

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi acuan peneliti dalam melakukan penelitian antara lain:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Tuti Sumiati (2014) yang berjudul “Evaluasi Keamanan Vaksin Bakteri *A. hydrophila* Inaktif Terhadap Ikan, Lingkungan, dan Aspek Keamanan Pangan”. Hasil penelitian ini menunjukkan tidak terjadi kematian akut pada 24 jam pasca vaksinasi pada kelompok ikan yang divaksin maupun kelompok kontrol. Sedangkan pada periode induksi kekebalan tidak terdapat kematian ikan pada perlakuan perendaman. Kematian ikan masing-masing sebanyak 1 ekor ikan terjadi pada perlakuan injeksi dan pakan. Hasil analisa kadar formalin kuantitatif tidak terdeteksi adanya residu formalin baik pada vaksin yang diencerkan, ikan maupun pada media budidaya. Persamaan penelitian ini dengan yang dilakukan oleh peneliti yaitu sama-sama menggunakan bakteri *Aeromonas hydrophila*, sedangkan perbedaannya adalah peneliti menggunakan ikan yang lebih spesifik yaitu ikan gurame.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Herna Nur Oktaviana, dkk (2015) yang berjudul: “Pencegahan Infeksi *Aeromonas hydrophyla* Pada Ikan Lele Sangkuriang Menggunakan Tepung Buah Mahkota Dewa dalam Pakan”. Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan buah mahkota dewa

(*P.macrocarpa*) dalam pakan untuk mencegah infeksi *A.hydrophila* dengan konsentrasi 1,0% menghasilkan tingkat persentase ikan yang terserang penyakit (Prevalensi) terendah yaitu 19,98% pasca infeksi bakteri *A.hydrophila*. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti menggunakan vaksin yang sama yaitu vaksin bakteri *A. hydrophila*, akan tetapi ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan gurame

3. Penelitian yang dilakukan oleh Rika Rosmawaty, dkk (2016) yang berjudul: “Pemanfaatan Ekstrak Kulit Jengkol dalam Pakan Ikan untuk Meningkatkan Imunitas Benih Gurame (*Osphronemus Gouramy*) terhadap Infeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan ekstrak kulit jengkol dalam pakan dengan konsentrasi 20 ppm efektif meningkatkan imunitas benih gurame terhadap serangan bakteri *A. hydrophilad* dengan rata-rata kelangsungan hidup berbeda nyata sebesar 93,33%, dengan nilai presentase peningkatan jumlah sel darah putih tertinggi yaitu sebesar 55,74% setelah diberi perlakuan ekstrak kulit jengkol. Penelitian ini memanfaatkan alternatif pakan berupa ekstrak kulit jengkol dalam rangka upaya untuk meningkatkan imunitas benih gurame terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah pemberian vaksin bakteri *A. hydrophilay* yang diharapkan mampu meningkatkan imunitas ikan gurame.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Dini Siswani Mulia, dkk (2015) yang berjudul: “Uji Lapang Pakan Bervaksin *A. hydrophila* Pada Lele Dumbo

di Daerah Cilacap”. Hasil penelitian ini adalah pakan bervaksin dapat meningkatkan produksi titer antibodi ($P < 0,05$) dibandingkan kontrol. Penggunaan pakan buatan dari bulu ayam, ampas tahu, dan ikan rucah dapat dijadikan alternatif bahan baku karena dapat meningkatkan pertumbuhan berat dan panjang ikan. Pakan bervaksin dapat diaplikasikan secara lapang. Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian pakan bervaksin skala lapang di beberapa daerah yang dicobakan pada ikan tawar lain, seperti gurami, tawes, nila, nila, dan lain-lain. Berbeda dengan penelitian ini yang menggunakan ikan lele dumbo, ikan yang digunakan oleh peneliti adalah ikan gurame. Selain itu, penelitian terbatas tidak diaplikasikan secara lapang oleh peneliti.

B. Landasan Teori

1. Ikan Gurame

a. Klasifikasi Ikan Gurame

Gurame merupakan ikan asli perairan Indonesia yang mempunyai nama berbeda-beda di setiap daerah yaitu gurameh, gurame, kalau, dan kala. Di Jawa ikan ini dikenal dengan nama gurami, graeh, atau brami. Sedangkan di Sumatera dan Kalimantan biasanya dikenal dengan nama kalui, sialui, kalaa, kalau, dan kalwe. Ikan gurame tersebar di beberapa negara antara lain Thailand, Sri Lanka, Malaysia, Australia, Cina, India, dan Indonesia (Jangkaru, 1999).

Ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) termasuk bangsa ikan *Labyrinthici*, yaitu bangsa ikan yang memiliki alat pernapasan tambahan (*labirin*) berupa selaput tambahan berbentuk tonjolan pada tepi atas lapisan insang pertama, sehingga dapat mengambil oksigen langsung dari udara. Jangkaru (2002) menyatakan klasifikasi ikan gurame secara lengkap adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*
Phylum : *Chordata*
Class : *Pisces*
Ordo : *Labyrinthici* *Sub Ordo* : *Anabantoidae*
Family : *Anabantidae*
Genus : *Osphronemus*
Species : *Osphronemus gouramy*



Gambar 2.1 Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*)

b. Morfologi

Ikan gurame mempunyai bentuk badan agak panjang, pipih ke samping (*compressed*) dan lebar serta tipe sisik (*ctenoid*). Mulut ikan gurami berukuran kecil, letaknya miring dan dapat disembulkan sehingga tampak monyong. Ikan gurami memiliki sirip punggung dan dubur (anal) yang panjangnya dapat mencapai pangkal ekor. Ikan gurame mempunyai sepasang sirip perut yang telah berubah bentuk menjadi sepasang benang panjang yang berfungsi sebagai alat peraba. Sirip ekor ikan gurame berbentuk membulat (*rounded*). Panjang badan ikan gurame di alam dapat mencapai 65 cm dengan berat badan lebih dari 10 kg. Warna tubuh pada ikan gurame muda umumnya berwarna biru kehitam-hitaman dan bagian perut berwarna putih (Mahyuddin, 2009).

