakit ikan yang ditemukan cukup tinggi, yaitu sebesar 66,7%. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan bakteri

patogen pada benih lele dalam berbagai macam jenis kolam budidaya dari segi teknik pembudidayaan yang berbeda. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi banyaknya jumlah ikan lele sebagai ikan konsumsi yang terserang penyakit dan meminimalisir kerugian pembudidayanya.

Selain itu, penelitian mengenai identifikasi bakteri patogen pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di lokasi budidaya ikan air tawar sebelumnya juga sudah pernah dilakukan oleh Manurung dan Susantie (2017), tepatnya di Kabupaten Kepulauan Sangihe, dengan hasil identifikasi yang didapatkan di antaranya adalah bakteri jenis *Aeromonas hydrophilla*, *Corynebacterium* sp., *Enterobacteria* sp., *Listeria* sp., *Pseudomonas* sp., *Plesiomonas* sp. dan *Kurtiha* sp.. Penelitian mengenai ikan air tawar lainnya dilakukan oleh Khumaidi dan Hidayat (2018) yang mengidentifikasi penyebab kematian massal ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) di sentra budidaya ikan gurame Desa Beji, Kecamatan Kedung Banteng, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, dan hasil identifikasi patogen pada ikan gurame yang ditemukan ialah adanya infeksi dari bakteri, jamur dan parasit, dengan jenis bakteri yang ditemukan adalah *Aeromonas hydrophila* dan *Aeromonas sobria*.

Proses penelitian ini didasarkan pada kegiatan observasi terhadap berbagai jenis kolam budidaya atau kolam pemijahan benih ikan lele (*Clarias* sp.) yang ditemukan di beberapa titik di daerah Sidoarjo, Jawa Timur dengan suhu udara dan iklim yang masih sama untuk masing-masing tempat budidaya. Setiap kolam tempat pengambilan sampel memiliki ukuran dan sistem yang berbeda, namun memiliki jumlah penebaran benih yang sama di masing-masing kolam. Pengambilan sampel dilakukan dengan secara random

pada masing-masing kolam. Kondisi lingkungan yang berbeda untuk setiap tempat budidaya dan sistem budidaya yang digunakan pembudidaya juga dapat menjadi faktor terjadinya infeksi bakteri penyakit pada benih ikan lele.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Apa saja jenis bakteri patogen yang ditemukan pada benih ikan lele (*Clarias* sp.) pada berbagai jenis kolam budidaya yang berbeda?
- b. Bagaimana gambaran jumlah bakteri patogen berdasarkan sifat patogenisitasnya yang ditemukan pada benih ikan lele (*Clarias* sp.) dari berbagai jenis kolam budidaya?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui jenis bakteri patogen yang ditemukan pada benih ikan lele (*Clarias* sp.) pada berbagai jenis kolam budidaya yang berbeda.
- b. Mengetahui gambaran jumlah bakteri patogen berdasarkan sifat patogenisitasnya yang ditemukan pada benih ikan lele (*Clarias* sp.) dari berbagai jenis kolam budidaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi mengenai jenis bakteri patogen yang menyebabkan penyakit pada ikan lele (*Clarias* sp.) dalam usaha budidaya. Selain itu, juga diharapkan dapat memberi informasi mengenai peranan jenis kolam serta sistem yang digunakan dalam budidaya terhadap bakteri penyebab penyakit yang menyerang ikan lele (*Clarias* sp.) yang dibudidayakan. Hasil penelitian ini, nantinya diharapkan dapat mengurangi jumlah ikan lele konsumsi yang terserang penyakit dan

menjadikannya sebagai ikan konsumsi dengan banyak nilai gizi dan juga diharapkan dapat mengurangi kerugian pembudidaya dalam hal ekonomi.

1.5 Batasan Penelitian

Berdasarkan penjelasan di atas, maka batasan masalah dalam penelitian ini di antaranya ialah :

- a. Ikan lele yang digunakan dalam penelitian ini berupa benih ikan lele yang memiliki usia budidaya yang sama dengan ukuran panjang benih berkisar antara 3-5 cm.
- b. Jenis ikan lele yang digunakan sebagai sampel adalah *Clarias* sp.
- c. Jenis kolam yang dijadikan objek dalam penelitian ini adalah kolam terpal, kolam tanah, kolam semen, kolam bioflok dan kolam HDPE (*High Density Polyethylene*).
- d. Lokasi pengambilan sampel benih ikan lele dilakukan di daerah Sidoarjo, Jawa Timur.

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى
الْفُلُكَ مَوَاجِرَ فِيهِ وَلِيَبْتَلِيَكُمْ فِيهِ وَلِيَتَّبِعُوا مِنْ فَضْلِهِ وَأَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artinya : *Dan Dialah Allah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daripadanya daging yang segar (ikan), agar kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-Nya, dan supaya kamu bersyukur (Q.S. An-Nahl : 14).*

Berdasarkan ayat di atas, Quraish Shihab telah menafsirkan bahwa Dialah Allah Dzat yang telah menundukkan lautan untuk melayani kepentingan kalian, manusia. Kalian dapat menangkap ikan-ikan di dalamnya kemudian menyantap dagingnya yang segar. Dari situ kalian juga dapat mengeluarkan permata dan merjan sebagai perhiasan yang kalian kenakan. Kamu lihat, wahai orang yang menalar dan merenung, bahtera yang berlayar mengarungi lautan dengan membawa barang-barang dan juga bahan makanan, Allah menundukkan itu agar kalian ambil manfaatnya dengan mencari rezeki yang telah dikaruniakan-Nya melalui kegiatan berniaga dan kegiatan lainnya. Dan juga agar kalian bersyukur atas apa yang telah Allah berikan dan tundukkan untuk melayani kepentingan kalian.

Ayat tersebut menjelaskan bagaimana Allah SWT. telah menciptakan lautan serta segala isinya agar kita dapat memanfaatkannya dengan memakan daging ikan hingga memanfaatkan permata yang dihasilkan untuk dijadikan perhiasan. Melalui kuasa penciptaan-Nya ini, kita dianjurkan agar selalu bersyukur atas segala sesuatu yang telah Allah berikan, sehingga melalui hal-hal tersebut kita dapat memperoleh rezeki yang telah Allah karuniai kepada kita dengan melakukan usaha seperti perniagaan atau usaha-usaha lainnya.

Spesies : *Clarias* sp.

Menurut Afifi (2014), karakteristik dari ikan lele (*Clarias* sp.) yaitu memiliki kepala yang cembung dengan tulang kepala yang keras dan memiliki struktur jelas yang tertutupi oleh kulit yang tebal, berbentuk dorsal, di bagian dorsolaterali kepalanya terdapat sepasang mata kecil berbentuk bulat ovoid. Selain itu, ikan ini memiliki 68-79 sirip punggung, 5-6 sirip perut, 9-10 sirip dada, 50-60 sirip anal dan 4 pasang sungut dengan 1 pasang di antaranya memiliki ukuran yang lebih besar dan panjang. Terdapat alat pernafasan tambahan pada ikan lele, alat pernafasan ini berwarna merah dan bentuknya menyerupai tajuk pohon rimbun yang dipenuhi dengan kapiler darah. Alat ini terletak di bagian belakang rongga insang dan berfungsi untuk mengambil oksigen di udara.

Selain itu, morfologi ikan lele pada bagian kepala atas dan bawah ditutupi oleh tulang pelat, tulang ini berbentuk seperti rongga di atas insang yang di dalamnya terdapat alat pernafasan tambahan. Alat pernafasan tambahan ini terhubung dengan busur antara insang kedua dan insang keempat. Mulut pada ikan lele terletak pada ujung moncong (terminal) kepala lele dan ada tambahan 4 sungut di sekitar moncong. Sirip ikan lele terpisah antara sirip punggung dan sirip analnya, sirip di bagian perut bahkan memiliki panjang hingga mencapai sirip anal, dengan bentuk sirip yang membulat. Terdapat dua tempat lubang hidung pada tubuh ikan lele, lubang pertama yaitu lubang hidung yang terletak di bagian depan berupa tabung pendek di daerah belakang bibir atas, lubang hidung kedua terdapat di bagian belakang sulut nasal berupa celah yang berbentuk lingkaran (Kordi dan

Ghufron, 2010).

Habitat ikan lele umumnya berada di perairan tawar dengan kekuatan arus yang pelan atau menggenang seperti rawa, telaga, waduk bahkan pada genangan air sawah. Ikan lele dapat hidup dengan baik pada berbagai kondisi lingkungan karena sifatnya yang mudah beradaptasi, bahkan ikan ini dapat hidup di lingkungan dengan kondisi air yang kurang baik sekalipun, namun masih dalam kondisi yang bisa di toleransi. Hal ini yang menjadikan ikan ini sangat banyak dibudidayakan, sehingga pembudidayaan ikan lele ini banyak dilakukan di berbagai jenis media seperti kolam tanah, kolam semen hingga kolam yang dilapisi plastik atau terpal yang menggambarkan bahwa kegiatan budidaya ikan lele ini relatif mudah dilakukan dan tidak perlu menggunakan banyak biaya dalam pelaksanaannya (Afifi, 2014).

Ikan lele sudah banyak tersebar di berbagai daerah di Indonesia dan sudah dikenal oleh masyarakat secara luas. Ikan lele memiliki nama yang berbeda-beda di tiap daerahnya, misalnya di Aceh ikan ini disebut sebagai ikan maut, di Padang ikan ini disebut sebagai ikan kalang, di Kalimantan Selatan ikan ini disebut sebagai ikan pintet, di Makassar ikan ini disebut sebagai ikan Keling, di Bugis ikan ini disebut sebagai ikan cepi dan di Jawa Tengah ikan ini disebut sebagai ikan lindi. Tidak hanya di Indonesia, ikan lele juga tersebar luas hingga ke penjuru dunia, misalnya ikan lele di Afrika yang dikenal dengan nama ikan Mali, di Thailand dikenal dengan nama ikan plamond, di Malaysia dikenal dengan nama ikan keli, di Srilanka dikenal dengan nama guru magura dan di Jepang dikenal dengan nama ca te trang, sedangkan dalam bahasa Inggris lele adalah catfish (Saparinto, 2009).

Ikan lele memiliki banyak kelebihan sehingga membuat ikan ini banyak dibudidayakan. Beberapa kelebihan seperti yang telah dijelaskan di atas adalah pertumbuhannya yang cepat, pemeliharaannya yang relatif mudah karena sifat ikan yang mudah beradaptasi dengan lingkungannya, dapat hidup pada kondisi penebaran benih yang padat atau kondisi pada lahan yang sempit dengan penebaran benih yang tinggi. Selain itu, ikan lele juga banyak dikonsumsi masyarakat karena kandungan gizinya yang tinggi, daging yang lembut dan rasanya yang enak serta cocok di lidah masyarakat Indonesia. Berdasarkan kelebihan tersebut, banyak masyarakat Indonesia yang senang mengonsumsi ikan ini sehingga tingkat permintaan ikan ini cenderung meningkat setiap tahunnya. Hal ini yang menjadi alasan banyaknya masyarakat yang membudidayakan ikan lele ini dan menjadikannya sumber penghasilan mereka (Banjarnahor dkk., 2016).

2.2 Budidaya perairan

Budidaya perikanan merupakan salah satu usaha yang memiliki potensi besar dalam meningkatkan nilai ekonomi masyarakat Indonesia. Budidaya perairan atau disebut juga sebagai akuakultur adalah suatu usaha kegiatan pemeliharaan organisme air dengan kondisi lingkungan terkontrol. Akuakultur mencakup semua pemeliharaan flora dan fauna air secara terkontrol. Namun, bukan berupa akuarium ataupun eksperimen laboratorium. Akuakultur ini juga dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang bertujuan untuk memelihara, mengolah hingga memasarkan biota air dalam rangka mencari keuntungan (Setyono, 2004).

Di Indonesia, akuakultur umumnya disebut sebagai budidaya. Budidaya

merupakan upaya memproduksi suatu biota air dengan memberi kontrol pada keadaan lingkungan biota air tersebut. Budidaya di Indonesia terbagi menjadi dua jenis yaitu budidaya air laut yang termasuk di dalamnya ada air payau dan yang kedua adalah budidaya air tawar. Umumnya, budidaya dilakukan dalam skala yang besar dengan tujuan komersial atau mencari keuntungan. Dalam pelaksanaannya, kegiatan budidaya dilandasi oleh beberapa konsep seperti ilmu perikanan, teknik, biologi, kimia, pertanian dan ekonomi. Selain itu dalam melakukan budidaya, orang yang berperan sebagai pelaksana budidaya wajib mengetahui hal-hal yang berhubungan dengan hukum tentang pelaksanaan budidaya tersebut agar dapat mencapai keberhasilan dalam usaha budidayanya. (Setyono, 2004).

Setyono (2004) menyebutkan bahwa ada beberapa hal yang perlu dilakukan agar budidaya mencapai keberhasilan, di antaranya adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan monitoring kualitas air secara rutin
- b. Memberikan pakan yang baik dan cocok bagi biota
- c. Memberikan biota pakan dalam jumlah yang cukup, tidak kurang dan juga tidak berlebihan
- d. Melakukan penebaran benih dalam tingkat kepadatan yang normal
- e. Meminimalisir terjadinya kontak antar biota yang terjangkit penyakit dengan biota yang sehat
- f. Memindahkan dengan segera biota yang diduga terjangkit penyakit

2.2.1 Prinsip Budidaya

Prinsip budidaya dapat menentukan keberhasilan dalam pelaksanaan kegiatan budidaya tersebut. Di antara prinsip-prinsip

budidaya perairan menurut Setyono (2004). adalah sebagai berikut:

a. Kualitas air

Air merupakan media kultur atau media budidaya. Hidrogen dan oksigen merupakan dua komponen yang menyusun air. Kualitas suatu perairan dipengaruhi oleh keberadaan hidrogen dan oksigen. Namun, dibandingkan dengan oksigen, hidrogen berperan lebih banyak. Penggunaan air dalam budidaya perairan tawar umumnya diambil dari air danau, kolam, sungai dan sumur. Sedangkan untuk budidaya air laut, air yang digunakan adalah air asin yang diperoleh dari laut dan juga dapat melalui sumur yang digali dengan kedalaman tertentu hingga menemukan air asin. Penentuan kualitas air ditentukan oleh beberapa faktor berikut:

- 1) pH atau nilai keasaman air. pH optimal dalam budidaya adalah pH netral.
- 2) Alkalinitas atau kemampuan menetralkan kondisi air ketika terjadi perubahan tingkat keasaman secara drastis.
- 3) Salinitas atau konsentrasi garam yang terkandung dalam suatu perairan.
- 4) Kesadahan yaitu jumlah mineral dalam air.
- 5) DO (*Dissolved Oxygen*) atau kandungan oksigen terlarut dalam air.
- 6) Suhu atau temperatur, setiap jenis biota air yang dibudidaya memiliki temperatur yang berbeda-beda berdasarkan jenisnya.
- 7) Nutrisi dalam air yang harus dalam keadaan cukup dan stabil

untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan biota air.

b. Pompa

Pompa sangat mempengaruhi budidaya. Pompa pada budidaya berperan dalam pemberian aerasi pada kolam budidaya, sehingga jenis pompa yang dipakai harus menyesuaikan dengan kondisi kolam dan sistem kolam yang dipakai untuk budidaya. Pompa yang digunakan juga harus memenuhi standar agar dapat memberi hasil yang optimal dalam kegiatan pembudidayaan.

c. Penanganan air

Penanganan air penting untuk dilakukan karena dapat mempengaruhi kehidupan biota air yang dibudidaya. Penggunaan air dalam budidaya perairan harus memenuhi syarat pembudidayaan, seperti kondisi air yang bersih dan bebas dari keberadaan predator yang dapat membahayakan biota yang dibudidaya, selain itu, air juga harus diperhatikan agar terbebas dari partikel-partikel yang dapat masuk ke dalam sistem pernafasan ikan atau dapat merusak pompa atau mesin lain yang berada di kolam budidaya tersebut. Sehingga, solusi yang dapat diberikan ialah dengan menggunakan filter air pada kolam budidaya.

Selain penggunaan filter biasa, dapat juga digunakan biofilter yang menggunakan peranan bakteri di dalamnya dengan tujuan untuk mengurangi konsentrasi dari nutrisi berlebih yang ada di dalam air. Nutrisi yang berlebih perlu dikurangi karena air dengan kondisi nutrisi yang berlebih dapat menyebabkan terjadinya

fenomena *blooming* atau banyaknya pertumbuhan alga yang terjadi, sehingga akan mempengaruhi air dan biota air yang dibudidayakan.

Usaha selanjutnya ialah melakukan disinfeksi dan aerasi. Metode disinfeksi pada perairan telah banyak dilakukan, misalnya metode radiasi *UV* serta menambahkan klor dan juga ozonasi. Sedangkan aerasi berarti menambahkan oksigen ke dalam air kolam untuk menjaga kestabilan nilai DO dalam air dan menghindari terjadinya pertumbuhan biota air yang terhambat. Metode aerasi yang dapat dilakukan ialah dengan melakukan aerasi permukaan atau penyemprotan udara di permukaan air, difusi aerator atau penyemprotan ke dalam air dan dengan turbin aerator yang dapat mencampur udara dengan air (difusi oksigen).