Kepala pada ikan gurame muda berbentuk lancip sedangkan pada ikan gurame dewasa mempunyai bentuk kepala tumpul. Pada ikan gurame jantan yang sudah tua terdapat tonjolan seperti cula pada bagian kepala yang memiliki garis lateral tunggal, lengkap dan tidak terputus. Warna tersebut akan berubah menjelang dewasa, yakni pada bagian punggung berwarna kecokelatan dan pada bagian perut berwarna keperakan atau kekuningan (Mahyuddin, 2009).

Secara umum, terdapat beberapa strain ikan gurami seperti terlihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut berikut:

Tabel 2.1 Strain Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*)

Strain Ikan Gurame	Karakteristik	Produksi Telur
Gurame Jepun	Ukuran tubuh lebih kecil, panjang 40-45cm dengan bobot 3,5-4 kg, warna tubuh hitam dengan sisik kecil-kecil	2.000-3.000 butir/periode bertelur
Gurame Soang	Panjang tubuh mencapai 65cm dengan bobot 8kg, pertumbuhan relatif cepat, warna tubuh putih keperakan dengan kombinasi hitam dan merah	3.000-5.000 butir/periode bertelur
Gurame Bastar	Sisik besar, warna tubuh agak kehitaman dengan kepala putih, pertumbuhan tergolong cepat	2.000-3.000 butir/periode bertelur
Gurame Bluesafir	Warna tubuh merah muda cerah, berat maksimum hanya	6.000 butir/periode bertelur
Gurame Paris	Warna tubuh merah muda, terdapat bintik hitam disekujur tubuhnya, bobot maksimumnya hanya 1,5 kg/ekor	5.000 butir/periode bertelur
Gurame Porselen	Warna tubuh merah muda cerah dengan bagian bawah tubuh putih, ukuran kepala relatif kecil	10.000 butir/periode bertelur
Gurame Kapas	Warna tubuh putih keperakan seperti kapas, sisik kasar dan besar, bobotnya hanya mencapai 1,5 kg/ekor	3.000 butir/periode bertelur
Gurame Batu	Warna tubuh hitam merata dan sisiknya kasar, pertumbuhannya tergolong lambat	2.000-3.000 butir/periode bertelur

Sumber: Agromedia, 2007

c. Habitat dan Penyebaran

Di alam, ikan gurame mendiami perairan yang tenang dan tergenang seperti rawa-rawa, situ dan danau. Di sungai yang berarus

deras, jarang dijumpai ikan gurame. Kehidupan ikan gurami menyukai kolam-kolam yang airnya tenang (Sitanggang dan Sarwono, 2003). Ikan gurame dapat tumbuh dan berkembang pada perairan tropis maupun subtropis yang berada pada ketinggian antara 50-600m dpl.

Ikan gurame merupakan ikan asli perairan Indonesia yang sudah menyebar ke wilayah Asia dan Cina. Beberapa literatur menyebutkan bahwa ikan gurame berasal dari kepulauan Sunda Besar atau sekarang lebih dikenal dengan Jawa Barat, yaitu Ciamis. Selanjutnya, ikan gurame menyebar ke Tondano di Sulawesi Utara pada tahun 1902. Bahkan sejak abad 18, ikan gurame sudah diintroduksi ke negara lain, diantaranya Madagaskar, Mauritius, Sycheles, Australia, Srilangka, Suriname, Guyane, Martinique dan Haiti (Robert, 1992). Di Indonesia ikan gurame mempunyai nama lain seperti *kalau, kalui, kala atau kalowo* (Jangkaru, 2002).

d. Kebiasaan Makan

Ikan gurame tergolong jenis omnivora, yakni ikan yang dapat memangsa berbagai jenis makanan, baik yang berasal dari tumbuhan maupun binatang renik. Di alam bebas, ikan gurame mempunyai kebiasaan makan makanan yang spesifik pada stadium pertumbuhannya. Ikan gurame stadium larva dan benih umumnya memakan jasad renik seperti fitoplankton, zooplankton, chlorella, kutu air, larva serangga dan serangga. Sementara itu, ikan gurame

dewasa cenderung lebih menyukai tumbuhan. Ikan gurame dewasa biasanya memakan tumbuhan air yang lunak seperti azolla, hydrilla, kangkung air, genjer dan apu-apu (Anonim, 2007). Daun yang bisa menjadi makanan ikan gurame dewasa adalah daun sente (*Alocasia macrorhiza*). Di kolam budidaya, ikan gurame dewasa juga menyukai daun singkong, daun pepaya dan daun talas yang diberikan oleh petani. Namun dalam budidaya intensif pemberian pakan alami ini belum cukup. Petani biasanya juga memberikan pelet atau pakan buatan pabrik agar pertumbuhannya optimal.

e. Pertumbuhan Ikan Gurame

Pertumbuhan merupakan salah satu masalah dalam budidaya ikan karena berkaitan dengan produksi sehingga merupakan parameter yang penting diperhatikan. Menurut Efendie (1997) pertumbuhan adalah perubahan ukuran baik berat, volume maupun panjang dalam jangka waktu tertentu.