Gas yang muncul pada kolam budidaya dalam jumlah berlebih dapat menjadi masalah dalam pembudidayaan karena dapat membahayakan kehidupan ikan atau biota lainnya. Gas tersebut muncul akibat kadar N_2 yang berlebih pada air kolam budidaya. Keberadaan gas tersebut perlu diatasi dengan menggunakan vakum, penambahan oksigen serta meningkatkan *mixing* pada kolam. Metode-metode tersebut akan menyebabkan gas akan naik ke permukaan lalu menguap.

d. Sistem Budidaya

Sistem budidaya dibagi menjadi tiga yaitu, sistem budidaya

terbuka, sistem budidaya semi terbuka dan sistem budidaya tertutup.

1) Sistem budidaya terbuka

Sistem budidaya terbuka merupakan penempatan biota air yang dibudidaya pada lingkungan yang terbuka seperti perairan danau atau teluk. Kelebihan dari sistem ini adalah tidak membutuhkan biaya yang banyak dan tidak memerlukan manajemen yang terlalu banyak, sedangkan kerugiannya adalah adanya organisme lain yang secara alami berada di perairan tersebut dan dapat membahayakan kehidupan biota air yang dibudidayakan, selain itu juga pertumbuhan biota yang memiliki laju pertumbuhan yang berbeda-beda.

2) Sistem budidaya semi terbuka

Sistem semi terbuka merupakan sistem yang paling banyak digunakan oleh para pembudidaya ikan. Metode sistem budidaya semi terbuka adalah pemompaan dari sumber-sumber air baik buatan maupun. Keuntungan yang sistem budidaya semi terbuka adalah pertumbuhan yang dapat dikontrol dan dalam laju yang sama, terhindar dari kehadiran organisme berbahaya dari sumber air alami, jumlah produksi lebih besar dan sistem pengairan dapat dikontrol. Sedangkan kerugiannya adalah sistem ini membutuhkan biaya yang tidak sedikit, pemeliharaan yang lebih intensif serta dapat menimbulkan stress pada ikan bila berada dalam kondisi lingkungan yang terlalu padat.

3) Sistem budidaya tertutup

Sistem tertutup berarti tidak ada proses penggantian air dalam kolam. Namun dilakukan beberapa metode khusus untuk tetap menjaga kestabilan kualitas air di kolam tersebut. Keuntungan sistem ini adalah pemilihan tempat budidaya yang mudah, laju pertumbuhan yang sama, tidak ada organisme berbahaya pada kolam karena tidak ada penggantian air serta manajemen budidaya yang dapat lebih mudah dilakukan. Kerugiannya adalah dari segi biaya yang cukup banyak karena memerlukan fasilitas untuk menjaga kualitas air serta penyakit lebih mudah tersebar bila ada biota yang telah terinfeksi penyakit.

e. Konsep biologi

Konsep biologi sangat diperlukan dalam kegiatan budidaya. Konsep biologi yang berhubungan dengan kegiatan budidaya ialah keadaan biologis tubuh biota, tanaman air, keberadaan parasit, predator, bakteri penyebab penyakit dan mikroorganisme lainnya. Pemahaman konsep-konsep biologi tersebut dapat membantu keberhasilan dalam melakukan budidaya.

2.2.2 Jenis kolam budidaya

Sistem budidaya semi terbuka adalah sistem budidaya perairan yang paling umum dilakukan dan paling banyak ditemukan di. Dalam sistem budidaya semi terbuka, terdapat macam-macam jenis kolam yang dapat digunakan, seperti adalah terpal, kolam tanah, kolam

semen, kolam bioflok dan kolam HDPE (*High Density Polyethylene*), yang beberapa di antaranya akan dijelaskan sebagai berikut :

a. Kolam terpal

Kolam terpal merupakan kolam yang dilapisi oleh terpal yang merupakan buatan pabrik dengan bagian sambungan setiap terpal dipres sehingga tidak memungkinkan terjadi kebocoran. Budidaya perairan dengan menggunakan kolam terpal yang banyak dijumpai memiliki luas 12 meter persegi dan memakai terpal berukuran 4 x 5 meter.

Teknologi budidaya dengan menggunakan terpal adalah salah satu jenis teknologi yang dapat dilakukan dengan lahan terbatas, ketersediaan air yang terbatas serta membutuhkan lahan dengan tekstur tanah berongga dan berpasir. Pembuatan kolam terpal ini dapat dilakukan di lahan seadanya, bahkan di halaman rumah sekalipun. Kolam terpal banyak digunakan untuk pembibitan ikan lele hingga berusia 2 bulan. Teknologi kolam terpal ini tidak terlalu mempermasalahkan ukuran kualitas dan kuantitas air yang pada umumnya dapat membatasi kegiatan budidaya, namun air harus tetap selalu tersedia sesuai dengan kebutuhan (Rusherlistyani dkk., 2017).

b. Kolam tanah

Budidaya perairan dengan kolam tanah umumnya menggunakan kolam berbentuk persegi panjang dengan luas 4x15x1 meter atau sekitar 60 meter persegi. Pada bagian struktur

dasar kolam terdapat *cairen* dan *catching area* untuk mempermudah dalam pemanenan dan pengeringan kolam tanah tersebut.

Tahap pertama dalam persiapan kolam ialah melakukan pengeringan kolam yang secara alami dapat dilakukan dengan sinar matahari, biasanya tahap ini memakan waktu tiga hingga lima hari. Setelah itu kolam diisi air setinggi 1 meter dan diberi pupuk biasanya pupuk yang berasal dari kotoran ayam, kemudian didiamkan lagi beberapa hari, hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemberian pupuk pada kolam tanah yang akan memicu pertumbuhan plankton pada kolam agar benih ikan lele yang akan dibudidaya pada kolam tersebut dapat memanfaatkannya sebagai makanan atau sumber nutrisi mereka.

c. Kolam semen

Kolam semen umumnya dilakukan dengan menggunakan striktur kolam yang berpetak dengan ukuran yang kecil yaitu berkisar antara 9-30 meter persegi. Ukuran kolam yang tidak terlalu besar ini dapat mempermudah pengontrolan tersebut. Kolam semen, memiliki dinding yang terbuat dari semen di sisi-sisinya, kolam ini juga dilengkapi dengan pralon air masuk (*inlet*) dan juga pralon air keluar (*outlet*). Dinding yang melengkapi kolam semen ini memiliki tinggi hingga 120 cm yang biasanya kolam tersebut akan diisi dengan air hingga ketinggian 100 cm sampai 1 m. Pada dinding kolam semen ini, biasanya dibuat lubang yang tidak terlalu besar sebagai tempat masuknya selang pralon yang berfungsi dalam

melakukan penggantian air, tepatnya sebagai tempat keluarnya atau dibuangnya air kolam ketika air akan diganti.

Penggantian air secara rutin perlu dilakukan untuk menjaga kestabilan sirkulasi oksigen terlarut dalam kolam tersebut. Kolam semen ini memiliki kelebihan dapat lebih mudah di kontrol kebersihan dan kualitas airnya, kolam dapat bertahan lama dan sangat jarang terjadi kebocoran pada kolam semen ini. Kolam semen ini banyak dipakai untuk pembudidayaan lele pada tahap pembesaran yang dilakukan secara intensif, tahap ini adalah tahap penting bagi pertumbuhan ikan lele, sehingga kualitas air dalam kolam harus sering dikontrol dan dipastikan selalu dalam keadaan yang baik (Rusherlistyani dkk., 2017).

d. Kolam bioflok

Budidaya perairan dengan teknologi bioflok merupakan teknik modern yang telah banyak dijumpai. Kolam dibuat dengan ukuran 2-3 meter dengan penambahan terpal yang diperkuat dengan tulang/rangka yang terbuat dari bambu ataupun besi. Ukuran kolam bioflok ini dapat disesuaikan dengan luas lahan yang tersedia (Rusherlistyani dkk., 2017).

Teknologi bioflok dinilai mampu meminimalisir biaya. Dalam waktu singkat, budidaya dengan kolam bioflok dapat memproduksi ikan dalam jumlah yang cukup tinggi. Keuntungan lain dari kolam bioflok adalah lahan yang dibutuhkan tidak terlalu luas. Cukup pada lahan yang kecil, kolam bioflok ini dapat dibuat. Hal ini juga

dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan serta dalam sistem ini, penggunaan air dan pemberian pakan pada ikan tidak dibutuhkan dalam jumlah yang besar. Prinsip dari sistem ini ialah peranan mikroba yang ditambahkan pada kolam budidaya dengan tujuan untuk memberikan nutrisi bagi ikan serta sebagai pengurai limbah yang dikeluarkan oleh ikan. Budidaya dengan kolam bioflok ini banyak diterapkan karena dipercaya dapat meningkatkan nilai produktivitas ikan budidaya hingga dua kali lipat (Rusherlistyani dkk., 2017).

e. Kolam HDPE (*High Density Polyethylene*)

Sistem budidaya HDPE ini juga banyak dikenal sebagai keramba jaring apung. Kolam dengan sistem HDPE ini berupa pipa yang digunakan dalam konstruksi keramba apung, karena memiliki karakteristik yang fleksibel, berdaya tahan tinggi, dan tahan terhadap dampak radiasi *UV*. Elemen struktural utama dari sistem ini ialah pipa HDPE sebagai penyusun keramba. Pipa tersebut dirakit sedemikian rupa dengan berbagai cara untuk menghasilkan keramba dengan berbagai bentuk dan ukuran. Pipa HDPE disatukan oleh serangkaian *cage* atau kurungan membentuk cincin yang merupakan struktur utama dari keramba di mana jaring ikan akan ditambahkan. Struktur ini dapat mempertahankan bentuk dan juga volume jaring melalui sistem pemberat yang dipasang di ujung bawah jaring (Cardia dan Lovatelli, 2015).

2.3 Bakteri

2.3.1 Pengertian bakteri

Bakteri adalah mikroorganisme yang termasuk kedalam kelompok prokariotik. Bakteri memiliki ukuran sangat kecil dengan struktur yang sangat sederhana jika dibandingkan organisme lain tetapi jumlahnya sangat melimpah di dunia. Bakteri pertama kali ditemukan 2 miliar tahun sebelum eukariota. Cyanobacteria adalah jenis bakteri pertama yang ditemukan. Cyanobacteria merupakan bakteri yang dapat memproduksi oksigen serta mengubah kondisi atmosfer di bumi dengan cara memperbaiki dan mengatur keberadaan nitrogen di atmosfer, sehingga bakteri ini disebut memiliki peranan yang sangat besar dalam memperbaiki atmosfer serta mengatur siklus zat yang dibutuhkan oleh organisme lainnya. Munculnya Cyanophyta menjadi awal kemunculan bakteri jenis lain dan juga munculnya eukariota yang mampu beradaptasi di kondisi ekstrem, karena pada saat itu lingkungan dalam kondisi ekstrem pula (Al-Mohanna, 2016).

Bakteri merupakan mikroorganisme dengan ukuran kurang dari 10 μm sehingga tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, untuk mengamati maupun mengidentifikasi diperlukan alat bantu berupa mikroskop. Identifikasi bakteri merupakan hal yang penting dilakukan, karena dari identifikasi dapat dilakukan klasifikasi. Adanya klasifikasi bakteri dapat memudahkan dalam memperoleh informasi mengenai sifat, siklus hidup, maupun hal lainnya yang berkaitan sehingga dapat memberi pemahaman dasar yang berhubungan seperti tentang penyakit. Oleh karena itu, mikrobiologi penting untuk terus dilakukan

pengembangan dan penelitian agar dapat membantu dalam pemecahan masalah, selain itu dapat dikembangkan pula di bidang sains dan kedokteran (Mohamad dkk, 2014).

Hingga saat ini, ada ribuan jenis bakteri di dunia ini yang telah berhasil diidentifikasi. Namun jumlah tersebut terbilang sangat kecil jika dibandingkan dengan jumlah populasi bakteri yang ada di dunia ini. Pada tahun 1970-an sampai 1980-an, dilakukan pengklasifikasian bakteri oleh para ahli. Para ahli tersebut mengelompokkan bakteri ke dalam organisme sel prokariotik baru yaitu Archeobacteria. Perbedaan karakteristik antar bakteri maupun dengan kelompok organisme lain sangatlah kecil, hal ini hanya bisa diamati melalui mikroskop electron. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengelompokan suatu jenis bakteri merupakan suatu hal yang penting. Karena perbedaan struktural untuk pengklasifikasian bakteri kadang sangat kecil, maka biasanya bakteri diklasifikasikan berdasarkan karakteristik genetik dan metaboliknya. Selain itu, karakterisasi bakteri juga dapat dilihat melalui respon suatu bakteri terhadap media (Al- Mohanna, 2016).

2.3.2 Morfologi Bakteri

Bakteri memiliki bentuk sederhana dengan menunjukkan salah satu dari tiga struktur dasar, yaitu *Bacillus* (basil) lurus dan berbentuk batang, *Coccus* (kokus) berbentuk bulat, *Spirillus* (spiral) panjang dan berbentuk heliks, juga disebut spirochetes. Ketiga bentuk bakteri ini dapat dilihat pada Gambar 2.2

2.3.3 Struktur Bakteri

Berdasarkan literatur dari Al Mohanna (2016), struktur bakteri terdiri dari dinding sel, flagela, pili, endospora, membran internal, wilayah nukleoid dan ribosom. Masing-masing struktur dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Dinding Sel

Bakteri memiliki struktur yang disebut dengan dinding sel. Dinding sel ini berperan dalam menjaga bentuk sel dan juga melindungi sel dari terjadinya pembengkakan sel yang dapat menyebabkan pecahnya sel. Komponen penyusun dinding sel ialah peptidoglikan dan jaringan molekul polisakarida. Pada dinding sel juga ditemukan lapisan gelatin tambahan dan kapsul yang mengelilingi dinding sel pada beberapa jenis bakteri (Al Mohanna, 2016).

b. Flagela

Flagela terdapat di dinding sel. Flagela bekerja menarik tubuh bakteri. Jenis-jenis flagela yang umum ditemukan pada beberapa jenis bakteri ialah flagela yang bertubuh ramping, kaku, berstruktur heliks ataupun tunggal dan terdiri dari protein flagel yang disebut flagelin. Panjang flagel pada umumnya ialah sekitar 3 μm - 12 μm dengan ketebalan hanya sekitar 10 nm- 20 nm (Al Mohanna, 2016).

c. Pili

Pili atau pilus ialah struktur rambut menyerupai flagela. Namun ukurannya lebih pendek jika dibandingkan dengan ukuran

panjang flagela. Ketebalan pili hanya mencapai 7,5 nm – 10 nm. Pili berperan dalam membantu proses penempelan sel-sel bakteri pada suatu substrat yang sesuai kemudian melakukan pertukaran informasi genetik (Al Mohanna, 2016).

d. Endospora

Endospora dibentuk ketika bakteri berada pada kondisi kekurangan atau miskin nutrisi. Endospora pada bakteri beberapa ada yang memiliki dinding yang tebal di sekitar kromosom dan sebagian kecil ada di sitoplasma. Sifat endospora ialah tahan terhadap tekanan kondisi lingkungan dan dapat berkecambah untuk menghasilkan sebuah individu baru setelah beberapa abad (Al Mohanna, 2016).

e. Membran internal

Membran internal adalah struktur bakteri yang merupakan tempat terjadinya proses invaginasi membran plasma yang juga berperan dalam proses respirasi dan fotosintesis (Al Mohanna, 2016).

f. Wilayah nukleoid

Bakteri tidak memiliki inti atau nukleoid, selain itu bakteri juga tidak mempunyai karakteristik kromosom yang kompleks. Pengkodean pada bakteri ini tidak dikodekan dalam gen melainkan dengan rantai DNA tunggal yang dijejalkan ke suatu wilayah yang disebut sebagai wilayah nukleoid (Al Mohanna, 2016).

g. Ribosom

Ribosom pada bakteri umumnya berukuran lebih kecil dibandingkan dengan eukariota, selain itu ribosom pada bakteri juga memiliki kandungan protein dan RNA yang berbeda (Al Mohanna, 2016).

2.3.4 Bakteri pada Ikan

Beberapa contoh jenis bakteri yang umum ditemukan pada ikan antara lain sebagai berikut:

a. *Micrococcus luteus*

Micrococcus luteus adalah salah satu anggota bakteri gram positif yang memiliki pigmen berwarna kuning alami, bakteri ini berasal dari lingkungan perairan dan juga ditemukan dalam mikrobiota usus ikan. Bakteri jenis ini banyak dihubungkan dengan penyakit ikan. Pada sebuah data penelitian disebutkan bahwa strain yang tidak patogen atau tidak berbahaya dari ikan ini pernah digunakan sebagai probiotik terhadap *Aeromonas salmonicida* pada ikan trout pelangi, *A. hydrophilla* pada ikan tilapia, *Vibrio harveyi* pada ikan sol senegal dan *L. anguillarum* pada ikan laut kepala emas (Chabrillon dkk., 2005).

b. *Aeromonas* sp.

Aeromonas sp. merupakan salah satu bakteri penghasil enzim dan juga toksin sebagai produk ECP atau *Extra Celluler Product* yang mana di dalamnya terjadi aktivitas homolisis dan juga protease yang bersifat berbahaya atau patogen pada ikan, sehingga ketika produk disuntikkan ke tubuh ikan, maka ikan tersebut akan

terserang penyakit dengan terjadinya perubahan jaringan tubuh hingga kematian. Bakteri ini memproduksi eksotoksin dan endotoksin. Eksotoksin terdiri atas polisakarida, lipid serta protein. Endotoksin memiliki peranan sebagai penentu tingkat patogenitas dari bakteri *Aeromonas* tersebut (Sholikhah, 2009).

c. *Pseudomonas* sp.

Pseudomonas sp. adalah salah satu jenis bakteri gram negatif dengan karakteristik berbentuk batang atau kokus serta memiliki struktur flagela yang polar. Bakteri ini merupakan tipe bakteri yang membutuhkan oksigen ketika selnya melakukan respirasi secara aerobik. Pada uji biokimia, bakteri ini umumnya positif pada uji oksidase dan uji katalase, sedangkan untuk suhu optimum pertumbuhannya adalah pada suhu 4-42°C. *Pseudomonas* sp. memiliki kemampuan menguraikan beberapa jenis senyawa organik dari yang berbentuk kompleks menjadi lebih sederhana (Suyono dan Salahudin, 2011).

2.3.5 Isolasi Bakteri

a. *Streak plate method* (metode cawan gores)

Pada metode cawan gores, jarum inokulasi yang sudah disterilkan dicelupkan ke dalam suspensi mikroorganisme yang telah diencerkan. Jamrum tersebut kemudian digoreskan pada permukaan pelat agar yang sudah dipadatkan untuk membuat serangkaian garis paralel yang tidak tumpang tindih dalam bentuk zig-zag. Proses ini dikenal sebagai goresan dan pelat yang disiapkan sebelumnya disebut

lempeng beruntun. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk mendapatkan bakteri murni dengan memisahkan koloni bakteri yang diinginkan dari sumber ia diisolasi (Varghese dan Joy, 2014).

b. *Spread plate method* (metode cawan sebar)

Metode cawan sebar digunakan untuk memisahkan antara populasi mikroba yang tercampur sehingga dapat diisolasi individu dari koloni tersebut. Pada metode ini, campuran mikroba dalam volume kecil dipindahkan ke bagian pusat agar di cawan dan akan menyebar rata dengan bantuan batang *spreader*, setelah itu dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dengan posisi cawan yang dibalik. Penyebaran pada metode ini dimaksudkan untuk sel-sel yang diisolasi kemudian dapat berkembang menjadi sebuah koloni terisolasi (Varghese dan Joy, 2014).

c. *Pour plate method* (metode cawan tuang)

Metode cawan tuang adalah metode dimana dilakukan pengenceran berseri yang selanjutnya dituang pada cawan petri yang masing-masing telah disterilkan. Hasil pengenceran yang telah di tuang pada cawan petri tersebut didinginkan hingga berada pada kisaran suhu 42 ° C - 45 ° C. Setelah dingin, pada cawan petri tersebut ditambahkan media agar dengan cara dituang dan langsung diratakan dengan menggoyang-goyangkan cawan petri hingga tersebar rata. Campuran media dan suspensi bakteri hasil pengenceran tersebut kemudian dibuarkan memadat dan kemudian diinkubasi. Setelah inkubasi, media tersebut dapat dilihat

keberadaan koloni individu dari mikroba. Koloni yang tumbuh kemudian diisolasi dan dipindah ke media kultur dalam tabung reaksi untuk membuat kultur murni. Metode cawan tuang ini banyak digunakan pada koloni bakteri yang terdapat dalam suatu suspensi (Varghese dan Joy, 2014).

2.3.6 Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri dilakukan melalui pengamatan secara makroskopis dan juga secara mikroskopis. Secara makroskopis, identifikasi dapat dilakukan melalui pengamatan morfologi koloni pada cawan seperti warna koloni, tepian dan sudut elevasi, selain itu juga dapat dilakukan uji biokimia.

Sementara itu untuk pengamatan secara mikroskopis, identifikasi dapat dilakukan melalui pengamatan menggunakan mikroskop untuk melihat warna, bentuk, dan jenis bakteri yang didasarkan pada pewarnaan gram.

a. Morfologi Koloni

Pada pengamatan morfologi koloni, mikroorganisme akan menunjukkan perbedaan secara makroskopis atau dari segi morfologi jika ditumbuhkan pada suatu media tertentu. Karakteristik tersebut dapat dijadikan salah satu cara untuk mengidentifikasi suatu kelompok mikroorganisme. Karakterisasi morfologi ini dapat didasarkan pada hal-hal berikut (Varghese dan Joy, 2014) :

- 1) Ukuran: pinpoint, sedang, kecil atau besar
- 2) Warna koloni
- 3) Bentuk koloni :

- a) circular : bulat
 - b) iregular: tidak teratur
 - c) rizoid: seperti akar
- 4) Margin, yaitu tampilan tepi luar koloni yang digambarkan sebagai berikut
- a) entire: tajam
 - b) lobate: lekukan yang ditandai
 - c) undulate: lekukan bergelombang
 - d) serrate: penampilan seperti gigi
 - e) berfilamen: seperti benang, ujung yang menyebar
- 5) Elevasi yaitu sejauh mana pertumbuhan koloni dinaikkan di permukaan digambarkan sebagai berikut
- a) *flat* (datar): ketinggian tidak dapat dilihat
 - b) *raised* (terangkat): sedikit terangkat
 - c) *convex* (cembung): elevasi berbentuk kubah
 - d) umbonat: diangkat dengan daerah pusat cembung tinggi

b. Pewarnaan Gram

Pada sebagian bakteri, peptidoglikan membentuk jaringan yang tebal dan kompleks di sekitar permukaan luar sel. Jaringan tersebut saling terkait dengan rantai peptida. Pada sebagian bakteri lain, lapisan tipis peptidoglikan ditemukan diapit di antara dua membran plasma. Pada bakteri, bagian membran dari tubuh bakteri terdapat struktur yang disebut sebagai lipopolisakarida. Dua jenis bakteri utama ini dapat diidentifikasi menggunakan proses pewarnaan yang disebut pewarnaan gram.

Pewarnaan gram digunakan untuk melihat karakteristik dari masing-masing jenis gram bakteri. Bakteri gram positif adalah jenis

- 2) Gram B : a) Iodin
b) Kalium Iodida
c) Aquades
- 3) Gram C : Alkohol 95%
- 4) Gram D : a) Safranin
b) Etanol 95 %
c) Aquades

c. Uji Biokimia

Uji biokimia bertujuan untuk mengidentifikasi jenis bakteri melalui uji O/F, LIA, TSIA, MIO, Sitrat, MR-VP, gula dan lain-lain. Beberapa pembuatan media uji biokimia dapat dilihat sebagai berikut :

1) Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*)

Pengujian TSIA dilakukan dengan menunjukkan bakteri pada medium tegak dan goresan pada medium miring, kemudian diinkubasi 24 jam. TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) dibuat dengan mencampurkan 6,5 gr ke dalam 100 ml aquades lalu dipanaskan di atas hot plate hingga mendidih sambil diaduk. Setelah mendidih, media ditutup dengan aluminium foil lalu disterilisasi dengan autoklaf. Setelah sterilisasi, media lalu didiamkan hingga suhunya turun. Setelah itu dapat dituang pada tabung reaksi yang kemudian dimiringkan dan dibiarkan selama 24 jam lalu dimasukkan ke dalam lemari pendingin (Anggraini dkk., 2016).

2) Uji O/F (Oksidatif/Fermentatif)

Uji O/F adalah uji dimana bakteri diinokulasikan dengan

cara ditusukkan pada media O/F. Media O/F dibuat dengan menimbang media O/F sebanyak 0,94 gr dan dimasukkan ke erlenmeyer yang berisi 100 ml aquades. Media kemudian dipanaskan di atas *hot plate* sambil diaduk hingga mendidih, setelah itu media ditutup aluminium foil lalu disterilisasi di autoklaf. Setelah diautoklaf, media dimasukkan ke tabung reaksi sebanyak 4 ml dan ditambahkan glukosa steril 0,1 ml didiamkan selama 24 jam lalu dimasukkan ke lemari pendingin (Anggraini dkk., 2016).

3) Uji LIA (*Lysine Iron Agar*)

Pengujian LIA dilakukan dengan cara menginokulasikan bakteri pada media dengan digores dan ditusukkan pada media. Media LIA dibuat dengan mencampurkan serbuk LIA (*Lysine Iron Agar*) 3,2 gr ke dalam aquades 100 ml kemudian dididihkan di atas *hot plate* sambil diaduk agar tercampur dengan baik. Setelah mendidih, media ditutup dengan aluminium foil lalu disterilisasi. Media yang telah steril ditunggu hingga suhunya turun, ketika dituang pada tabung reaksi, media dimiringkan lalu didiamkan 24 jam dan dimasukkan ke lemari pendingin (Anggraini dkk., 2016).

4) Uji MIO (*Motility Indole Ornithine*)

Uji Motilitas, Indol dan Ornitin dilakukan dengan menginokulasikan bakteri pada media MIO. Pembuatan media MIO dilakukan dengan cara menimbang 31 gr media MIO lalu

dicampurkan ke dalam 100 ml akuades dan dihomogenkan sambil dipanaskan di atas hot plate. Setelah itu, media disterilisasi dengan autoklaf. Media yang telah steril kemudian dimasukkan pada tabung reaksi dan dibiarkan selama 24 jam lalu dimasukkan ke dalam lemari pendingin (Anggraini dkk., 2016).

5) Uji MR-VP

Pengujian MR-VP dilakukan dengan cara bakteri diinokulasikan pada media dengan cara ditusukkan. Pembuatan media MR-VP dilakukan dengan mencampurkan 0,5 gr serbuk MR-VP ke dalam 200 ml aquades lalu dipanaskan hingga mendidih sambil terus diaduk, setelah itu media ditutup dengan aluminium foil lalu disterilkan dengan autoklaf. Setelah steril media didinginkan lalu dituang pada tabung reaksi dan dibiarkan selama 24 jam lalu dimasukkan ke lemari pendingin (Anggraini dkk., 2016).

6) Uji gula-gula

Uji gula gula dilakukan dengan menginokulasikan bakteri ke tiap gula-gula dengan cara ditusukkan lalu diinkubasi selama 24 jam. Media gula ini terdiri dari glukosa, laktosa, maltosa, manitol dan sukrosa. Media gula dibuat dengan menimbang masing-masing bahan seperti glukosa, laktosa, maltosa, manitol dan sukrosa sebanyak 1 gr lalu dimasukkan ke dalam 100 ml aquades kemudian dihomogenkan dengan cara diaduk,

kemudian ditambahkan pepton water sebanyak 1 gr. Setelah tercampur, media kemudian dipanaskan di atas hot plate hingga mendidih lalu ditutup dengan aluminium foil dan disterilisasi di autoklaf. Setelah itu, media dituang pada tabung reaksi lalu dimasukkan lemari pendingin (Putri, 2016).

2.4 Penelitian Terdahulu

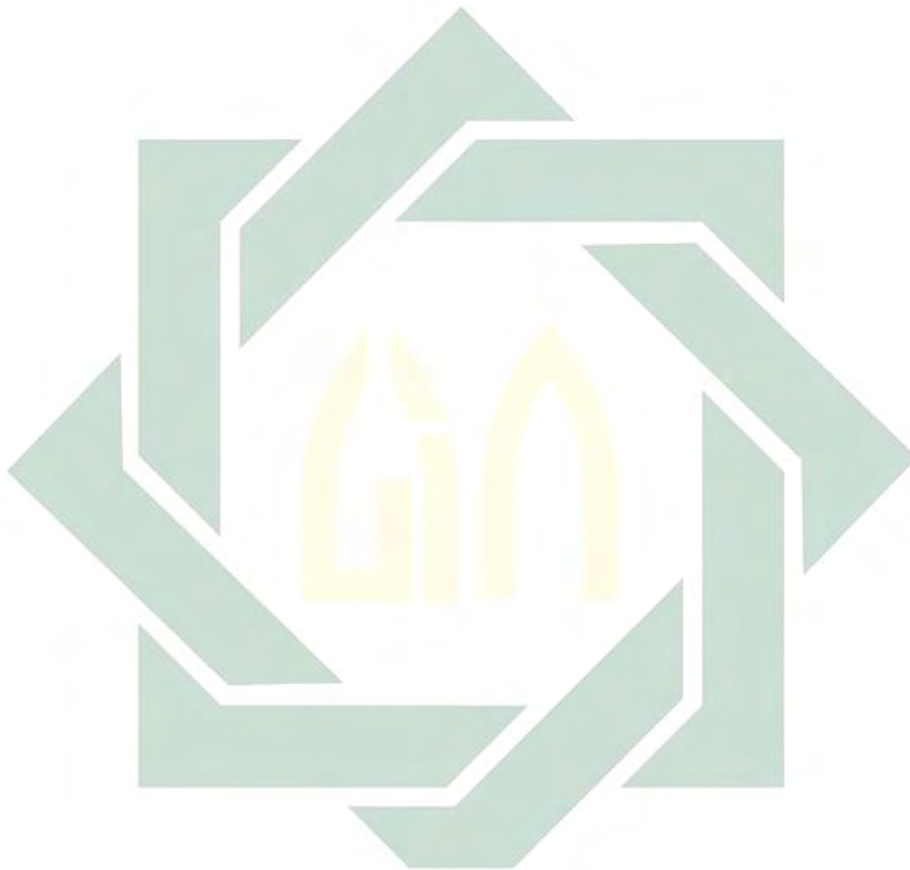
2.4.1 Hasil Penelitian Manurung dan Susantie (2017)

Pada penelitian Manurung dan Susantie (2017), sampel yang digunakan ialah ikan nila (*O. niloticus*) yang berumur dewasa dengan organ target uji adalah ginjal. Sampel diambil secara acak dari beberapa kecamatan di Kepulauan Sangihe dengan melakukan pengukuran parameter air kolam budidaya. Hasil yang didapatkan ialah bakteri jenis *Aeromonas hydrophilla*, *Corynebacterium* sp., *Enterobacteria* sp., *Listeria* sp., *Pseudomonas* sp., *Plesiomonas* sp. dan *Kurtiha* sp..

2.4.2. Hasil Penelitian Khumaidi dan Hidayat (2018)

Penelitian yang dilakukan oleh Khumaidi dan Hidayat (2018) bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kematian massal ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) di sentra budidaya ikan gurame Desa Beji, Kecamatan Kedung Banteng, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Ikan gurame yang digunakan sebagai sampel pada penelitian ini adalah ikan gurame yang menunjukkan gejala klinis terserang penyakit dengan teknik pengambilan sampel dilakukan secara acak. Hasil identifikasi patogen pada ikan gurame menunjukkan adanya infeksi dari bakteri,

jamur dan parasit, dengan jenis bakteri yang ditemukan adalah *Aeromonas hydrophila* dan *Aeromonas sobria*.



3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam proses identifikasi bakteri ini antara lain, inkubator, autoklaf, *laminary air flow*, erlenmeyer, bunsen, cawan petri, mikroskop, *object glass*, *cover glass*, tabung reaksi, jarum ose, timbangan analitik, gelas beaker, pisau, gunting, aluminium foil, kapas, kertas label, alat tulis, masker dan sarung tangan/*gloves*.

Bahan yang digunakan anantara lain ialah, sample benih ikan lele (*Clarias sp.*), media TSA (*Tryptone Soya Agar*), media TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*), media MIO (*Motility indole ornithine*), media LIA (*Lysine Iron Agar*), media O/F (oksidatif/fermentatif), media sitrat, media MRVP (*Methyl red voges proskaurt*) dan media gula (glukosa, maltosa, sukrosa, laktosa, arabinosa, dan manitol), reagen *kovac*, parafin cair, kristal violet, *iodine*, alkohol, safranin, alkohol dan akuades.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Proses pengambilan sampel dilakukan di beberapa titik desa di daerah Sidoarjo, Jawa Timur. Lokasi yang dipilih sebagai tempat pengambilan sampel memiliki kondisi lingkungan dan iklim yang sama. Izin yang diperoleh dari kelima tempat budidaya telah disepakati oleh pihak pembudidaya masing-masing tempat dengan beberapa ketentuan yang diberikan.

Titik pengambilan sampel dari kolam terpal adalah di Desa Tambakrejo, Kecamatan Waru, kolam semen dan kolam bioflok dari Desa Wage, Kecamatan Taman, kolam tanah di Desa Kemiri,

pengambilan sampel berupa larva atau benih dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (2017), yaitu jumlah sampel uji yang diambil disesuaikan dengan asumsi prevalensi yang digunakan yaitu sebesar 10 % untuk uji laboratorium, karena jumlah rata-rata benih pada kelima kolam adalah 30-50 ekor, maka jumlah sampel yang diambil adalah 3 ekor benih. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *random sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel di mana seluruh individu dalam satu populasi diberi kesempatan yang sama untuk dipilih atau diambil sebagai sampel (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2017).

Pengambilan sampel benih diupayakan dapat mewakili populasinya. Cara yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan jaring dip untuk menangkap benih dan dilakukan di beberapa titik kolam, misalnya di bagian ujung kolam, di bagian sisi kolam dan di bagian tengah kolam (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015). Sistem sirkulasi air yang digunakan pada setiap kolam ialah dengan pompa sederhana yang bertujuan untuk menjaga kualitas air setiap kolam di masing-masing tempat budidaya. Kondisi kolam yang disterilkan sebelum dilakukan penebaran benih bertujuan untuk menghindari kontaminasi dengan hal-hal yang tidak diinginkan dan menjaga kualitas bibit yang akan dibudidayakan.