Pertumbuhan ikan gurame sangat lambat dibandingkan jenis-jenis ikan budidaya yang lain. Menurut SNI 01-7241-2006, untuk mencapai ukuran 200-300 g/ekor dari larva membutuhkan waktu 9,5 bulan. Untuk mencapai ukuran konsumsi dengan berat badan minimal 500 g dari benih yang berukuran 1 g memerlukan waktu pemeliharaan lebih dari satu tahun (Sitanggang dan Sarwono, 2003). Dalam pemeliharaan semi intensif, benih ikan gurami ukuran panjang total 5-7cm (berbobot 8-10gr) membutuhkan waktu 4,5

bulan dari telur menetas, panjang 12-15cm (berbobot 30-40gr) membutuhkan waktu 6 bulan dan panjang 25-30cm ukuran konsumsi (berbobot 500-800gr) membutuhkan waktu 11 bulan (Bachtiar, 2010).

Usaha budidaya ikan gurame terdiri dari pembenihan, pendederan dan pembesaran. Usaha pembenihan meliputi kegiatan pemeliharaan induk, pemijahan, penetasan telur dan perawatan larva hingga ukuran 0,5-1cm. Kegiatan pendederan meliputi pemeliharaan benih 0,5-1cm hingga ukuran 11cm. Sedangkan kegiatan pembesaran merupakan lanjutan dari pendederan. Menurut SNI 01-7241-2006 produksi ikan gurame kelas pembesaran dibagi dua bagian yaitu tahap pembesaran I dan tahap pembesaran II. Tahap pembesaran I yaitu kegiatan pembesaran ikan gurame dari benih mulai tebar menjadi ukuran 200-300 g/ekor dengan pemeliharaan 90 hari-120 hari. Tahap pembesaran II yaitu kegiatan pembesaran ikan gurame dari ukuran 200-300 g/ekor menjadi ukuran 500-750 g/ekor dengan masa pemeliharaan 120 hari-150 hari. Namun, penentuan ukuran panen pembesaran ikan gurame juga disesuaikan dengan permintaan konsumen karena ada juga konsumen yang meminta ikan gurame berukuran di atas 1 kg/ekor (Anonim, 2007).

Secara umum pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang memengaruhi pertumbuhan ikan yaitu keturunan (genetik), jenis kelamin, parasit dan penyakit (Effendie, 1997), serta umur dan kedewasaan (Moyle

dan Cech, 2004). Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu jumlah dan ukuran makanan yang tersedia, kepadatan ikan, suhu, oksigen terlarut, kadar amonia di perairan, dan salinitas (Moyle dan Cech, 2004).

Cara meningkatkan produktivitas ikan gurami dapat melalui pemeliharaan yang baik, antara lain padat penebaran yang tepat, pengelolaan air yang baik, pemberian pakan yang tepat, jumlah makanan yang cukup, penanggulangan hama penyakit dan pemberian hormon pertumbuhan. Teknik budidaya secara intensif untuk menghasilkan ikan gurami dengan produktivitas tinggi dan pertumbuhan yang cepat merupakan perbaikan dari teknik pemeliharaan konvensional yang selama ini lazim dilakukan petani ikan gurami. Teknik pemeliharaan secara intensif untuk membesarkan ikan gurami sudah diterapkan dari tingkat pembenihan, pendederan, hingga pembesaran (Bachtiar, 2010).

2. Bakteri *Aeromonas hydrophila*

Klasifikasi *A. hydrophila* menurut Holt *et al.* (1994) sebagai berikut:

Filum : Protophyta

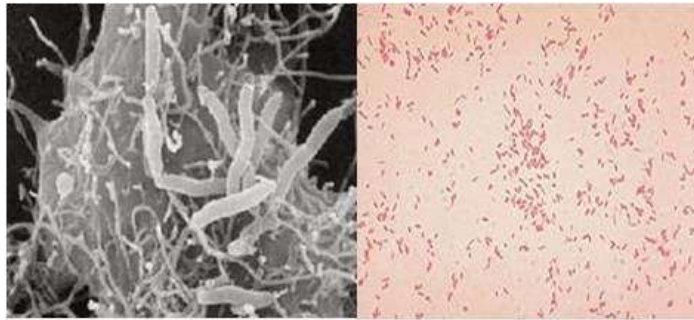
Kelas : Schizomycetes

Ordo : Pseudonadeles

Famili : Fribionaceaceae

Genus : *Aeromonas*

Spesies : *Aeromonas hydrophila*



Gambar 2.2 Bakteri *A. hydrophila*

Bakteri *A. hydrophila* merupakan mikroorganisme yang bersifat Gram negatif, dengan sel berbentuk batang pendek dengan ukuran 0,7-08 μm , tanpa endospora dan kapsul, bergerak (motil) dengan pergerakan polos. Mikroba ini mempunyai koloni bulat dan mata cembung berwarna keputih-putihan (krem) dengan diameter 2-3 cm (Irianto, 2003)

Bakteri *A. hidrophila* mulai dikenal di Indonesia sejak tahun 1980, karena bakteri tersebut merupakan penyebab wabah penyakit bercak merah pada ikan air tawar yang pertama kali terjadi di Jawa Barat tahun 1980 (Angka *et al.*, 1982 dalam Abdullah, 2008). *A. hydrophila* merupakan penyebab umum dari penyakit *bacterial septicaemia* yaitu penyakit yang dapat merusak jaringan dan organ pembuat sel darah. Serangan penyakit ini cenderung bersifat musiman dan meningkat selama musim panas. Ikan yang terserang bakteri *A. hydrophila* biasanya akan memperlihatkan gejala berupa warna tubuhnya berubah menjadi agak gelap, kulitnya menjadi kasar dan timbul pendarahan yang selanjutnya akan menjadi borok. Gejala lainnya kemampuan berenangya menurun dan sering mengap-mengap di permukaan air karena insangnya rusak sehingga sulit bernafas. Selain itu, sering terjadi pendarahan pada organ

bagian dalam seperti hati, ginjal maupun limpa, seluruh siripnya rusak dan insangnya berwarna keputih-putihan, mata rusak dan agak menonjol (Wakhid, 2009).