3.4.3 Sterilisasi Alat dan Bahan

Semua alat serta bahan yang akan digunakan dalam pengujian bakteri atau identifikasi bakteri ini harus dalam keadaan steril.

Sterilisasi alat seperti tabung reaksi, cawan petri, erlenmeyer serta media-media yang dibutuhkan untuk uji biokimia dan media tanam bakteri TSA disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 15-20 menit. Selanjutnya bagian dalam laminary air flow (LAF) juga disterilkan dengan menyemprotkan alkohol 70% lalu menyalakan Fan pada LAF dan menyalakan lampu UV (Ultra Violet) selama 15 menit (Anggraini dkk., 2016).

3.4.4 Persiapan Media

Semua media yang akan digunakan dalam identifikasi bakteri ini disiapkan sebelumnya. Media dasar yang digunakan ialah TSA 0% untuk ikan air tawar, yang berarti tidak ada penambahan NaCl. Pembuatan media TSA (*Tryptone Soya Agar*) dilakukan dengan cara mencampurkan 4 gr TSA ke dalam 100 ml aquades di dalam erlenmeyer, kemudian dipanaskan dan disterilisasi dengan autoklaf (Yunitasari, 2017). Sedangkan untuk media yang dipakai untuk kegiatan uji biokimia yaitu media TSIA, MIO, LIA, O/F, Sitrat, MR-VP.

3.4.5 Isolasi Bakteri

Sampel benih ikan lele (*Clarias* sp.) diambil bakterinya dengan cara sampel digerus, karena ukurannya yang terlalu kecil untuk diambil organnya, lalu di ambil hasil gerusan dengan menggunakan jarum ose yang telah dipanaskan di api bunsen agar jarum ose tetap steril sebelum dipakai untuk isolasi bakteri. Hasil

gerusan kemudian digoreskan pada media TSA 0% lalu diberi label sesuai jenis ikan, nomor sampel dan tanggal jika perlu. Media TSA digunakan karena media tersebut memiliki peran sebagai penunjang pertumbuhan yang baik bagi sebagian besar bakteri (Pelczar dan Chan, 1988) Isolasi bakteri ini dilakukan di *laminary air flow* dengan tujuan agar terhindar dari kontaminasi. Isolat kemudian diinkubasi selama 24 jam di dalam inkubator dengan suhu ruang 27-30°C. Rangkaian isolasi, purifikasi dan identifikasi bakteri mengikuti standar pemeriksaan penyakit yang diterapkan di Balai Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Surabaya I, Juanda, Surabaya.

3.4.6 Pemurnian Bakteri

Pemurnian bakteri dilakukan setelah isolat diinkubasi selama 24 jam. Tujuan pemurnian ini yaitu untuk memindahkan koloni bakteri untuk dikultur murni pada media TSA 0% baru agar hasil biakan yang didapatkan lebih murni. Pemurnian dilakukan dengan mengambil sampel bakteri pada media isolat awal dengan menggunakan jarum ose yang telah disterilkan dengan api bunsen lalu di goreskan pada media TSA 0% yang baru. Pemurnian ini dilakukan di *laminary air flow*. Setelah itu, hasil pemurnian di inkubasi selama 24 jam di dalam inkubator dengan suhu 27-30°C.

3.4.7 Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri

Pengamatan morfologi koloni yang dilakukan secara langsung misalnya pengamatan warna koloni, yaitu antara warna kuning dan

krem. Selain itu juga pengamatan bentuk, tepian, dan elevasi koloni bakteri juga dapat dilakukan secara langsung. Bentuk koloni yang dapat dilihat yaitu bentuk bundar, tak beraturan serta berbentuk akar dan kompleks. Margin atau tepian koloni yaitu tajam, lobate, bergelombang, berlekuk, bergerigi dan seperti benang. Pada elevasi koloni, dapat dilihat elevasi datar, cembung, cekung dan umbonat (Varghese dan Joy, 2014).

3.4.8 Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram dilakukan dengan mengikuti standar pemeriksaan penyakit ikan yang diterapkan di Balai Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Surabaya I, Juanda, Surabaya. Proses pewarnaan gram dilakukan dengan mengambil bakteri dari isolat murni yang telah diinkubasi selama 24 jam dengan menggunakan ose yang telah dipanaskan di api bunsen, kemudian digoreskan dan diratakan pada gelas objek yang sebelumnya telah ditetesi dengan aquades. Gelas objek kemudian difiksasi hingga bakteri menempel dengan rata dan hingga aquades kering. Pewarnaan dimulai dengan meneteskan Gram A pada gelas objek lalu diratakan dan ditunggu selama 1 menit. Setelah itu, gelas objek dicuci atau dibilas dengan aquades dan dikering anginkan. Kemudian dilanjutkan dengan pewarnaan Gram B yang ditetaskan pada gelas objek lalu diratakan hingga menyebar dan ditunggu selama 1 menit, setelah itu gelas objek dicuci atau dibilas dengan aquades dan dikering anginkan. Selanjutnya adalah pewarnaan

Gram C. Gram C ditetaskan pada gelas objek lalu diratakan dan ditunggu hingga 30 detik dan dibilas dengan aquades kemudian dikering anginkan hingga kering. Pewarnaan terakhir adalah pewarnaan Gram D yang ditetaskan pada gelas objek dan diratakan lalu ditunggu hingga 2 menit kemudian dicuci dengan aquades dan dikering anginkan hingga gelas objek benar-benar kering.

Pewarnaan Gram dapat membedakan antara bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif. Teknik ini merupakan teknik yang paling sering digunakan untuk mengklasifikasikan atau identifikasi bakteri. Dalam pewarnaan Gram bakteri, preparat di amati dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 1000x. Apabila hasil yang terlihat adalah bakteri berwarna merah, maka bakteri tersebut bersifat gram negatif. Namun, bila hasil yang terlihat adalah bakteri dengan warna ungu, maka bakteri tersebut termasuk bakteri gram positif. Hal ini karena dalam pewarnaan gram, pewarna Gram A dan B yaitu kristal violet-iodine yang tidak larut terbentuk di dalam sel, dan kompleks ini diekstraksi dengan alkohol (Gram C) dari gram negatif tetapi tidak dari bakteri gram positif. Alkohol mendehidrasi bakteri gram positif, yang memiliki dinding sel sangat tebal yang terdiri dari beberapa lapisan peptidoglikan. Hal ini menyebabkan pori-pori di dinding menutup, sehingga mencegah kristal violet-iodine yang tidak larut keluar. Pada bakteri gram negatif, alkohol bereaksi menembus lapisan luar yang kaya lipid, dan lapisan peptidoglikan yang tipis juga tidak mencegah lewatnya pelarut,

dengan demikian, kompleks kristal violet-iodin mudah dihilangkan dan setelah pewarnaan Gram C dengan alkohol warnanya akan hilang dan setelah pewarnaan Gram D akan terwarnai oleh safranin yaitu berwarna merah.

Metode pewarnaan gram dapat membantu mengidentifikasi sifat patogenisitas suatu bakteri. Hal ini karena sifat bakteri yang dapat menghasilkan toksin yang dapat digolongkan menjadi dua kelompok utama yaitu eksotoksin dan endotoksin. Endotoksin merupakan komponen lipopolisakarida dinding sel dari bakteri gram negatif, namun tidak berbahaya karena komponen ini tidak secara aktif diproduksi oleh bakteri atau hanya dilepaskan ketika bakteri tersebut mengalami lisis. Sementara eksotoksin, dapat dihasilkan dan dikeluarkan dari badan bakteri gram positif dan negatif, karena itu bakteri gram positif dianggap memiliki potensi patogenisitas lebih tinggi dibandingkan bakteri gram negatif (Putri dkk., 2017)

3.4.9 Uji Biokimia

Uji Biokimia dilakukan dengan menusukkan atau menggoreskan bakteri dari kultur murni ke media uji biokimia antara lain TSIA, Sitrat, MIO, LIA, O/F, MR-VP dan gula-gula. Uji biokimia ini dilakukan dengan menggunakan jarum ose di dekat api bunsen dan dilakukan di *laminary air flow* agar tetap steril.

a. Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*)

Berdasarkan penelitian Anggraini dkk. (2016), bahwa pengujian TSIA dilakukan dengan cara menusukkan bakteri ke

- 2) Motil (-) : Pada media tidak ada persebaran (Ulfa dkk., 2016).
- 3) Indol (+) : Terbentuk cincin merah saat ditetesi reagen kovac (Ulfa dkk., 2016).
- 4) Indol (-) : Warna cincin tetap kuning (Ulfa dkk., 2016).
- 5) Ornithin (+) : Media tetap berwarna ungu (Anggraini dkk., 2016).
- 6) Ornithin (-) : Media menjadi kuning (Anggraini dkk., 2016).

d. Uji LIA (*Lysine Iron Agar*)

Berdasarkan penelitian Anggraini dkk. (2016), Pengujian LIA ini bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri mampu menguraikan lisin pada media. Uji ini dilakukan dengan cara menusukkan bakteri ke media yang tegak di bagian dasar dan menggoreskannya secara zigzag di bagian media yang miring (*slant*) lalu diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu ruang. Hasil yang di dapatkan yaitu :

- 1) Positif (+) : Media tetap berwarna ungu
- 2) Negatif (-) : Media berubah menjadi kuning

e. Uji Oksodatif/Fermentatif (O/F)

Berdasarkan penelitian Anggraini dkk. (2016), pengujian O/F dilakukan dengan menggunakan dua media O/F, pengujiannya dilakukan dengan cara menusukkan bakteri ke masing-masing media lalu diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu ruang. Hasil yang di dapatkan yaitu :

- 1) Fermentatif : Media berubah warna menjadi kuning.

Edition".

Bakteri yang telah teridentifikasi kemudian dikelompokkan berdasarkan sifat patogenesisnya yaitu kelompok *true pathogen* (patogen asli) dan *opportunist pathogen* (patogen potensial) berdasarkan dengan literatur dari Nurhidayah dan Kadriah (2014).

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian merupakan data hasil identifikasi bakteri patogen yang dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan literatur *Bailey & Scotts Diagnostic Microbiology 12th Edition* (Forbes dkk., 2007) dan *Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria 3rd Edition* (Barrow & Feltham, 1993). Berdasarkan tingkat patogenesisnya, bakteri patogen yang ditemukan selanjutnya dilakukan analisis untuk membandingkan jumlahnya pada masing-masing kolam budidaya yang dijadikan objek penelitian.

bahwa bakteri ini positif untuk motil, ornitin dan lisin (LIA), TSIA bersifat asam, uji Mr-Vp negatif, dan uji fermentasi gula berupa glukosa, sukrosa, laktosa, maltosa dan manitol positif dan gula arabinosa negatif. Sementara, karakteristik morfologi yang ditunjukkan ialah koloni berwarna krem, bulat dan tepi rata dengan elevasi flat dan dapat ditembus cahaya, hal ini sesuai dengan Ode (2012) yang menggambarkan koloni *V. cholerae* berwarna putih hingga krem, bulat, cembung serta tepi yang rata.

Klasifikasi bakteri *V. cholerae* menurut Yoon dan Waters (2019) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Filum : Proteobacteria

Kelas : Gammaproteobacteria

Ordo : Vibrionales

Famili : Vibrionaceae

Genus : *Vibrio*

Spesies: *Vibrio cholerae*

Penemuan bakteri *Vibrio* pada ikan budidaya air tawar cukup jarang terjadi jika dibandingkan dengan ikan air laut, hal ini karena habitat bakteri ini yang secara alami berasal dari air laut. Keberadaannya pada ikan budidaya air tawar dapat diakibatkan terjadinya kontaminasi dari limbah ikan laut yang digunakan sebagai komponen utama pakan buatan dari pembudidaya ikan. Bahan makanan mentah yang tidak diproduksi dengan cara yang tepat atau kondisi makanan yang rusak dapat menjadi

pemicu terjadinya kontaminasi *Vibrio* sp, sehingga peranan makanan ikan dalam kegiatan budidaya sangatlah penting (Sarter dkk., 2007).

Vibrio cholerae merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang dan cenderung melengkung, bersifat motil dengan flagella unipolar atau bipolar, termasuk dalam famili Vibrionaceae yang memiliki karakteristik yang sama dengan famili Enterobacteriaceae. *V. cholerae* ini merupakan penghuni normal lingkungan perairan dan secara alami banyak hidup di air laut. Bakteri ini mampu menerima dan mentransfer gen untuk toksin, faktor kolonisasi, resistensi antibiotik, polisakarida kapsuler yang memberi sifat resistensi terhadap klorin dan surface antigen (Momba dan El-Liethy, 2017).

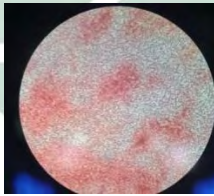
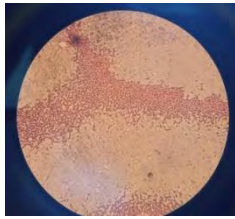
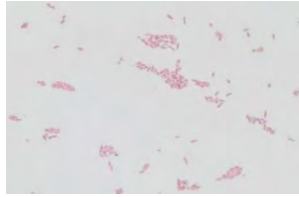
Pada penelitian Norshafawati dkk. (2017) diperoleh data yang menunjukkan bahwa *Vibrio* dengan potensi patogen ditemukan pada ikan lele yang merupakan sumber protein dengan nilai ekonomi yang sangat terjangkau bagi kelompok konsumen dengan penghasilan yang rendah di Malaysia. Lingkungan akuatik lebih mendukung bakteri patogen untuk terlepas dari inangnya jika dibandingkan dengan lingkungan darat, hal tersebut dapat mengakibatkan bakteri patogen berada dalam tingkat kepadatan yang tinggi di sekitar ikan dan dapat menginfeksi ikan.

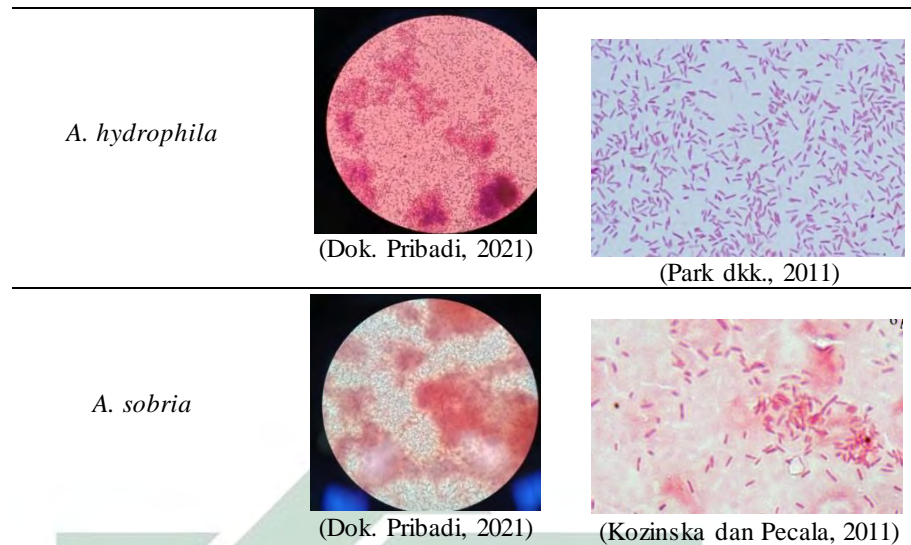
Agen penyebab penyakit kolera, *Vibrio cholerae* yang secara alami ditemukan di lingkungan akuatik ini berkembang biak dengan menempel atau berhubungan dengan organisme eukariotik khususnya Copepoda (Crustacea) dan Chironomids. Copepoda dan Chironomids merupakan reservoir alami *V. cholerae* yang jumlahnya melimpah di ekosistem air

No		Isolat 8 (Tanah)	Isolat 12 (HDPE)	Isolat 7 (Tanah)	Isolat 9 (Tanah)
1	Pewarnaan gram	-	-	-	-
2	Bentuk	Rods	Rods	Rods	Rods
3	Motil	+	+	+	+
4	Indole	+	-	+	-
5	Ornithin	+	+	-	-
6	LIA	+	+	+	+
7	Sitrat	+	+	-	+
8	TSIA	K	K	A	K
9	Mr-Vp	-	-	-	-
10	O/F	-	-	-	-
11	Glukosa	+	+	+	+
12	Maltosa	-	+	+	+
13	Laktosa	+	+	+	+
14	Sukrosa	+	+	+	+
15	Mannitol	-	+	+	+
16	Arabinosa	-	-	-	-

Bakteri yang berhasil diidentifikasi dari kelompok *Aeromonas*, yaitu *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* dan *Aeromonas veronii*. Secara mikroskopis, bakteri ini menunjukkan sifat bakteri gram negatif yang berbentuk batang yang dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 4.5. Pengamatan Mikroskopis Bakteri Genus *Aeromonas*

Jenis Bakteri	Foto Dokumentasi	Foto Literatur
	Isolat 8	
		
<i>A. veronii</i>	(Dok. Pribadi, 2021)	
	Isolat 12	
		
	(Dok. Pribadi, 2021)	(Lu dkk., 2016)



Klasifikasi *Aeromonas* menurut Kreig dan Holt (1984) adalah :

Filum : Proteobacteria

Kelas : Gammaproteobacteria

Ordo : Aeromonadales

Famili : Aeromonadaceae

Genus : *Aeromonas*

Spesies : *Aeromonas* sp.

Aeromonas pada dasarnya dapat diisolasi dari berbagai macam lingkungan tempat bakteri umumnya hidup. Habitat bakteri ini antara lain air, ikan, makanan, hewan ternak, spesies invertebrata, burung, kutu, serangga dan tanah. Panorama yang luas dari berbagai sumber lingkungan dari mana *Aeromonas* dapat ditemui menjadikannya cocok untuk paparan konstan dan interaksi dengan manusia. Pada sebuah penelitian mengenai bakteri *Aeromonas* sebelumnya telah menunjukkan bahwa tiga jenis *Aeromonas* yaitu *A. hydrophila*, *A. caviae* dan *A. veronii* (biovar *sobria*) bertanggung jawab (85%) atas

infeksi manusia dan isolasi klinis yang dikaitkan dengan genus ini. Sedangkan, jenis *A. salmonicida* digolongkan sebagai spesies yang dominan dalam infeksi sampel ikan di perairan (Janda dan Abbott, 2010).

Peran *Aeromonas* sebagai agen penyebab penyakit pada ikan telah dikenal lebih lama dari perannya sebagai agen penyebab penyakit pada manusia. Dua kelompok utama dari *Aeromonas* yang paling banyak ditemukan sebagai agen penyakit pada ikan ialah *A. salmonicida sensu stricto* yang menyebabkan *furunculosis* terutama pada ikan salmon, dengan gejala septikemia disertai pendarahan di dasar sirip, ikan melemah dan melanosis untuk infeksi akut dan sedikit exophthalmia dan pendarahan pada otot bagian dalam organ untuk infeksi kronis. Kelompok kedua yaitu spesies mesofilik (*A. hydrophila* dan *A. veronii*) yang dapat menyebabkan berbagai penyakit termasuk *Motile Aeromonas septicaemia* pada ikan mas, nila, betik, lele dan salmon, penyakit merah pada ikan bass dan ikan mas, dan ulserasi infeksi pada ikan lele, ikan kod, ikan mas dan ikan gobi (Janda dan Abbott, 2010).

Spesies *A. hydrophila* telah dikaitkan dengan kematian skala besar ikan di seluruh dunia dalam beberapa dekade terakhir dan menimbulkan kerugian yang sangat besar. Kematian ini mencakup 25.000 ekor ikan mas di Sungai St. Lawrence (2001), 820 ton ikan mas di Indonesia (2002) dan kematian ikan lele di Minnesota dan North Dakota (2007). Berdasarkan beberapa kasus tersebut, bakteri *Aeromonas* dianggap sebagai bakteri patogen penyebab penyakit pada ikan yang

menyebabkan infeksi pada ikan yang mengalami penurunan imun atau stress akibat kondisi lingkungannya (Janda dan Abbott, 2010).

Pada penelitian Kishk dkk. (2020), beberapa jenis *Aeromonas* berhasil diisolasi dari sampel ikan Nila dan ikan Mugil cephalus, di antaranya ialah *Aeromonas caviae*, *Aeromonas hydrophila* dan *Aeromonas sobria*, ketiga jenis ini merupakan spesies *Aeromonas* patogen yang paling dominan teridentifikasi dari kedua sampel ikan. Spesies yang paling banyak ditemukan pada kedua ikan berturut-turut ialah *Aeromonas caviae* dan *Aeromonas sobria*.

Pengobatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi infeksi dari bakteri *Aeromonas* telah diteliti oleh Akmal dkk. (2020) dan diperoleh hasil bahwa, bakteriofag yang disebut sebagai bakteriofag Akh-2 dari Pulau Geoje, Korea Selatan menunjukkan kemampuannya sebagai agen biologis potensial untuk pengobatan infeksi *Aeromonas* pada ikan. Begitu juga dengan Le dkk. (2018) yang menunjukkan bahwa penggunaan bakteriofag dinilai efektif dalam metode bio-treatment untuk mengendalikan *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas*.

Penyakit ikan yang disebabkan oleh bakteri golongan *Aeromonas* banyak terjadi ketika kualitas air pada tempat budidaya atau tempat hidup ikan berubah secara drastis, yang menggambarkan sifat dari bakteri ini dan mencerminkan kebutuhannya untuk tumbuh secara optimal. Mempelajari karakteristik pertumbuhan suatu bakteri dalam berbagai kondisi lingkungan merupakan hal yang penting untuk

dipahami, seperti lingkungan dengan kadar pH atau suhu tertentu agar dapat lebih memahami kondisi lingkungan yang cocok untuk pertumbuhan yang optimal bagi bakteri tersebut (Chen dkk., 2019).

a. *Aeromonas hydrophila*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, sampel nomor 7 menunjukkan hasil uji biokimia positif untuk motil, indol, LIA, dan gula yang terdiri dari glukosa, maltosa, manitol, sukrosa, dan arabinosa, sedangkan negatif untuk dekarboksilasi ornitin dan sitrat, sementara hasil uji TSIA menunjukkan bakteri bersifat asam. Hasil morfologi dan mikroskopis yang ditemukan sesuai dengan karakteristik *A. hydrophila* yang digambarkan oleh Arwin dkk. (2016) yaitu, isolat *A. hydrophila* merupakan bakteri gram negatif dengan bentuk batang yang cenderung pendek, bentuk koloni adalah bulat dan berwarna putih.

Aeromonas hydrophila merupakan jenis bakteri patogen oportunistik yang dapat ditemukan di lingkungan air tawar dan merupakan agen penyebab penyakit pada berbagai spesies berbeda termasuk amfibi, reptil, ikan hingga pada mamalia. Penyakit MAS atau *Motile Aeromonas Septicemia*, merupakan penyakit yang disebabkan oleh *Aeromonas hydrophila* yang telah banyak mempengaruhi berbagai jenis ikan air tawar yang di antaranya ialah ikan mas, ikan nila, ikan merah, ikan lele dan ikan salmon (Hossain dkk., 2014)

Distribusi bakteri yang berpotensi sebagai patogen pada ikan ini dapat melalui lingkungan tempat hidup ikan, walaupun secara alami juga terdapat pada ikan air tawar, khususnya ikan di tempat budidaya. Banyak faktor yang dapat menjadikannya patogen bagi ikan yang terinfeksi, di antaranya ialah stress akibat perubahan kondisi lingkungan, jumlah kepadatan penyebaran yang berlebih, penanganan pada tempat budidaya, kualitas air yang buruk, perubahan suhu secara drastis, jumlah oksigen terlarut, kadar CO₂, kadar nitrit dan kadar amonia yang tinggi (Laith dan Najiah, 2013).

Adanya penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicaemia*) yang menyerang ikan biasanya disebabkan oleh bakteri patogen jenis *A. hydrophila*, *A. caviae* dan *A. veronii*. Salah satu kasus yang banyak terjadi ialah pada ikan lele, terutama ikan lele yang ditanam atau budidaya. Bakteri *Aeromonas veronii* dilaporkan pada ikan nila hibrida merah Malaysia, ikan mas jenis *Carasius auratur* dan pada berbagai ikan lele di Srilanka. Pada kasus lainnya bakteri *Aeromonas veronii* biovar *sobria* ditemukan sebagai agen penyebab *Epizootic Ulcerative Syndrome* pada ikan di Bangladesh (Sarjito dkk., 2018).

Aeromonas dikenal sebagai kelompok bakteri yang dapat menyebabkan infeksi pasca terjadinya cedera atau luka pada tubuh dan respon stress pada ikan. Pada beberapa tahun terakhir, penyakit akibat infeksi bakteri patogen pada ikan semakin banyak ditemukan, sebagian besar di antaranya disebabkan oleh bakteri *Aeromonas* seperti *A. caviae*, *A. veronii*, *A. salmonicida*, *A. hydrophila*, *A. sobria*

dan *A. bestiarum*. Bakteri dari genus *Aeromonas* yang dianggap paling berbahaya bagi hewan air terutama pada ikan budidaya ialah *Aeromonas hydrophila* (Chen dkk., 2019).

Gejala yang ditunjukkan oleh ikan yang terinfeksi *A. hydrophila* biasanya ditunjukkan dengan terjadinya pendarahan pada organ dalam ikan, membusuknya sirip dan ekor, sisik yang terkelupas, exophthalmia, pembengkakan bagian abdomen, terdapat bercak merah di permukaan tubuh ikan, hingga terjadinya peradangan pada kulit. Penyebaran bakteri ini sangat cepat dan dapat menyebabkan hingga 90% jumlah kematian pada benih ikan yang terinfeksi hanya dalam waktu kurang lebih satu minggu (Arwin dkk., 2016).

Kasus infeksi bakteri patogen *Aeromonas hydrophila* telah banyak ditemukan di seluruh dunia dan pada berbagai macam jenis ikan khususnya ikan air tawar. Contoh kasus infeksi *Aeromonas hydrophila* ini misalnya infeksi pada ikan air tawar blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) di China (Xia dkk., 2017), juvenile pangasius atau ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) (Sarker dan Faruk, 2016), ikan lele wels (*Silurus granis*, L.) dan Sturgeon Siberia (*Acipenser baerii*) (Zmyslowska dkk., 2009).

b. *Aeromonas veronii*

Berdasarkan hasil yang diperoleh, isolat dari sampel nomor 8 yang diambil dari kolam tanah dan sampel nomor 12 yang diambil dari kolam HDPE menunjukkan sifat dari *Aeromonas veronii*. Hasil

menunjukkan bahwa bakteri ini merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang dengan morfologi koloni berbentuk bulat, berwarna krem, tepian halus dan elevasi datar. Hasil uji biokimia menunjukkan positif untuk uji motilitas, indol, ornitin, LIA, sitrat, glukosa, maltosa, mannitol, sukrosa dan laktosa serta menunjukkan hasil negatif untuk uji Mr-Vp dan arabinosa, sementara hasil uji TSIA ialah basa. Hasil ini telah dicocokkan dengan buku identifikasi *Cowan and Steel* dan *Bailey and Scott*.

Aeromonas veronii merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk batang dan banyak diisolasi dari sampel lingkungan, klinis dan makanan. Isolasi strain *Aeromonas veronii* dari ikan yang sakit belakangan ini jumlahnya kian meningkat. Beberapa gejala umum yang diperlihatkan oleh ikan yang terinfeksi di antaranya ialah nafsu makan menurun, sirip dan ekor yang membusuk, perut yang mengembung, exophthalmia hingga terjadi pendarahan. Namun, tidak semua ikan yang terinfeksi menunjukkan gejala yang sama, hal ini karena efek patogenesis bakteri yang menginfeksi dapat berbeda pada jenis-jenis ikan tertentu (Chen dkk., 2019).

c. *Aeromonas sobria*

Identifikasi isolat dari sampel nomor 9 yang berasal dari kolam tanah menunjukkan karakteristiknya sebagai bakteri *Aeromonas sobria*. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, bakteri ini merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang dengan karakteristik koloni bulat dengan tepian halus, elevasi rata dan

berwarna krem. Hasil uji biokimia menunjukkan isolat bersifat positif untuk uji motilitas, LIA, sitrat, glukosa, maltosa, sukrosa dan mannitol, sedangkan menunjukkan hasil negatif untuk uji ornitin, Mr-Vp dan gula arabinosa serta uji TSIA yang menunjukkan sifat basa. Hasil ini telah dicocokkan dengan buku identifikasi *Cowan and Steel* dan *Bailey and Scott* serta literatur mengenai identifikasi *A. sobria* seperti identifikasi yang dilakukan Erdem dkk. (2011).

Aeromonas sobria telah diakui keberadaannya sebagai bakteri patogen pada ikan sejak tahun 1987 dan pertama kali ditemukan di ampela shad liar (*Dorosoma cepedianum*) di Amerika Serikat. Selanjutnya, jumlah kasus di seluruh dunia terus meningkat, misalnya di Turki, *A. sobria* ditemukan di usus salmon atlantik (*Salmo salar*). Patogen ini juga terdeteksi pada ikan rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), ikan mas (*Carassius auratus*), ikan terror hijau (*Andinoacara rivulatus*), ikan dorade (*Sparus aurata*) dan sea bass (*Dicentrarchus labrax*) di Turki. Kasus infeksi *A. sobria* yang menyebabkan penyakit kulit ulseratif ditemukan pada peternakan ikan tenggeran (*Perca fluviatilis* L.) dengan mortalitas yang tinggi di Swiss dan juga menyebabkan kematian massal ikan *Garra rufa* di Slovakia (Yardimci dan Turgay, 2020).

Bakteri *Aeromonas sobria* merupakan anggota dari kelompok Aeromonad motil, gram negatif dan berbentuk batang pendek. Pada uji sensitivitas bakteri *Aeromonas sobria* yang diisolasi dari ikan *Garra rufa*, bakteri diujikan terhadap delapan jenis antibiotik, yaitu

amikacin, ampicillin, cefalotin, cefepime, cefotaxime, ceftazidime, ceftriaxone, gentamicin. Hasil menunjukkan, bahwa isolat *Aeromonas sobria* ini hanya resisten terhadap satu jenis antibiotik, yaitu ampisilin, sehingga untuk pengobatan infeksi *A. sobria* ini dapat menggunakan alternatif antibiotik jenis amikacin, cefalotin, cefepime, cefotaxime, ceftazidime, ceftriaxone dan gentamicin (Majtan dkk., 2012).

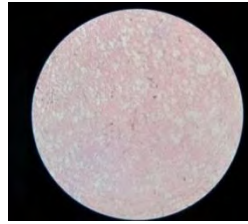
Gejala yang ditunjukkan oleh organisme yang terinfeksi bakteri *Aeromonas sobria* ini merupakan gejala yang pada umumnya ditunjukkan oleh infeksi bakteri *Aeromonas*, misalnya pada ikan lele (*Clarias sp.*) menurut Muslikha dkk. (2016), ikan mengalami gejala berupa luka atau borok pada tubuh ikan, bagian perut mengembung, terdapat bercak pada kulit hingga warna kulit yang menjadi pucat, sedangkan gejala internal pada umumnya terjadi perubahan warna pada organ seperti ginjal dan hati.

4.1.3 Genus *Pseudomonas*

Identifikasi isolat dari sampel nomor 2, 3, 4, 5, 11 dan 13 menunjukkan hasil, bahwa bakteri dari 6 sampel tersebut merupakan anggota dari Genus *Pseudomonas*. Kelompok bakteri ini merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang.

Tabel 4.6. Pengamatan Mikroskopis Bakteri Genus *Pseudomonas*

Jenis Bakteri	Foto Dokumentasi	Foto Literatur
<i>P. fluorescens</i>	Isolat 2	



(Dok. Pribadi, 2021)

Tabel 4.7. Hasil Identifikasi Bakteri Genus *Pseudomonas*

No	Karakteristik	<i>P. fluorescens</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>P. putida</i>	
		Isolat 2 (Terpal)	Isolat 3 (Terpal)	Isolat 4 (Bioflok)	Isolat 13 (Semen)	Isolat 5 (Bioflok)	Isolat 11 (HDPE)
1	Pewarnaan gram	-	-	-	-	-	-
2	Bentuk	Rods	Rods	Rods	Rods	Rods	Rods
3	Motil	+	+	+	+	+	+
4	Indole	+	+	-	-	-	-
5	Ornithin	-	-	-	+	-	-
6	LIA	-	-	-	-	-	-
7	Sitrat	-	-	+	+	-	-
8	TSIA	K	K	A	K	K	K
9	Mr-Vp	-	-	-	-	-	-
10	O/F	-	-	-	-	-	-
11	Glukosa	+	+	+	+	+	+
12	Maltosa	-	+	-	-	-	-
13	Laktosa	+	+	+	+	+	+
14	Sukrosa	+	+	+	+	-	-
15	Mannitol	+	+	+	+	-	-
16	Arabinosa	+	+	+	+	-	-

Klasifikasi Genus *Pseudomonas* menurut Holt dan Bergey (1994) ialah :

Filum : Proteobacteria

Kelas : Gammaproteobacteria

Ordo : Pseudomonadales

Famili : Pseudomonadaceae

Genus : *Pseudomonas*

Spesies : *Pseudomonas* sp.

Kelompok bakteri *Pseudomonas* merupakan bakteri yang paling heterogen dan secara ekologis tersebar luas di alam, ditandai dengan

peningkatan keserbagunaan metabolisme berkat adanya sistem enzimatik yang kompleks. Karakteristik dari kelompok *Pseudomonas* ini ialah berbentuk batang dan merupakan bakteri gram negatif, memiliki kebutuhan nutrisi yang sangat sederhana dan dapat ditemukan di habitat alami seperti tanah, air tawar, air laut. Bakteri ini juga pernah diisolasi dari instrument klinis, larutan aseptik, kosmetik dan produk medis (Franzetti dan Scarpellini, 2007).

Infeksi bakteri *Pseudomonas* sp. dapat tersebar luas di lingkungan dan membentuk kelompok atau koloni yang sangat besar. Bakteri ini berkembang dengan baik pada suhu lingkungan yang rendah dan merupakan bakteri mikroflora yang dominan. Pada kondisi lingkungan dengan suhu di atas 10°C, bakteri *Pseudomonas* ini akan kalah bersaing dan dengan cepat akan digantikan oleh keberadaan mikroorganisme dari kelompok *Aeromonas* (Pekala-Safinska, 2018).