Dengan pewarnaan Gram (Hayes, 2000) bakteri *A. hydrophila* umumnya hidup di air tawar, terutama yang mengandung bahan organik tinggi. Ciri utama bakteri *A. hydrophila* adalah bentuknya seperti batang, bersifat Gram negatif, fakultatif aerobik (dapat hidup dengan atau tanpa oksigen), tidak berspora, bersifat motil karena mempunyai satu flagel yang keluar dari salah satu kutubnya, senang hidup pada lingkungan bersuhu dan pH 5,5-9 (Afrianto & Liviawaty, 2004).

Dalam kondisi normal, *A. hydrophila* biasa ditemukan pada lingkungan perairan tawar dan merupakan penghuni saluran gastrointestinal. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri ini terutama menyerang ikan air tawar seperti ikan gurami, lele, ikan mas dan spesies ikan tropis lainnya termasuk ikan hias. Bakteri *A. hydrophila* merupakan penyebab utama aeromonas (*Motile Aeromonas Septichaemia*, MAS) atau *Hemorrhagic Septichaemia* pada berbagai hewan air, terutama ikan air tawar (Austin dan Adams, 2007). Penyakit MAS yang disebabkan oleh *A. hydrophila* merupakan penyakit utama yang menjadi kendala dalam bisnis aquakultur di seluruh dunia (Yu *et al.*, 2004). Ikan yang terinfeksi biasanya memiliki luka pada tubuhnya, bola mata menonjol (*exophthalmia*), terjadi pendarahan pada beberapa bagian tubuh dan perut membuncit. Ikan yang terinfeksi dengan luka terbuka dapat menyebarkan

penyakit ini ke ikan lain. Ikan yang terlihat sehat dapat membawa penyakit ini (*sub clinical carriers*) dan akan melepaskan bakteri yang terdapat dalam kotoran ke lingkungan perairan (Strohmeyer, 2009).

Bakteri *A. hydrophila* dapat memanfaatkan albumin, casein, fibrinogen, dan gelatin sebagai substrat protein sehingga dapat diketahui galur *A. hydrophila* bersifat preteolitik (Angka *et al.*, 2001 dalam Abdullah, 2008). Aktivitas hemolitik dan proteolitik adalah faktor paling penting dalam patogenesis dan virulensi dari bakteri (Austin, 1993 dalam Abdullah, 2008). Serangan bakteri ini bersifat laten (berkepanjangan), jadi tidak memperlihatkan gejala penyakit meskipun telah dijumpai pada tubuh ikan. Infeksi *A. hydrophila* dapat terjadi akibat perubahan kondisi lingkungan, stres, perubahan temperatur, air yang terkontaminasi dan terinfeksi oleh virus, bakteri atau parasit lainnya (infeksi sekunder).

Bakteri *A. hydrophila* dikenal sebagai patogen oportunistik dan hanya dapat menimbulkan penyakit pada populasi ikan yang lemah atau sebagai infeksi sekunder saat ikan terinfeksi penyakit lain. Kualitas air yang buruk seperti suhu air yang tinggi, kadar amonia dan nitrit tinggi, gangguan pH dan oksigen terlarut yang rendah mampu memicu berkembangnya penyakit pada ikan. Kepadatan parasit dan ikan yang tinggi, aktifitas pemijahan, penanganan dan transportasi yang kasar juga dapat memicu timbulnya penyakit yang disebabkan oleh bakteri *A. hydrophila* (Camus *et al.*, 1998 dalam Abdullah, 2008).

Pada umumnya penyebaran bakteri *A. hydrophila* terjadi secara horizontal lewat kontak langsung dengan air maupun hewan yang sakit. Serangan bakteri ini bersifat laten (berkepanjangan), jadi tidak memperlihatkan gejala penyakit meskipun telah dijumpai pada tubuh ikan. Serangan bakteri ini baru terlihat apabila ketahanan tubuh ikan menurun akibat stres yang disebabkan oleh penurunan kualitas air, kekurangan pakan atau penanganan yang kurang cermat (Samsundari, 2006).

3. Patogenesis *A. hydrophila*

A. hydrophila menghasilkan ECP (*Extracellular product*) yang banyak mengandung aktivitas enzimatis ECP ini mengandung sedikitnya aktivitas haemolitik dan proteolitik yang merupakan penyebab utama patogenitas pada ikan (Austin, 1993). Bakteri ini juga menghasilkan racun yang diidentifikasi sebagai enterotoxin, proteases, dan haemolysin. Racun ini menyebabkan kerusakan sistemik sampai sistem hematopoietik dan hati yang akhirnya menyebabkan kematian (Angka, 1990).

Bakteri *A. hydrophila* diduga juga memproduksi eksotoksin dan endotoksin, yang sangat berpengaruh pada patogenitas bakteri ini. Eksotoksin merupakan komponen protein terlarut, yang disekresikan oleh bakteri pada fase pertumbuhan eksponensial. Produksi toksin biasanya spesifik pada beberapa spesies bakteri tertentu baik gram positif maupun gram negatif, yang menyebabkan terjadinya penyakit. Endotoksin adalah toksin yang merupakan bagian integral dari dinding sel bakteri gram negatif. Aktivitas biologis dari endotoksin dihubungkan dengan keberadaan

lipopolisakarida (LPS). LPS merupakan komponen penyusun permukaan dari membran terluar (*outer membrane*) bakteri Gram negatif (Syamsir 2008).