Sebagian besar jenis *Pseudomonas* secara alami memiliki sifat yang resisten terhadap beberapa antibiotik, seperti beta-laktam karena memiliki *efflux pump*. Kehadiran *efflux pump* ini memiliki peranan yang sangat penting dalam resistensi antibiotik yang terlibat dalam penghabisan molekul beracun dari sel bakteri. Contoh jenis *Pseudomonas* patogen yaitu *Pseudomonas oryzihabitans* dan *Pseudomonas plecoglossicida* yang merupakan patogen terkenal yang menginfeksi hewan dengan menyebabkan sepsis dan bakteremia pada hewan berdarah panas dan hewan air. Banyak *Pseudomonas* sp. yang

dianggap sebagai patogen oportunistik, meskipun kelompok bakteri ini secara normal terdapat pada kondisi lingkungan alami (Oh dkk., 2019).

a. *Pseudomonas fluorescens*

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan, isolat dari sampel nomor 2 dan 3 yang diambil dari kolam terpal merupakan bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Bakteri ini merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang pendek dengan bentuk koloni bulat, tepian rata, elevasi cembung dengan pigmen putih kekuningan. Hasil ini sesuai dengan hasil yang ditemukan oleh Kismiyati dkk. (2009). Sifat biokimia yang telah dicocokkan dengan buku identifikasi *Cowan and Steel* dan *Bailey and Scott* serta banyak literatur lainnya mengenai identifikasi *P. fluorescens* ini, menunjukkan reaksi positif untuk uji motilitas, indol, glukosa, maltosa, sukrosa, mannitol dan arabinosa serta hasil negatif pada uji ornitin, LIA, sitrat dan Mr-Vp, sementara TSIA menunjukkan sifat basa.

Salah satu jenis bakteri *Pseudomonas* yang sangat penting dalam patologi ikan dan banyak dikaitkan dengan penyakit kulit dan penyakit sirip yang terjadi pada ikan ialah *Pseudomonas fluorescens*. Contoh kasus infeksi bakteri ini ialah terjadinya kematian mendadak ikan rainbow trout di beberapa tempat budidaya pada beberapa tahun terakhir dan bahkan tingkat kematian mencapai 100% populasi ikan akibat infeksi dari bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Penyebaran infeksi bakteri yang terjadi secara luas dan dengan cepat ini, kemungkinan merupakan efek mutasi yang menghasilkan sifat baru

yang diduga dapat membuat bakteri dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi lingkungannya yang baru (Pekala-Safinska, 2018).

Pada kegiatan budidaya ikan, dilaporkan bahwa terdapat dua jenis bakteri yang sangat umum dijumpai yaitu populasi dari *Pseudomonas fluorescens* dan *Aeromonas hydrophila* yang merupakan mikrobiota alami baik di lingkungan perairan maupun dari ikan itu sendiri. Keberadaan kedua jenis kelompok bakteri ini dapat menjadi salah satu faktor resiko terjadinya penyakit pada hewan perairan yang paling sering didiagnosis karena telah mempengaruhi berbagai jenis ikan di seluruh dunia (Golas dkk., 2019).

Golas dkk. (2019) melaporkan bahwa *P. fluorescens* dan *A. hydrophila* memiliki kesamaan karakteristik yaitu: (i) merupakan mikrobiota alami air dan ikan, (ii) merupakan kelompok bakteri yang berpotensi menjadi patogen bagi ikan dan manusia, (iii) memiliki tingkat resistensi yang tinggi terhadap jenis antibiotik yang umum dan (iv) terdeteksi dalam konsentrasi tinggi dalam air yang digunakan pada berbagai macam sistem akuakultur di Polandia dan di dunia.

Gejala yang ditunjukkan ikan yang terinfeksi oleh bakteri ini dapat berupa nekrosis organ insang, luka dipermukaan tubuh, mata menonjol (exophthalmia), pendarahan pada organ bagian dalam dan luar, sisik terkelupas, lendir berlebih, luka pada bagian moncong serta ditunjukkan dengan pergerakan ikan yang aneh, lemah dan lambat (Nurjanah dkk., 2014).

b. *Pseudomonas putida*

Identifikasi bakteri *Pseudomonas putida* ini ditemukan pada sampel nomor 5 yang berasal dari kolam bioflok dan sampel nomor 11 yang berasal dari kolam HDPE. *Pseudomonas putida* merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang pendek. Morfologi koloni berwarna putih berbentuk bulat dengan tepian halus dan elevasi cembung. Pada uji biokimia, ditunjukkan hasil positif untuk motil dan glukosa saja, sedangkan negatif untuk uji indol, ornitin, LIA, maltosa, sukrosa, mannitol, arabinosa dan Mr-Vp, serta TSIA yang menunjukkan hasil basa. Hasil ini sesuai dengan buku identifikasi *Cowan and Steel* dan *Bailey and Scott* serta telah dicocokkan dengan beberapa literatur identifikasi *P. putida* lainnya.

Bakteri ini telah banyak ditemukan di berbagai jenis ikan, khususnya ikan air tawar dengan habitat aslinya ialah di air dan tanah, namun sama halnya dengan bakteri *Pseudomonas* lainnya, bakteri ini secara alami juga dapat diisolasi pada ikan. *Pseudomonas Putida* berbentuk batang melengkung dan agak ramping, merupakan bakteri gram negatif yang dapat tumbuh pada suhu ruang. Pada penelitian mengenai infeksi bakteri *Pseudomonas* pada ikan, dilaporkan bahwa jenis *P. anguilliseptica* dan *P. putida* merupakan jenis yang memiliki nilai patogenitas tertinggi, dari data yang diperoleh *P. anguillaseptica* pada ikan *O. niloticus* bahkan mencapai hingga tingkat kematian 100%, sedangkan pada *P. putida* dilaporkan terjadi sebanyak 60% mortalitas pada *O. niloticus* dan 45% mortalitas pada ikan rainbow trout (Eissa dkk., 2010).

Salam dan Gharib (2009) dalam penelitiannya mengenai infeksi *Pseudomonas putida* pada ikan nila, melakukan uji sensitivitas isolat *P. putida*. Berdasarkan hasil yang didapatkan, bakteri ini resisten terhadap jenis-jenis antibiotik yang umum digunakan seperti kloramfenikol, ampicilin, tetrasiklin, seomisin, kolistin sulfat, nitrofurantion dan asam nalidiksat. Pemilihan jenis antibiotik yang ingin digunakan dalam mengobati infeksi bakteri ini harus dilakukan dengan baik dengan mempelajari kasus yang sudah pernah terjadi. Hal terbaik yang dapat dilakukan ialah mencegah infeksi bakteri ini dengan cara memberi perhatian yang lebih intensif pada kegiatan budidaya perikanan serta melakukan manajemen pembenihan yang baik.

Gejala yang ditunjukkan bakteri ini sama seperti kelompok *Pseudomonas* lainnya seperti terdapat luka, kembang, exophtalmia, tubuh menjadi pucat, sirip geripis, pendarahan organ dalam dan permukaan tubuh, hemoragik, sisik yang terkelupas serta pergerakan yang lamban (Nurjanah dkk., 2014). *Pseudomonas putida* dilaporkan bersifat patogen pada ikan ayu (*Plecoglossus altivelis*), ikan rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*) dan ikan ekor kuning (*Seriola quinqueradiata*). *P. fluorescens* dan *P. putida* dikenal sebagai jenis dari *Pseudomonas* yang merupakan patogen utama dalam perikanan rainbow trout (Oh dkk., 2019).

c. *Pseudomonas aeruginosa*

Berdasarkan hasil karakterisasi morfologi, mikroskopis dan uji biokimia yang telah dilakukan, ditemukan bahwa sampel nomor 4 yang diambil dari kolam bioflok dan sampel nomor 13 yang berasal dari kolam semen teridentifikasi sebagai *Pseudomonas aeruginosa*. Hasilnya ialah bakteri merupakan jenis gram negatif berbentuk batang dengan hasil uji biokimia yaitu positif pada uji motilitas, sitrat, sukrosa, manitol dan arabinosa sedangkan negatif pada uji indol, ornitin, lisin, Mr-Vp dan maltosa. Hasil ini menunjukkan sesuai dengan buku identifikasi *Cowan and Steel* dan *Bailey and Scott*. Sedangkan secara morfologi, koloni berwarna kuning, bulat, cembung dan hampir buram hasil ini sesuai dengan Seosanto dkk. (2011) bahwa koloni muda *P. aeruginosa* pada nutrient agar berbentuk lingkaran, cembung, berbutir, terlihat cukup buram bila ditembus cahaya dan berwarna kuning pucat dengan bagian tengah yang gelap.

Penyakit yang disebabkan oleh infeksi *P. aeruginosa* termasuk salah satu yang berbahaya dan mengancam budidaya perairan. *Pseudomonas* ini sebenarnya merupakan flora normal yang ada pada ikan, namun ikan yang berada pada kondisi stres seperti kekurangan gizi dan berada pada lingkungan dengan kepadatan yang tinggi, bakteri akan menjadi patogen bagi ikan tersebut dan akan menyebabkan penyakit serius termasuk, septikemia hemoragik, nekrosis insang, distensi perut, splenomegaly (pembesaran limpa), kerusakan hati dan penyumbatan pada ginjal (Algammal dkk., 2020)

Infeksi *Pseudomonas aeruginosa* pada ikan air tawar juga sebelumnya telah banyak dilaporkan, di antaranya ialah infeksi *P. aeruginosa* pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang diambil dari tempat budidaya ikan air tawar di Egypt (Algammal dkk., 2020), ikan mas (*Cyprinus carpio*) dari Egypt (Hanna dkk., 2014), ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang diambil dari tempat budidaya di Nigeria (Oni dkk., 2013) dan sneakhead tutul (*Channa punctata*) dari India (Saikia dkk., 2018).

Berdasarkan uji sensitivitas bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yang dilakukan oleh Algammal (2020), diketahui bahwa strain *P. aeruginosa* ini menunjukkan sifat resistensi terhadap antibiotik berupa amoksilin, tetrasiklin, gentamisin dan sefotaksim, namun bakteri ini sepenuhnya sensitif terhadap antibiotik colistin sulfat (100%) dan sangat sensitif terhadap norfoxacin (88,89%). Pemilihan kedua antibiotik tersebut dapat dijadikan solusi untuk mengobati ikan yang terinfeksi bakteri ini, sementara untuk pencegahan, kondisi lingkungan ikan dapat dikontrol agar ikan dapat tumbuh secara optimal.

4.1.4 *Staphylococcus aureus*

Identifikasi isolat nomor 1, 14 dan 15 menunjukkan bahwa ketiga sampel merupakan bakteri jenis *Staphylococcus aureus* dengan karakteristik mikroskopis gram positif berbentuk bulat atau kokus.

Tabel 4.8. Pengamatan Mikroskopis Bakteri *Staphylococcus aureus*

Jenis Bakteri	Foto Dokumentasi	Foto Literatur
<i>S. aureus</i>	Isolat 1	

biokimia yang sama ialah bersifat motil, positif untuk LIA, sitrat, glukosa, mannitol, laktosa, sukrosa, dan maltosa, sedangkan hasil negatif untuk uji indol, Mr-Vp dan arabinosa. Sementara hasil uji TSIA menunjukkan isolat ini bersifat asam. Pada pengamatan morfologi, koloni tampak berwarna krem hingga kekuningan dan cembung. Hasil ini sesuai dengan buku identifikasi *Cowan and Steel* dan *Bailey and Scott*.

Staphylococcus aureus yang ditemukan pada penelitian ini merupakan bakteri gram positif berbentuk cocci dan bersifat motil, tidak seperti sebagian besar sumber yang menyatakan bahwa *S.aureus* merupakan bakteri non-motil. Bakteri *Staphylococci* sebagian besar memang merupakan bakteri non-motil, begitu juga dengan *S. aureus* ini, namun belakangan ini telah ditemukan bahwa bakteri *Staphylococcus aureus* ini merupakan kelompok *Staphylococcus* yang bersifat motil. *S. aureus* yang secara historis dianggap sebagai non-motil, ditemukan telah bergerak di atas agar lunak dengan dua cara yaitu secara menyebar dan dengan pembentukan komet (Kaito dan Sekimizu, 2007).

Penyebaran pada permukaan agar lunak ini berkaitan erat dengan sifat motilitas kelompok *S. aureus*. Ada beberapa penyelidikan mekanisme molekuler yang menjadi dasar bakteri kelompok *Staphylococcus* menyebar secara motil. Kemunculan dua bentuk motilitas yang ditunjukkan oleh bakteri pada permukaan agar yang lunak ini menunjukkan bahwa kelompok *Staphylococcus* ini dapat dinyatakan sebagai bakteri motil. Hal ini dibuktikan dengan melihat bentuk motilitas dari *S. aureus* yang ditunjukkan dan dibandingkan dengan jenis

Staphylococci lain yang menunjukkan bentuk persebaran yang sama (Pollitt dan Diggle, 2017).

Bakteri *S. aureus* ini dapat menimbulkan luka pada permukaan tubuh dan organ dalam ikan, membuat tubuh ikan menjadi lebih berlendir dan menjadi pucat. Infeksi bakteri ini umumnya terjadi akibat kontak langsung pada infeksi luka ikan yang kemudian akan menunjukkan gejala berkelanjutan seperti peradangan hingga luka yang mengeluarkan nanah. Bakteri ini dapat berperan sebagai patogen karena ia dapat menghasilkan faktor-faktor virulensi yaitu koagulase, enzim seperti lipase, elastase, esterase, fosfolipase, staflokinase dan deoksiribonuklease, menghasilkan protein A, leukosidin dan toksin (alfa, beta, eksfoliatif dan enterotoksin) (Jamaluddin dkk., 2016).

Infeksi bakteri ini sebelumnya juga telah banyak ditemukan pada ikan air tawar, misalnya pada penelitian Matouke dan Nour (2019) yang melakukan isolasi *S. aureus* dari insang dan saluran gastro-intestinal ikan lele di Danau Jabi, Nigeria dan penelitian Sichewo dkk. (2013) yang mendapatkan isolat *S. aureus* pada ikan *Tilapia rendalii* dan *Oreochromis niloticus* di Zimbabwe sebagai ikan yang banyak dikonsumsi masyarakat.

Pada uji sensitivitas bakteri *S. aureus* terhadap antibiotik, ditemukan hasil prevalensi tinggi *S. aureus* yang resisten terhadap ampisilin, ciprofloxacin dan eritromisin yang diamati pada insang ikan lele. Pemulihan *S. aureus* yang resisten terhadap beberapa antibiotik ini dapat dilakukan atau dicegah dengan menjaga keseimbangan kondisi

merupakan bakteri gram positif berbentuk batang, bersifat motil, negatif untuk indol, ornitin, LIA, sukrosa, manitol dan arabinosa, sedangkan menunjukkan hasil positif untuk sitrat dan glukosa. Hasil ini sesuai dengan buku identifikasi *Cowan and Steel* dan *Bailey and Scott* juga dengan mencocokkan hasil identifikasi dari Rajashekhar dkk. (2017). Hasil morfologi koloni ialah berwarna krem, bulat dengan tepian halus dan elevasi cembung. Hal ini sesuai dengan hasil yang ditemukan oleh Andriyanto dan Yulianti (2020).

Bacillus sp. merupakan salah satu sumber terbesar produk alami bioaktif yang menunjukkan berbagai aktivitas antibiotik dan diproduksi sebagai polipeptida dengan erat molekul yang rendah melalui mekanisme ribosomal atau non-ribosomal. Jumlah produksi antibiotik *Bacillus* mendekati 167, yaitu 66 berasal dari *Bacillus subtilis*, 23 berasal dari *Bacillus brevis* dan sisanya antibiotik peptide yang diproduksi oleh spesies lain dari genus *Bacillus* ini. Pada berbagai literatur ilmiah, sudah ratusan strain patogen berbeda telah digambarkan sebagai organisme uji, di antaranya yang paling banyak ialah *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus* (*Sarcina*) *lutea*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* dan lain-lain (Stoica dkk., 2019).

Mikroba dari kelompok *Bacillus* telah digunakan sebagai antibiotik pada manusia dan hewan karena kemampuannya untuk menghasilkan zat antimikroba ditambah dengan kapasitas sporulasinya yang memberi mereka keuntungan ganda dalam kelangsungan hidup mereka di habitat yang berbeda. Bakteri *Bacillus* ini banyak mengeluarkan eksoenzim yang

terhadap multidrug-resistant *Vibrio* spp. dan *Shewanella aquimarina* yang diisolasi dari ikan hewan laut yang sakit. Selain itu, Kaynar dan Beyatli (2012) menggambarkan spesies *Bacillus* yang diisolasi dari berbagai sampel ikan menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap *Pseudomonas fluorescens*, *Lactobacillus coryneformis*, *L. plantarum* dan *L. xylosus*.

Beberapa jenis bakteri patogen telah ditemukan pada larva, benih, ikan dewasa serta induk ikan lele dan menyebabkan hingga 70% jumlah kematian pada ikan lele. Bakteri patogen yang menjadi agen penyebab munculnya penyakit hingga terjadinya kematian pada ikan lele di antaranya ialah bakteri *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio* sp., *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas caviae* dan *Aeromonas sobria*, *Pseudomonas* spp. dan *Edwardsiella ictaluri* (Sarjito dkk., 2018).