Eksotoksin yang diproduksi oleh *A. hydrophila* meliputi hemolisin, protease, elastase, lipase, sitotoksin, enterotoksin, gelatinase, kaseinase, lecithinase dan leucocidin. Hemolisin merupakan enzim yang mampu melisiskan sel-sel darah merah dan membebaskan hemoglobinnya. Protease adalah enzim proteolitik yang berfungsi untuk melawan pertahanan tubuh inang untuk berkembangnya penyakit dan mengambil persediaan nutrient inang untuk berkembangbiak (Angka 2001).

Bakteri *A. hydrophila* dapat memanfaatkan albumin, kasein, fibrinogen, dan gelatin sebagai substrat protein. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bakteri ini bersifat proteolitik (Shotts *et al.* 1985), sehingga berpotensi besar sebagai patogen ikan. Adanya enzim proteolitik akan merusak dinding intestin, sehingga terjadi penebalan dinding, udem dan semi transparan (Munro 1982). Ketika *A. hydrophila* masuk ke dalam tubuh inang, maka toksin yang dihasilkan akan menyebar melalui aliran darah menuju organ. Enterotoksin merupakan suatu toksin ekstraseluler bakteri yang khususnya menyerang saluran gastrointestinal. Lecithinase adalah enzim yang menghancurkan berbagai sel jaringan dan terutama aktif melisiskan selsel darah merah, sedangkan leucocidin adalah enzim yang dapat membunuh sel-sel darah putih (Pleczar & Chan 1988).

Bakteri *A. hydrophila* memiliki struktur dinding sel berupa lipopolisakarida (LPS) yang dikenal sebagai endotoksin. Menurut

Syamsir (2008), LPS dapat menyebabkan peradangan, demam, penurunan kadar besi, dan pembekuan darah. Angka (2001) menambahkan bahwa LPS dapat menyebabkan shock pada inang. Endotoksin akan dilepaskan ke lingkungan hanya apabila bakteri tersebut mati dan mengalami lisis.

Disamping mampu memproduksi eksotoksin dan endotoksin sebagai faktor virulensi, bakteri *A. hydrophila* patogen juga memiliki kemampuan untuk menempel pada sel tubuh ikan melalui aktifitas adhesins. Adhesins ini bersifat sangat selektif, hanya mampu mengenali rantai polimer D-mannosa dan L-sucosa yang terletak pada permukaan sel eukariot. Dengan menempelnya *A. hydrophila* pada permukaan sel inang, kemungkinan besar sel inang tersebut akan terinfeksi (Austin, 1993).

Bakteri *A. hydrophila* berpotensi menyebabkan infeksi saluran gastrointestinal pada manusia. Strain *A. hydrophila* dapat menyebabkan kasus enteropathogenik, khususnya pada anak-anak, orang tua dan penderita *immunocompromised* (rusaknya sistem imun akibat infeksi patogen). Beberapa gejala diare akibat *A. hydrophila* penyebab gastroenteritis berkaitan erat dengan diproduksinya enterotoksin oleh *A. hydrophila* (Trower *et al.*, 2000).

4. Penyakit *Motil Aeromonas Septicemia* (MAS)

Penyakit *Motil Aeromonas Septicemia* (MAS) adalah penyakit bakterial yang disebabkan oleh *A. hydrophila*. Gejala eksternal yang

muncul akibat penyakit MAS adalah ulser yang berbentuk bulat atau tidak teratur dan berwarna merah keabu-abuan, inflamasi, dan erosi di dalam rongga dan sekitar mulut. Selain itu, terjadi hemorragik pada sirip serta mata membengkak dan menonjol (Mulia, 2012).

Gejala internal dari penyakit MAS adalah pembengkakan ginjal, tetapi tidak lembek, bintik merah pada otot daging dan peritoneum, usus tidak berisi makanan, tetapi berisi cairan kuning (Mulia, 2012). Penyakit MAS akan mewabah pada saat kondisi tubuh ikan menurun akibat stress dan penurunan kualitas lingkungan. Penyakit MAS sering pula menjadi infeksi sekunder setelah serangan parasit. Bakteri penyebab ini dapat menyerang semua jenis ikan air tawar di daerah tropis (Suryantinah, 2005).

Penyakit MAS sering diatasi dengan penggunaan obat-obatan dan antibiotik, namun hasilnya kurang memuaskan. Di samping itu, penggunaan obat-obatan secara terus-menerus menyebabkan timbulnya patogen yang resisten, penimbunan residu obat-obatan di dalam tubuh ikan, maupun pencemaran lingkungan yang akhirnya mempengaruhi organisme perairan yang berguna. Oleh karena itu, perlu dikembangkan teknik vaksinasi untuk pencegahan dini terhadap serangan bakteri tersebut (Olga, 2010).



Gambar 2.3 Ikan Gurame yang terkena penyakit MAS

5. Vaksin

Menurut Kuby (2007), vaksin berasal dari bahasa latin "vacca" yang berarti *cow* atau sapi. Istilah ini ditetapkan oleh Louis Pasteur sebagai penghargaan kepada Edward Jenner yang mempelopori ide vaksinasi saat menangani masalah *small pox* pada tahun 1798 yang menyerang manusia. Vaksin adalah bahan yang berasal dari mikroorganisme, yang sifat patogenitasnya telah dihilangkan dan digunakan untuk merangsang pembentukan sistem kekebalan tanpa menyebabkan penyakit (Tizard 1988). Menurut Kordi & Ghufran (2004), vaksin adalah satu antigen yang biasanya berasal dari suatu jasad patogen yang telah dilemahkan atau dimatikan, ditujukan untuk meningkatkan ketahanan (kekebalan) ikan atau menimbulkan kekebalan aktif terhadap suatu penyakit tertentu. Vaksin berfungsi sebagai antigen stimulan untuk memacu sel-sel terspesialisasi untuk memproduksi antibodi dan sel-sel tersebut umumnya adalah limfosit (Anderson, 1974). Pada prinsipnya vaksin dapat mencegah terjadinya infeksi yaitu vaksin yang mengandung seluruh sel, dan vaksin dapat mencegah efek infeksi yaitu vaksin *toxoid clostridium* (Soeripto, 2001).