Bakteri yang diperiksa dan diidentifikasi pada penelitian ini tidak semuanya bersifat patogen dan dapat mengancam kehidupan benih ikan lele, hal ini karena jenis bakteri patogen yang dalam Nurhidayah dan Kadriah (2014) disebutkan terbagi menjadi dua kelompok yaitu patogen asli (*true pathogen*) dan patogen potensial (*opportunistic pathogen*). Patogen asli merupakan jenis organisme patogen yang biasanya diakibatkan oleh kontak dengan ikan lain atau dari air dengan kualitas buruk sehingga dapat menimbulkan penyakit pada ikan. Sedangkan, patogen potensial merupakan organisme patogen yang secara alami telah hidup pada tubuh ikan dan tidak berbahaya bagi ikan tersebut, namun ia akan berperan sebagai patogen atau agen penyebab penyakit pada ikan ketika kondisi lingkungan disekitarnya

memburuk atau tidak sesuai dengan kondisi hidup ikan tersebut yang menyebabkan ikan menjadi stress sehingga dapat menunjukkan beberapa gejala klinis yang menandakan ikan dalam kondisi sakit.

Menurut Jimoh dkk. (2014), beberapa jenis bakteri flora normal yang terdapat pada saluran pencernaan ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang berhasil diisolasi ialah bakteri dari genus *Pseudomonas*, khususnya *P. fluorescens*, Genus *Aeromonas*, khususnya *Aeromonas hydrophila*, kelompok *Bacillus* sp., *Falovobacterium rigense* dan *Enterobacter aerogenes*. Selain itu, dalam Bakri (2016), juga menggambarkan beberapa genus bakteri yang merupakan flora normal dari ikan lele yaitu, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Bacteroidaceae*. Keragaman jenis mikroflora yang ditemukan ini dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti bentuk saluran pencernaan masing-masing jenis ikan, lingkungan tempat hidup ikan serta aktivitas pertumbuhan ikan.

Berbagai penyakit yang disebabkan bakteri patogen umumnya didukung oleh banyak faktor yang menyebabkan bakteri tersebut menjadi patogen bagi ikan. Faktor-faktor tersebut misalnya ialah suhu tempat ikan hidup atau dipelihara yang dalam kegiatan budidaya suhu ini merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan karena suhu air dapat mempengaruhi proses fisiologis organisme seperti respirasi, metabolisme, konsumsi makanan, reproduksi, perilaku, kecepatan detoksifikasi, bioakumulasi, dan mempengaruhi pertumbuhan serta kelangsungan hidup ikan (Zubaidah dkk., 2019). Adapun nilai suhu yang optimal untuk pertumbuhan ikan menurut Hernowo dan Suyanto (2010) ialah antara 23-32°C.

Faktor penting lainnya ialah jumlah oksigen terlarut, di mana konsentrasi oksigen untuk ikan lele tidak boleh kurang dari 3 mg/l. Ikan lele dapat hidup pada perairan dengan kadar oksigen yang rendah, hal ini karena ikan lele memiliki sistem pernafasan tambahan yang biasa disebut sebagai arborescent. Selain itu ada derajat keasaman atau pH yang juga memiliki peran penting dalam kegiatan budidaya ikan karena dapat mempengaruhi pertumbuhan dan reproduksi ikan dengan membuat ikan menjadi mudah stress dan sakit. Nilai derajat keasaman (pH) yang optimal untuk pertumbuhan ikan atau organisme akuatik lainnya ialah antara 7-8,5 (Zubaidah dkk., 2019).

4.2 Gambaran Jumlah Bakteri dari Berbagai Kolam

Berdasarkan hasil identifikasi yang ditemukan, isolat dari sampel kolam terpal meliputi *S. aureus* dan *P. fluorescens*, isolat dari sampel kolam bioflok meliputi *P. aeruginosa*, *P. putida* dan *Bacillus* sp., isolat dari sampel kolam tanah meliputi *A. hydrophila*, *A. veronii* dan *A. sobria*, isolat dari sampel kolam HDPE meliputi, *V. cholerae*, *P. putida* dan *A. veronii*, sedangkan isolat dari sampel kolam semen meliputi *P. aeruginosa* dan *S. aureus*.

Tabel 4.13. Hasil Identifikasi Bakteri pada Berbagai Jenis Kolam

		<i>V. cholerae</i>	<i>A. Hydrophil</i>	<i>A. veronii</i>	<i>A. sobria</i>	<i>P. fluorescen</i>	<i>P. putida</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Bacillus sp.</i>
Kolam Terpal	I.1	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	I.2	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	I.3	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Kolam Bioflok	I.4	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	I.5	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	I.6	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Kolam Tanah	I.7	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	I.8	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	I.9	-	-	-	+	-	-	-	-	-

tubuhnya. Hal ini dijelaskan dalam Jamaluddin dkk. (2016), yang menyebutkan kehadiran bakteri *S. aureus* pada ikan merupakan hasil kontak langsung dengan ikan terinfeksi lainnya, hal ini menunjukkan bahwa bakteri ini bukan merupakan flora normal dari benih ikan lele yang diperiksa.

Sementara itu, infeksi dari bakteri *P. fluorescens* juga ditemukan pada benih dari kolam terpal ini. Keberadaan *P. fluorescens* pada benih lele ini pada dasarnya merupakan bagian dari flora normal ikan lele atau dapat digolongkan ke dalam patogen oportunistik, karena sifat patogenisitasnya bergantung pada kondisi ikan dan lingkungan tempat ikan hidup (Kordi dan Ghufan, 2004). Namun, berdasarkan pengamatan makroskopis yang dilakukan, sampel benih tidak mengalami luka pada bagian tubuhnya, tetapi warna kulit sedikit pucat.

Keberadaan *P. fluorescens* yang ditemukan masih dapat dikategorikan aman untuk benih, namun usaha pencegahan sebaiknya tetap dilakukan, misalnya dengan melakukan kontrol secara rutin pada lingkungan sekitar kolam budidaya. Bakteri lainnya yang ditemukan yaitu *S. aureus* pada benih dari kolam terpal, infeksi bakteri ini dapat disebabkan oleh terjadinya kontak langsung ikan yang terinfeksi bakteri dengan ikan yang diperiksa. Usaha pencegahan ataupun pengobatan lebih lanjut dapat dilakukan dengan cara memeriksa benih yang diduga terinfeksi, yaitu benih yang memperlihatkan perilaku yang aneh ataupun menunjukkan gejala dari infeksi bakteri *S. aureus* ini.

4.2.2 Kolam Bioflok

Sampel yang di ambil dari kolam bioflok ditandai sebagai sampel nomor 4, 5 dan 6. Hasil identifikasi menunjukkan isolat sampel nomor 4 merupakan bakteri jenis *Pseudomonas aeruginosa*, isolat sampel nomor 5 merupakan bakteri *Pseudomonas putida* dan isolat sampel nomor 6 merupakan bakteri *Bacillus* sp.. Hasil ini menunjukkan keberadaan ketiga jenis bakteri yang ditemukan merupakan bagian dari flora normal ikan lele, namun tidak menutup kemungkinan dapat menjadi patogen bagi benih lele tersebut, terutama bagi kelompok *Pseudomonas*.

Berdasarkan kondisi kolam bioflok, lingkungan budidaya serta penerapan teknologi bioflok itu sendiri yang merupakan teknik budidaya modern membuat sistem budidaya ini dapat diterapkan dengan mudah dengan menjamin kebersihan dan kualitas air. Banyaknya kelebihan dari penerapan budidaya dengan sistem bioflok ini menjadikannya sebagai alternatif bagi banyak pembudidaya baru yang ingin melakukan budidaya dengan lahan yang kecil dan biaya yang tidak terlalu besar. Sistem bioflok ini juga dikenal memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi (Rusherlistyani dkk., 2017).

Prinsip utama yang diterapkan dalam budidaya sistem bioflok ini yaitu dengan menggunakan peranan mikroba yang ditambahkan pada kolam untuk menutrisi ikan sekaligus sebagai pengurai limbah yang dikeluarkan oleh ikan (Rusherlistyani dkk., 2017). Bakteri dari kelompok *Bacillus* yang ditemukan pada sampel dari kolam bioflok ini menunjukkan bahwa, kolam ini memiliki kualitas air serta kondisi

lingkungan yang cocok dengan benih dan juga dibantu dengan adanya penambahan nutrisi dari mikroba yang ditambahkan pada kolam. Seperti yang diketahui bakteri *Bacillus* memiliki kemampuan sebagai bakteri antimikroba yang dapat membantu melawan patogen pada ikan (Chen dkk., 2016).

4.2.3 Kolam Tanah

Hasil identifikasi isolat sampel benih ikan lele yang diambil dari kolam tanah menunjukkan bahwa ketiga isolate merupakan bakteri dari kelompok *Aeromonas*. Sampel yang diambil dari kolam tanah ini ialah sampel nomor 7, 8 dan 9. Isolat dari sampel nomor 7 diidentifikasi sebagai *Aeromonas hydrophila*, isolat dari sampel nomor 8 diidentifikasi sebagai bakteri *Aeromonas veronii* dan isolat dari sampel nomor 9 diidentifikasi sebagai bakteri *Aeromonas sobria*. Jenis *Aeromonas* yang memiliki sifat patogenisitas paling tinggi di antara ketiga jenis yang berhasil diidentifikasi adalah *A. hydrophila*. Bakteri jenis ini merupakan salah satu patogen paling sering ditemukan pada kasus penyakit ikan di seluruh dunia dan dapat menyebabkan mortalitas hingga 90% (Arwin dkk., 2016).

Aeromonas merupakan bagian dari kelompok flora normal yang dapat ditemukan di saluran pencernaan ikan lele (*Clarias* sp.) (Bakri, 2016). Keberadaan tiga jenis *Aeromonas* yang berbeda pada kolam tanah ini juga dapat berasal dari perairan tempat budidaya tersebut, seperti yang dikemukakan dalam Janda dan Abott (2010) bahwa habitat *Aeromonas* terutama ialah di perairan, termasuk perairan tawar.

Budidaya ikan lele dengan kolam tanah pada umumnya menggunakan pupuk pada kolam dengan tujuan untuk memicu pertumbuhan plankton pada kolam agar benih ikan yang akan dibudidaya dapat memanfaatkannya sebagai makanan atau sumber nutrisi mereka, begitupula dengan kolam tanah yang dijadikan tempat pengambilan sampel ini.

Keberadaan plankton atau mikroorganisme lainnya yang berasal dari tanah ini tidak selalu membawa manfaat bagi benih, ketika keberadaannya tidak sesuai dengan jumlah atau kondisi yang seharusnya, maka mereka dapat menjadi salah satu faktor hadirnya patogen pada benih ikan lele. Penggunaan kolam tanah sebagai tempat budidaya perikanan sebaiknya dikontrol secara intensif kualitas air dan lingkungan sekitarnya, hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya infeksi pada ikan yang mengalami stress akibat kondisi lingkungan yang buruk dan menjadi pemicu bakteri flora pada ikan lele ini menjadi patogen.

4.2.4 Kolam HDPE

Pada kolam HDPE, sampel ditandai sebagai sampel nomor 10, 11 dan 12. Adapun hasil identifikasi menunjukkan isolat dari sampel nomor 10 teridentifikasi sebagai *Vibrio cholerae*, isolat sampel nomor 11 teridentifikasi sebagai *Pseudomonas putida* dan isolat sampel nomor 12 teridentifikasi sebagai *Aeromonas veronii*. Hasil identifikasi ini menunjukkan tingkat varietas yang tinggi dari mikroba yang diisolasi dari sampel benih ikan lele dari kolam HDPE.

Pada benih yang diambil dari kolam ini ditemukan bakteri dari kelompok *Vibrio*, yang mana hal ini cukup jarang terjadi pada perikanan air tawar karena habitat asli dari bakteri ini ialah perairan laut (Momba dan El-Liethy, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa faktor kemungkinan adanya infeksi *Vibrio* ini adalah dari makanan yang diberikan pada benih ikan lele di kolam HDPE ini yang menggunakan bahan makanan dengan campuran limbah ikan laut (Sarter dkk., 2007).

Kelompok bakteri *Pseudomonas putida* dan *Aeromonas veronii* yang berhasil diidentifikasi merupakan bagian dari flora normal ikan lele, namun keberadaannya juga dapat berpotensi sebagai patogen bagi ikan tersebut apabila kondisi lingkungan memicu stress pada ikan. Usaha atau langkah pencegahan dan pengobatan pada benih ikan yang dibudidayakan di kolam HDPE ini perlu dilakukan. Misalnya dengan lebih sering mengganti air kolam, mengganti jenis pakan yang diberikan pada benih hingga mengontrol kondisi lingkungan kolam agar benih ikan lele dapat tumbuh secara optimal.

4.2.5 Kolam Semen

Sampel benih ikan lele yang diambil dari kolam semen ini ditandai dengan nomor sampel 13, 14 dan 15. Isolat sampel 13 diidentifikasi sebagai *Pseudomonas aeruginosa*, sedangkan isolat sampel 14 dan 15 diidentifikasi sebagai *Staphylococcus aureus*. Bakteri *P. aeruginosa* ini merupakan anggota dari Genus *Pseudomonas* dan merupakan salah satu kelompok yang hidup sebagai bakteri flora normal pada tubuh ikan lele (Bakri, 2016). Namun, bakteri ini dapat berperan menjadi patogen bagi

ikan bila kondisi lingkungan di sekitarnya menunjang. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, kondisi benih sampel menunjukkan beberapa gejala ringan seperti pergerakan ikan yang kurang aktif dan warna kulit yang sedikit lebih pucat dibandingkan dengan benih lele lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa infeksi *P. aeruginosa* ini berada pada tingkat patogenisitas yang ringan dan perlu dilakukan *treatment* ataupun kontrol lingkungan kolam semen.

Selain *P. aeruginosa*, bakteri *S. aureus* juga berhasil diidentifikasi dari benih yang diambil dari kolam semen ini. Seperti halnya isolat dari sampel nomor 1, infeksi *S. aureus* ini kemungkinan ditimbulkan oleh adanya kontak benih ikan yang terinfeksi dengan benih yang diperiksa. Hasil ini menggambarkan kondisi kolam semen yang dapat menjadi faktor penyebaran bakteri patogen pada benih lele. Menurut Ruserlistyanti dkk. (2017) kolam semen pada umumnya memiliki kelebihan yaitu lebih mudah dilakukan kontrol kebersihan dan kualitas airnya, sehingga hal yang dapat dilakukan sebagai langkah pencegahan yaitu dengan melakukan kontrol secara rutin terhadap air kolam serta penggunaan pompa dalam sirkulasi air pada kolam.

4.3 Integrasi Ayat Al-Qur'an

4.3.1 Hewan Ternak (Surah An-Nahl ayat 5)

وَالْأَنْعَامَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَمَنْفَعٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ

Artinya : Dan Dia telah menciptakan binatang ternak untuk kamu; padanya ada (bulu) yang menghangatkan dan berbagai-bagai manfaat, dan sebahagiannya kamu makan (Q.S. An-Nahl : 5)

Hewan ternak merupakan hewan yang sengaja dirawat dan

dipelihara dengan tujuan untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan, sumber bahan baku industri dan dalam membantu dalam pekerjaan manusia. Berdasarkan penafsiran surah An- Nahl ayat 5 oleh Quraish Shihab, bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai jenis hewan ternak untuk dipelihara agar dapat diambil manfaatnya. Misalnya hewan ternak yang berukuran besar seperti unta, sapi dan kambing yang dapat diambil bulu dan rambutnya untuk dipakai menghangatkan badan dan juga dagingnya yang dapat dimakan untuk kelangsungan hidup manusia. Begitu pula dengan ternak ikan, ikan lele yang diternak atau dibudidaya tentunya dapat membawa banyak manfaat baik bagi orang yang membudidayakan maupun bagi masyarakat yang juga dapat mengonsumsinya. Oleh karena itu, pemeliharaan yang dilakukan harus dilakukan secara optimal dengan memperhatikan berbagai aspek yang dapat mengganggu kondisi lingkungan dan kesehatan ikan tersebut.

4.3.2 Peranan Bakteri (Surah Al- Furqan ayat 2)

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَّهٗ شَرِيْكٌ فِى الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيْرًا

Artinya : Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu bagi-Nya dalam kekuasaan(Nya), dan dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya (Q.S. Al-Furqan : 2)

Tafsir Quraish Shihab mengenai Surah Al-Furqan ayat 2 ini menyatakan bahwa Allah SWT merupakan Zat Yang Maha Pencipta dan Mahakuasa, hanya Dialah sang pemilik kerajaan langit dan bumi

serta yang menciptakan segala sesuatu dan memberikan ukuran dan aturan yang sangat cermat kepada masing-masing berupa rahasia-rahasia yang dapat menjamin keberlangsungan tugasnya secara teratur (sistematis). Demikian pula yang terjadi pada tumbuh-tumbuhan dan hewan, masing-masing terbagi pada kelompok dan jenis yang berbeda. Sedangkan dalam perkembangannya, sifat-sifatnya berkembang dari makhluk hidup bersel satu, seperti mikroba hingga makhluk hidup bersel banyak, seperti manusia.. Masing-masing jenis telah memiliki sifat tersendiri yang diwariskan dari generasi ke generasi, sehingga tidak ada perbedaan dan semuanya memiliki tingkatan yang setara.

Semua itu berjalan menurut hukum dan aturan konstan dan teliti yang menggambarkan secara jelas kebesaran Allah SWT.. Salah satu makhluk ciptaan-Nya ialah bakteri yang telah memiliki peranan tersendiri, walaupun beberapa dianggap sebagai patogen, namun di tempat lain mikroba tersebut dapat memberi manfaat. Misalnya bakteri yang berperan sebagai flora normal dalam tubuh suatu makhluk hidup, dengan jumlah dan kadar yang telah ditetapkan oleh Allah SWT., maka ia akan membawa dampak positif bagi makhluk hidup tersebut dengan melakukan tugasnya secara sistematis. Hal ini sekali lagi menggambarkan Maha Besar Allah SWT. yang telah menciptakan segala sesuatunya sesuai dengan jumlah, ukuran dan peranan yang telah ditetapkan sehingga dapat membawa manfaat bagi seluruh makhluk-Nya.

- Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Aquacoastmarine*, Vol. 4 (2).
- Barrow, G.I. dan Feltham, R. K. A. 1993. *Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria Third Edition*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cardia, F. dan Lovatelli, A. 2015. *Aquacultur Operations in Floating HDPE cages*. FAO of the United Nations and Ministry of Agriculture of the Kingdom of Saudi Arabia, Rome.
- Chabrillon, M., Rico, R.M., Balebona, M.C., Morinigo, M.A., 2005. Adhesion to sole, *Solea senegalensis* Kaup, mucus of microorganisms isolated from farmed fish and their interaction with *Photobacterium damsela* subsp. piscicida. *Journal of Fish Disease*. 28, 229-237.
- Chen, F., Sun, J., Han, Z., Yang, X., Xian, J., Lv, A., Hu, X. dan Shi, H. 2019. Isolation, Identification and Characteristics of *Aeromonas veronii* from Diseased Crucian Carp (*Carassius auratus gibelio*). *Frontiers in Microbiology*, Vol. 10 : 2-10.
- Chen, Y., Li, J., Xiao, P., Zhu, W. dan Mo, Z. 2016. The Ability of Marine *Bacillus* spp. Isolated from Fish Gastrointestinal Tract and Culture Pond Sediment to Inhibit Growth of Aquatic Pathogenic Bacteria. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, Vol. 15(2) : 701-714.
- Diaz-Menendez, M., Alguacil-Guillen, M., Boise, I., Garcia-Pallares, M. Dan Mingorance, J. 2018. A case of otitis externa caused by non-O1/non-O139 *Vibrio cholerae* after exposure at a Mediterranean bathing site. *Official Journal of The Spanish Society of Chemotherapy*, Vol.31(3) : 295-297.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur. 2018. *Pemantapan Pelaksanaan Program Kegiatan Tahun 2019*, Jawa Timur.
- Dinas Perikanan Kabupaten Sidoarjo. 2018. *Data Statistik Produksi Perikanan Tambak*, Sidoarjo.
- Directorate General of Aquaculture. 2003. *Aquaculture Production Statistics 2001*. Jakarta, Indonesia. 124 p.
- Directorate General of Aquaculture. 2004. *Aquaculture Production Statistics 2003*. Jakarta, Indonesia. 121 p.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2017. *Perkembangan Produksi Perikanan Budidaya di Indonesia*. <http://www.djpb.go.id/>.
- Ed-har, A. A., Widyastuti, R. dan Djajakirana, G. 2017. Isolasi dan Identifikasi Mikroba Tanah Pendegradasi Selulosa dan Pektin dari Rhizosfer *Aqualaria malaccensis*. *Buletin Tanah dan Lahan*, Vol. 1(1) : 58-64.

- Eissa, N. M. E., El-Ghiet, E. N. A., Shaheen, A. A. dan Abbass, A. 2010. Characterization of *Pseudomonas* Species Isolated from Tilapia "*Oreochromis niloticus*" in Qaroun and Wadi-El Rayan Lakes, Egypt. *Global Veterinaria*, Vol. 5(2) : 116-121
- Erdem, B., Kariptas, E., Cil, E. dan Isik, K. 2011. Biochemical Identification and Numerical Taxonomy of *Aeromonas* spp. Isolated from Food Samples in Turkey. *Turkey Journal of Biology*, Vol. 35 : 463-472.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2006. *National Aquaculture Sector OverviewIndonesia*. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_indonesia/en
- Forbes, B. A., Sahm, D. F. dan Weissfeld, A. S. 2007. *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology Twelfth Edition*. Mosby Inc., an affiliate of Elsevier Inc., USA.
- Franzetti, L dan Scarpellini, M. 2007. Characterisation of *Pseudomonas* spp. Isolated from Foods. *Annals of Microbiology*, Vol. 57(1) : 39-47.
- Golas, I., Szmyt, M., Potorski, J., Lopata, M., Gotkowska-Plachta, A. dan Glinska-Lewczuk. 2019. Distribution of *Pseudomonas fluorescens* and *Aeromonas hydrophila* Bacteria in a Recirculating Aquaculture System during Farming of European Grayling (*Thymallus thymallus* L.) Broodstock. *Water*, Vol. 11: 1-16.
- Gumel, A. M., Annuar, M. S. M. dan Heidelberg, T. 2012. Biosynthesis and Characterization of Polyhydroxyalkanoates Copolymers Produced by *Pseudomonas putida* Bet001 Isolated from Palm Oil Mill Effluent. *PLOS ONE*, Vol. 7(9) : 1-8.
- Hanna, M. I., El-Hady, M. A., Ahmed, H. A., Elmeadawy, S. A. dan Kenwy, A. M. 2014. A Contribution on *Pseudomonas aeruginosa* Infection in African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, Vol. 5(5) : 575-588.
- Hernowo, A. P. dan Suyanto, S. R. 2010. *Pembenihan dan Pembesaran Lele*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Herpher, B. dan Pruginin, Y. 1981. *Commercial Fish Farming with Special Reference to Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Holt, J. C. dan Bergey, D. H. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th ed., Baltimore : William & Wilkins.
- Hosain, M. J., Sun, D., McGarey, D. J., Wrenn, S., Alexander, L. M., Martino, M.

- E., Xing, Y., Terhune, J. S. dan Liess, M. R. 2014. An Asian Origin of Virulent *Aeromonas hydrophila* Responsible for Disease Epidemics in United States-Farmed Catfish. *American Society for Microbiology Journals*, Vol. 5(3) : 1-7.
- Iswanto, B. 2013. Menelusuri Identitas Ikan Lele Dumbo. *Media Akuakultur*, Vol. 8 (2) : 85-95.
- Jamaluddin., Suryanto, D. dan Lesmana, I. 2016. Jenis-jenis Bakteri Gram Positif Potensial Patogen pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Desa Tanjung Rejo Paluh Putri Percut Sei Tuan. *Jurnal Aquacostamarine*, Vol. 14(4) : 1-10.
- Janda, J.M. dan Abbott, S.L. 2010. The Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Pathogenicity, and Infection. *Clinical Microbiology Reviews*, Vol. 23: 35-73.
- Jasmanindar, Y. 2011. Prevalensi Parasit dan Penyakit Ikan Air Tawar yang Dibudidayakan di Kota/ Kabupaten Kupang. *Bionatura*, Vol. 13 (1) : 25-30.
- Jimoh, W. A., Oladele-Bukola, M. O., Adebayo, M. D., Yusuf, A. A., Azeez, F. A. dan Salami, O. O. 2014. Microbial Flora of The Gastro-intestinal Tract of *Clarias gariepinus* Caught from River Dandaru, Ibadan-Nigeria. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, Vol. 12(2) : 1-6.
- Kaito, C. dan Sekimizum K. 2007. Colony Spreading in *Staphylococcus aureus*. *Journal of Bacteriology*, Vol. 189(6) : 2553-2557.
- Kavitha, M., Raja, M. dan Perumal, P. 2018. Evaluation of Probiotic Potential of *Bacillus* spp. Isolats from The Digestive Tract of Freshwater Fish *Labeo calbasu* (Hamilton, 1822). *Aquaculture Reports*, Vol. 11 : 59-69.
- Kaynar, P. dan Beyatli, Y. 2012. Antagoistic Activities of *Bacillus* spp, Strains Isolated from The Fishes. *Journal of Applied Biological Sciences*, Vol. 6(3) : 77-81.
- Kementerian Kelautan Perikanan. 2015. *Petunjuk Teknis Pemantauan Hama dan Penyakit Ikan Karantina*. Jakarta.
- Kementerian Kelautan Perikanan. 2017. *Petunjuk Teknis Pengambilan Contoh Uji Media Pembawa*. Jakarta.
- Kementerian Kelautan Perikanan. 2017. *Statistik Perikanan Budidaya Air Tawar Indonesia*. Jakarta.
- Kementerian Kelautan Perikanan. 2018. *Refleksi 2018 & Outlook 2019*. Jakarta.
- Khodijah, D., Rachmawati, D. Dan Pinandoyo. 2015. Performa Pertumbuhan Benih

Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) melalui Penambahan Enzim Papain dalam pakan Buatan. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, Vol. 4 (2) : 35-43.

- Khumaidi, A. dan Hidayat, A. 2018. Identifikasi Penyebab Kematian Massal Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) Di Sentra Budidaya Ikan Gurami, Desa Beji, Kecamatan Kedung Banteng, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Journal of Aquaculture Science*, Vol. 3 (2) : 145-153.
- Kishkm D. M., Moustafa, N. Y. dan Kirrella, G. A. K. 2020. Prevalence and Virulence Characteristic of *Aeromonas* Species Isolates from Fish Farms in Egypt. *Kafrelsheikh Veterinary Medical Journal*, Vol. 18(2) : 5-8.
- Kismiyati. 2009. Ektoparasit *Argulus japonicus* (Crustacea: Argulidae) pada Ikan Maskoki *Carassius auratus* (Cypriniformes: Cyprinidae) dan Upaya Pengendalian dengan ikan Sumatera *Puntius tetrazone* (Cypriniformes: Cyprinidae). *Disertasi*. Program Pascasarjana. Universitas Airlangga.
- Kordi, H. Dan Ghufro, M. K. 2010. *Budidaya Ikan Lele di Kolam Terpal*. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Kordi, K. dan Ghufro, M. 2004. *Penanggulangan Hama dan Penyakit Ikan*. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Kozinska, A. dan Pekala, A. 2011. Characteristics of Disease Spectrum in relation to Species, Serogroups, and Adhesion Ability of Motile *Aeromonads* in Fish. *The Scientific World Journal*, Vol. 2012. Hal. 1-9.
- Krieg, N. R. dan Holt, J. G. 1984. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* 1st Edition, United States of America Baltimore, Williams & Wilkins Company.
- Laith, A. R. dan Najjah, M. 2013. *Aeromonas hydrophila*: Antimicrobial Susceptibility and Histopathology of Isolates from Diseased Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Journal of Aquaculture*, Vol. 5(2) : 1-7.
- Le, T. S., Nguyen, T. H., Vo, H. P., Doan, V. C., Nguyen, H. L., Tran, M. T., Tran, T. T., Southgate, P. C. dan Kurtboke, D. I. 2018. Protective Effects of Bacteriophages against *Aeromonas hydrophila* Causing Motile *Aeromonas* Septicemia (MAS) in Striped Catfish. *Antibiotics*, Vol. 7 (16) : 1-11.
- Lu, A., Song, Y., Hu, X., Sun, J., Li, L., Pei, C., Zhang, C. dan Nie, G. 2016. *Aeromonas veronii*, Associated with Skin Ulcerative Syndrome, Isolated from the Goldfish (*Carassius auratus*) in China. *The Israeli Journal of Aquaculture*, Vol. 68. Hal. 1-10.
- Majtan, J., Cerny, J., Ofukana, A., Takac, P. dan Kozanek, M. 2012. Mortality of Therapeutic Fish *Garra rufa* caused by *Aeromonas sobria*. *Asian Pasific*

- Salama, S. dan Gharib, A. E. F. 2009. Parasitic Protozoa Accompanied with *Pseudomonas putida* Infection in Cultured *Oreochromis niloticus*. *The Egyptian Journal of Experimental Biology*, Vol. 5 : 101-108.
- Saparinto, C. 2009. *Budidaya Ikan di Kolam Terpal*. Penebar Swadaya, Bogor.
- Sarjito, A., Haditomo, H. C., Desrina., Ariyati, R. W dan Prayitno, S. B. 2018. The Diversity of Causative Agent Associated with Bacterial Disease on Catfish (*Clarias gariepinus*) with Molecular Based from Demak, Indonesia. *Omni-Akuatika*, Vol. 14(2) : 100-106.
- Sarker, J. dan Faruk, M. A. R. 2016. Experimental Infection of *Aeromonas hydrophila* in pangasius. *Progressive Agriculture*, Vol. 27(3) : 392-399.
- Sarter, A., Nguyen, h. N.K., Hung, L. T., Lazard, J. dan Montet, D. 2007. Antibiotic Resistance in Gram-negative Bacteria Isolated from Farmed Catfish. *Science Direct: Food Control*, Vol. 18 : 1391-1396.
- Sencerovich, Y., Izhaki, I. dan Halpem, M. 2010. Fish as Reservoirs and Vectors of *Vibrio cholerae*. *PLOS ONE*, Vol. 5(1) : 1-13.
- Seosanto, L., Mugiastuti, E. dan Rahayuniati, R. F. 2011. Morphological and Physiological Features of *Pseudomonas fluorescens* P60. 4th *International Seminar of Indonesian Society for Microbiology*. Hal. 22-24.
- Setiaji, A. 2009. *Efektifitas Ekstrak Daun Pepaya Carica papaya L. Untuk Pencegahan dan Pengobatan Ikan lele dumbo Clarias sp. yang Diinfeksi Bakteri Aeromonas hydrophila*. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setyono, D. E. D. 2004. Pengetahuan Dasar Akuakultur. *Jurnal Oseana*, Vol. 12 (1) : 27-32.
- Sholikhah, H.E. 2009. *Efektivitas Campuran Meniran (Phyllanthus niruri) dan Bawang Putih (Allium sativum) Dalam Pakan Untuk Pengendalian Infeksi Bakteri Aeromonas hydrophila Pada ikan lele dumbo dumbo (Clarias sp.)*. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sichewo, P. R., Gono, R. K., Muzvondiwa, J. V. dan Sizanobuhle, N. 2013. Isolation and Identification of Pathogenic Bacteria in Edible Fish : A Case Study of Fletcher Dam in Gweru, Zimbabwe. *International Journal of Science and Research*, Vol. 2(9) : 269-273.
- Singh, R. N., Singh, R. P., Sharma, A. dan Saxena, A. K. 2016. Modeling of PrnD protein from *Pseudomonas fluorescens* RajNB11 and its comparative structural analysis with PrnD proteins expressed in *Burkholderia* and *Serratia*. *Turkish Journal of Biology*, 40 : 623-633.

- Sitio, M. H. F., Jubaedah, D. dan Syaifudin, M. 2017. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias* sp.) pada Salinitas Media yang Berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, Vol. 5 (1) : 83-96.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E. dan Rahayuniati, R. F. 2011. Morphological and Physiological Features of *Pseudomonas fluorescens* P60. *The 4th Internasional Seminar of Indonesian Society for Microbiology*. Purwekerto, Indonesia.
- Stoica, R., Moscovici, M., Tomulescu, C., Casarica, A., Babeanu, N., Popoa, O dan Kahraman, A. 2019. Antimicrobial Compounds of The Genus *Bacillus*: A review. *Romanian Biotechnological Letter*, Vol. 24 (6) : 1111-1119.
- Sulviana, A. W., Puspawati, N dan Rukmana, R. M. 2017. Identifikasi *Pseudomonas aeruginosa* dan Uji Sensitivitas terhadap Antibiotik dari Sampel Pus Infeksi Luka Operasi di RSUD Dr. Moewardi. *BIOMEDIKA*, Vol. 10(2) : 18-24.
- Suwarno, Y. F., Sarjito dan Prayitno, S. B. 2014. Sensitivitas Bakteri yang Berasosiasi dengan Penyakit Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) terhadap Berbagai Macam Obat Ikan yang Beredar di Kabupaten Pati. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, Vol. 3 (4) : 134-141.
- Suyono, Y. dan Salahudin, F. 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri *Pseudomonas* pada Tanah yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *Jurnal BIOPROPAL INDUSTRI*, Vol. 2 (1) : 8-13.
- Syamsunarno, M. B. dan Sunarno, T. D. 2016. Budidaya Ikan Air Tawar Ramah Lingkungan untuk Mendukung Keberlanjutan Penyediaan Ikan bagi Masyarakat. *Seminar nasional Perikanan dan kelautan*, Bandar Lampung.
- Triyanti, R. Dan Shafitri, N. 2012. Kajian Pemasaran Ikan Lele (*Clarias* sp.) dalam Mendukung Industri Perikanan Budidaya (Studi kasus di kabupaten Boyolali, Jawa Tengah). *Jurnal Sosek KP*, Vol. 7 (2) : 178-191.
- Ulfa, A., Suarsini, E. Dan al Muhdar, M. H. I. 2016. Isolasi dan Uji Sensitivitas Merkuri pada Bakteri dari Limbah Penambangan Emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat : Penelitian Pendahuluan. *Proceeding Biology Education Conference*, Vol. 13 (1) : 793-799.
- Varghese, N. dan Joy, P. P. 2014. *Microbiology Laboratory Manual*. Kerala Agricultural University, Pineapple Research Station, Kerala.
- Xu, H. M., Rong, Y. J., Zhao, M. X., Song, B. dan Chi, Z. M. 2013. Antibacterial Activity of The Lipopeptides Produced by *Bacillus amyloliquefaciens* M1 Against Multidrug-resistant *Vibrio* spp. Isolated from Diseased Marine Animals. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol. 97(4) : 1711-