Vaksinasi adalah salah satu cara pemberian rangsangan atau antigen secara sengaja agar ikan dapat memproduksi antibodi terhadap suatu bibit penyakit atau patogen. Vaksin umumnya terdiri dari dua tipe yaitu vaksin hidup yang merupakan patogen hidup dan tidak mempunyai tingkat keganasan atau tingkat keganasannya rendah dan vaksin mati yang merupakan patogen yang telah diinaktifkan. Vaksinasi dapat dilakukan melalui injeksi, pakan, rendaman, hiperosmotik, celupan, dan semprotan (Mulia, 2012).

Beberapa macam vaksin yang dapat digunakan dalam budidaya ikan antara lain: vaksin sel utuh, vaksin dari komponen sel, dan vaksin DNA. Pemilihan vaksin yang digunakan bergantung pada jenis bakteri yang digunakan, kondisi ikan, dan kondisi lingkungan (Hardi *et al.*, 2013). Vaksinasi untuk mencegah penyakit mempunyai prospek yang baik, karena tidak menimbulkan dampak negatif pada ikan, lingkungan, dan konsumen. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan vaksin seperti antigen yang heterogen, imunitas yang relatif rendah, dan cara aplikasinya di lapangan (Olga, 2007).

Faktor - faktor yang mempengaruhi keberhasilan vaksinasi pada ikan adalah temperatur, umur, berat ikan, faktor pemeliharaan, dan sifat vaksin. Faktor pemeliharaan yang berpengaruh adalah kesehatan ikan, pakan (terutama vitamin C dan vitamin E), adanya polutan, antibiotik, dan lingkungan. Sedangkan sifat vaksin yang berpengaruh adalah jenis antigen, dosis antigen, cara vaksinasi dan pelarut antigen (Mulia, 2012).

Antigen O (Ag O) adalah sebagai *heat killed* merupakan vaksin yang berasal dari dinding sel bakteri gram negatif yang masih memiliki lipopolisakarida (LPS). Antigen tersebut baik untuk vaksin karena terletak di luar sehingga mudah dan cepat dikenal oleh antibodi. Antigen H (Ag H) merupakan vaksin sel utuh (*whole cell*) yang dilemahkan dengan formalin. Vaksin ini merupakan subunit protein yang membentuk polimer, beragam antarspesies dan berbeda sifat antigennya. Ag H masih mengandung flagelum dan protein, yang memungkinkan reaksi kuat terhadap antibodi. Selain Ag O dan Ag H, bagian lain dari *A. hydrophila* yang dapat dijadikan vaksin antara lain sitoplasma, debris, supernatan (*extracellular product*) (Mulia, 2007).

Penelitian vaksin *A. hydrophila* telah dilaporkan oleh Mulia (2007) bahwa vaksin *A. hydrophila* jenis Ag O dan Ag H dapat dijadikan antigen untuk mengendalikan penyakit MAS pada ikan gurame secara rendaman dengan dosis 10^8 selama 90 menit. Upaya dalam mengantisipasi penyakit MAS pada ikan gurame dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain : dengan cara imunisasi yang diberikan langsung pada benih maupun pada induk, dan vaksinasi (Sularto, 2005). Ikan yang terserang bakteri *A. hydrophilabiasanya* akan memperlihatkan gejala berupa warna tubuhnya berubah menjadi agak gelap, kulitnya menjadi kasar dan timbul pendarahan yang selanjutnya akan menjadi borok (*hemorrhage*). Kemampuan berenangya menurun dan sering sulit bernafas di permukaan air karena insangnya rusak sehingga sulit bernafas. Sering

terjadi pendarahan pada organ bagian dalam seperti hati, ginjal, maupun limpa. Seluruh siripnya rusak dan insangnya menjadi berwarna keputih-putihan, mata rusak dan agak menonjol (*exophthalmia*) (Afrianto & Liviawaty, 2004). Bakteri *A. hydrophila* memperbanyak diri di dalam usus, sehingga menyebabkan suatu radang *haemorrhagic mucuousdesquamative* (pengeluaran lendir yang berlebihan). Bakteri *A. Hydrophila* akan menyebar secara cepat pada ikan dengan padat penebaran tinggi dan bisa mengakibatkan kematian benih hingga 90 % - 100% (Mulia, 2012).

Vaksin polivalen merupakan vaksin yang memiliki beberapa antigen yang dibuat dari campuran beberapa isolat bakteri (Nitimulyo & Triyanto, 1991) sehingga vaksin polivalen ini banyak digunakan karena dapat dipakai untuk vaksinasi lebih dari satu strain penyakit. Menurut Lund *et al.* (2001), penggunaan vaksin multivalen atau polivalen memberikan hasil yang jauh lebih baik daripada penggunaan vaksin monovalen. Hal tersebut terlihat dari nilai *Relative Percent Survival* (RPS) ikan yang diberi vaksin polivalen lebih tinggi daripada nilai RPS ikan yang diberi vaksin monovalen sehingga dapat disimpulkan bahwa efikasi vaksin polivalen lebih tinggi daripada vaksin monovalen. Hasil penelitian Kamiso *et al.* (2005), menunjukkan penggunaan vaksin polivalen *Vibrio* dapat meningkatkan nilai sintasan (*survival rate*) dan tingkat perlindungan relatif (RPS) pada benih ikan kerapu tikus.

Vaksinasi adalah tindakan memasukkan antigen berupa virus atau agen penyakit yang telah dilemahkan ke dalam tubuh sehat dengan maksud

untuk merangsang kekebalan yang diharapkan dapat melindungi individu yang bersangkutan terhadap infeksi penyakit. Vaksin dibagi atas vaksin aktif dan vaksin inaktif. Vaksin aktif adalah vaksin yang mengandung partikel virus yang sudah dilemahkan untuk menghilangkan sifat virulensinya. Vaksin inaktif adalah vaksin dengan partikel virus yang sudah dimatikan tetapi masih memiliki sifat imunogenitas (Tizard 1988).

Vaksinasi dapat dilakukan secara intraperitorial, intramuskular, peroral, pencelupan, perendaman, dan penyemprotan. Menurut Anderson (1974), cara intraperitorial lebih disukai karena antigen cepat diserap, namun perlu dilakukan secara cermat agar tidak mengenai usus karena dapat menimbulkan pendarahan dan kehilangan antigen. Penyuntikan secara intramuskular sering menyebabkan kerusakan pada daerah otot tempat suntikan, tetapi teknik ini dapat menstimulasi antibodi lebih konstan. Teknik peroral dinilai lebih menguntungkan karena dapat memvaksin ikan dalam jumlah banyak, namun perlu dicari cara yang aman untuk mencegah kerusakan antigen serta distribusi vaksin harus merata. Gould *et al.* (1976) mencoba vaksinasi dengan cara pencelupan secara langsung. Dengan cara ini, bakteri dapat diserap dalam jumlah banyak oleh insang, tetapi ikan dapat mengalami stres karena waktu pencelupan relatif singkat. Lamers *et al.* (1985) mencoba metode perendaman menurut Thune (1980). Metode tersebut efektif menimbulkan imunitas karena antigen lebih lama kontak dengan ikan. Modifikasi dari metode pencelupan dan penyemprotan, yaitu ikan ditaruh dalam wadah dan diberi air setengah badan ikan agar ikan mudah digeser pada waktu disemprot dengan vaksin (Ward, 1982).

6. Immunologi Ikan

Ikan seperti hewan pada umumnya, memiliki mekanisme pertahanan diri (sistem imun) terhadap patogen. Meskipun sistem imun belum selengkap pada vertebrata tingkat tinggi tetapi sistem imun ikan jauh lebih berkembang dibandingkan dengan sistem imun pada invertebrata. Respon imun dibentuk oleh organ limfoid, yang letaknya menyatu dengan jaringan myeloid sehingga dikenal dengan jaringan limfomyeloid.

Sistem pertahanan tubuh ikan terbagi menjadi dua, yaitu pertahanan seluler (*cell mediated immunity*) dan pertahanan humoral (*antibody production*). Paparan antigen menghasilkan stimulasi sejumlah sel limfosit muda yang dapat mengenali antigen melalui reseptor spesifik. Pada awal kehidupannya, sistem pertahanan ikan yang mula-mula berfungsi adalah sistem pertahanan non-spesifik, sedangkan pertahanan spesifik pada ikan baru berkembang dan dapat berfungsi dengan baik sekitar umur beberapa minggu setelah telur menetas (Ellis. 1988).

Menurut Anderson (1974) respon seluler pada ikan merupakan respon imun yang bersifat non spesifik. Respon ini meliputi pertahanan mekanik dan kimiawi (mukus, kulit, sisik dan insang) dan pertahanan seluler (sel makrofag, leukosit seperti limfosit, monosit, neutrofil, eosinofil dan basofil). Mekanisme pertahanan tubuh yang sinergis antara pertahanan humoral dan seluler dimungkinkan oleh adanya interleukin, interferon dan sitokin, yang berperan sebagai komunikator dalam

mekanisme pertahanan humoral dan seluler ikan. Ellis (2001) mengemukakan bahwa respon dan faktor humoral terdiri dari serum amiloid protein, antibodi, lisosim, transferin, interferon, antiprotease, lektin, lisin, protease, protein C-reaktif, dan komplemen. Sedangkan respon dan faktor seluler antara lain adalah makrofag, *killer cell*, neutrofil, reaksi penolakan *allograft* dan hipersensitifitas.

Sistem kekebalan tubuh ikan terhadap antigen melalui mekanisme fagosit dengan perantara makrofag dan granular leukosit, sebagai contoh neutrofil menyerang mikroorganisme yang masuk melalui jaringan kulit ikan atau mukus. Selain itu lisosim dan komplemen dapat merusak patogen. Komponen spesifik dalam sistem imun, terdiri dari humoral dan respon sel memori, walaupun memori imun pada ikan sangat kurang berkembang dibandingkan hewan tingkat tinggi. Tingkat induksi dan respons imun ikan sangat dipengaruhi oleh suhu perairan (Anderson, 1999).

Produksi antibodi adalah suatu proses yang terjadi dalam limfosit sebagai reaksi terhadap adanya bahan protein asing (antigen), termasuk sel – sel bakteri. Antibodi dapat bekerja melalui 3 cara : 1) langsung menyerang benda asing, 2) melalui pengaktifan sistem komplemen untuk menghancurkan benda asing dan 3) pengaktifan sistem yang mengubah lingkungan antigen benda asing. Kemampuan mengadakan reaksi terhadap rangsangan imunologik terletak pada sel – sel limfoid yaitu sel B dan sel T. Pemaparan pertama dengan suatu antigen merangsang sel T

memunculkan sel -sel efektor respon imun yang diperantarai sel. Sel efektor ini berperan dalam menyingkirkan dan membunuh benda asing. Disamping itu sel T dibantu makrofag dalam menghancurkan benda asing atau merangsang sel B untuk meningkatkan produksi antibodi. Limfosit B berdiferensiasi menjadi sel plasma menghasilkan antibodi spesifik serta membentuk sel memori. Walaupun sulit diukur, imunitas seluler juga akan meningkat pada pemaparan ke 2 kalinya.dapus

Tanggap kebal adaptif dapat terbentuk pada kelompok teleostei seperti ikan dan dapat dideteksi dalam hitungan hari bahkan minggu (4-6 minggu) dari infeksi atau peradangan awal tergantung dari suhu lingkungan. Press & Evensen (1999) menyatakan bahwa tanggap kebal adaptif terdiri dari jaringan sel protein kompleks, pengantar pesan biokimia (sitokin) dan gen yang bekerja sama untuk menghasilkan suatu induksi tanggap kebal spesifik yang memerlukan Abs (antibodi spesifik) dan Ags (antigen spesifik). Menurut Fujaya (2004) bahwa perolehan kekebalan aktif pada ikan tergantung pada peran serta jaringan dan sel – sel hospes setelah bertemu dengan imunogen.

C. Kerangka Pemikiran

Peningkatan produksi perikanan adalah harapan dari setiap pembudidaya. Hal ini juga didukung oleh pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan yang mencanangkan program pada tahun 2015, Indonesia mampu meningkatkan produksi perikanan sebesar 35,3%. Program

ini dapat diartikan sebagai tekad dari Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia semaksimal mungkin mampu meningkatkan produksinya di bidang perikanan.

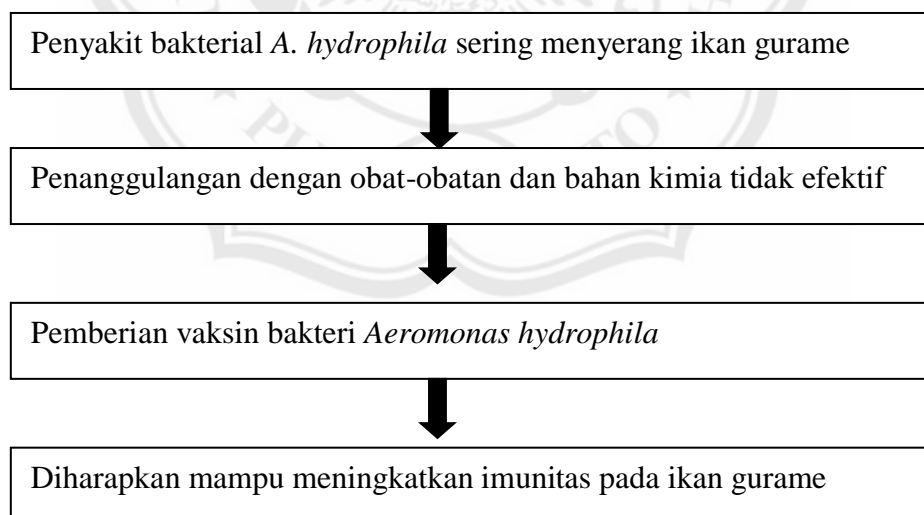
Salah satu serangan penyakit yang sangat diwaspadai pada ikan gurame adalah serangan dari bakteri *A. Hydrophila* yang dapat menyebabkan MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*) atau yang lebih dikenal sebagai penyakit bercak merah. Ikan yang terkena penyakit bercak merah ini ditandai dengan adanya gejala pendarahan atau luka pada bagian kulit dan bagian tubuh lainnya. Apabila serangannya parah luka itu akan menjadi borok yang berwarna merah, perut membusung dan organ dalam ikan seperti hati, ginjal dan limpa akan tampak pendarahan. Penyakit ini tidak hanya menyerang ikan gurami saja, melainkan ikan air tawar lainnya seperti sidat, ikan mas, nila dan lele.

Kematian ikan gurame akibat infeksi bakteri *A. hydrophil* menjadi penghambat keberhasilan produksi budidaya. Penyakit tersebut terjadi karena rendahnya ketahanan tubuh ikan, lingkungan perairan yang buruk serta manajemen pemberian pakan yang tidak baik. Penyakit tersebut tentu mengakibatkan kerugian ekonomi dan menurunnya kualitas produk ikan gurame yang dihasilkan.

Penggunaan obat-obatan saat ini sebagai metode pengobatan juga sudah tidak dianjurkan karena menyebabkan dampak negatif seperti timbulnya resistensi pada bakteri, adanya residu dalam tubuh ikan, menyebabkan pencemaran, bahkan dapat menyebabkan penolakan ekspor oleh negara lain.

Salah satu upaya pencegahan yang dapat dilakukan yaitu dengan pemberian vaksin (vaksinasi) (Astuti, 2015).

Vaksinasi merupakan teknologi berwawasan lingkungan karena berasal dari makhluk hidup, tidak mencemari lingkungan, dan tepat sasaran. Vaksinasi merupakan salah satu cara penanggulangan penyakit MAS yang efektif dan efisien, karena tingkat perlindungannya cukup tinggi dan dapat melindungi ikan dalam waktu yang lama, lebih dari 3 bulan (Mulia, 2012). Vaksinasi tidak menimbulkan dampak negatif, baik pada ikan, lingkungan, maupun konsumen dan dapat dilakukan pada berbagai ukuran ikan dari benih sampai induk. Oleh karena itu, penanggulangan penyakit melalui vaksinasi mempunyai prospek yang sangat baik di masa yang akan datang. Melalui vaksin *A. hydrophilini* diharapkan imunitas ikan gurame akan meningkat.



Gambar 2.4 Penggambaran Kerangka Berpikir

D. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ Tidak ada perbedaan pengaruh pemberian vaksin A. *hydrophilaterhadap* imunitas ikan gurame

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ Ada perbedaan pengaruh pemberian vaksin A. *hydrophilaterhadap* imunitas ikan gurame

