

Pengobatan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* L.) yang Terinfeksi *Aeromonas hydrophila* di Kabupaten Banyumas dengan Menggunakan Ekstrak Daun Api-Api (*Avicennia marina*)

The Treatment of African Catfish (*Clarias gariepinus* L.) Infected by *Aeromonas hydrophila* in Banyumas Regency using the Leaf Extract of Api-Api (*Avicennia marina*)

Dini Siswani Mulia¹, Syiva Vauziyyah²

^{1,2} Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

¹corr-author: dinisiswanimulia@ump.ac.id

ABSTRAK

Aeromonas hydrophila merupakan salah satu bakteri patogen yang sering menginfeksi lele dumbo (*Clarias gariepinus* L.) dan menyebabkan penyakit *motile aeromonas septicemia* (MAS) atau dikenal dengan aeromoniasis. Penyakit ini dapat menyebabkan gagal panen dan menimbulkan kerugian yang sangat besar pada budidaya ikan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengobatan lele dumbo yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila* di Kabupaten Banyumas dengan menggunakan ekstrak daun api-api (*Avicennia marina*). Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri atas 4 perlakuan dan 4 kali ulangan. Perlakuan berupa konsentrasi pemberian ekstrak *A. marina*, yaitu P0=tanpa pemberian ekstrak daun *A. marina*, P1= konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 0,2 g/L, P2= konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 0,3 g/L, dan P3=konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 0,4 g/L. Pengobatan ikan dilakukan secara rendaman. Proses *recovery* diamati selama 30 hari setelah pengobatan. Parameter utama dalam penelitian adalah perkembangan penyakit, proses *recovery*, sintasan, pertambahan berat ikan, dan panjang ikan. Parameter pendukung dalam penelitian, yaitu suhu, pH, dan kadar O₂ terlarut. Data sintasan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (anova) dan dilanjutkan dengan menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf uji 5%. Hasil penelitian menunjukkan lele dumbo yang diobati dengan menggunakan ekstrak daun *A. marina* mengalami penyembuhan pada hari ke-12, sedangkan kontrol pada hari ke-30. Hasil analisis data sintasan menunjukkan P0 berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan P1, P2, dan P3. Konsentrasi ekstrak *A. marina* yang paling efektif dan efisien pada penelitian ini adalah 0,2 g/L (P1).

Kata-kata kunci: *Aeromonas hydrophila*, *Avicennia marina*, Banyumas, ekstrak, lele dumbo

ABSTRACT

Aeromonas hydrophila is one of the pathogenic bacteria that often infects African catfish (*Clarias gariepinus* L.) and causes *motile aeromonas septicemia* (MAS) disease or known as aeromoniasis. This disease can cause crop failure and cause huge losses in fish farming. The purpose of this study was to examine the treatment of African catfish infected with *A. hydrophila* bacteria in Banyumas Regency using the leaf extract of api-api (*Avicennia marina*). The study used an experimental method with a completely randomized design (CRD), which consisted of 4 treatments and 4 replications. The treatment was in the form

of concentration of *A. marina* extract, P0 = without *A. marina* leaf extract, P1 = concentration of *A. marina* leaf extract 0.2 g/L, P2 = concentration of *A. marina* leaf extract 0.3 g/L, and P3=concentration of *A. marina* leaf extract 0.4 g/L. Treatment of fish is done by immersion. The recovery process was observed for 30 days after treatment. The main parameters in this study were disease development, recovery process, survival, fish weight gain, and fish length. Supporting parameters in the study, namely temperature, pH, and dissolved O₂ levels. Survival data were analyzed using the Analysis of Variance (anova) and continued by using the Duncan Multiple Range Test (DMRT) at the 5% test level. The results showed that African catfish treated with *A. marina* leaf extract experienced healing on the 12th day, while the control on the 30th day. The results of the survival data analysis showed that P0 was significantly different ($P<0.05$) with P1, P2, and P3. The most effective and efficient concentration of *A. marina* extract in this study was 0.2 g/L (P1).

Keywords: *Aeromonas hydrophila*, *Avicennia marina*, african catfish, Banyumas, extract

PENDAHULUAN

Lele dumbo (*Clarias gariepinus* L.) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang potensial dibudidayakan baik pada skala rumah tangga maupun skala besar. Kemudahan dalam teknik budidayanya, menjadikan ikan ini populer di kalangan pembudidaya ikan. Dampak positifnya, produksi lele dumbo meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2011, produksi lele baru mencapai 337.577 ton dan mengalami peningkatan pada tahun 2016 menjadi 764.797 ton (KKP, 2017). Produksi lele juga meningkat 114,82% yaitu 841.750 ton pada tahun 2017 menjadi 1,81 juta ton pada tahun 2018 (KKP, 2018).

Keberhasilan budidaya lele dumbo sering mendapat kendala karena serangan patogen yang menyebabkan ikan sakit. Salah satunya adalah *Aeromonas* spp. yang menyebabkan penyakit *motile aeromonas septicemia* (MAS) atau dikenal dengan aeromoniasis. Bakteri tersebut menyerang berbagai ikan antara lain lele (*Clarias* sp.), gurami (*Osphronemus gouramy*), nila (*Oreochromis niloticus*), mas (*Cyprinus carpio*), silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), sidat (*Anguilla japonica*), koi (*Anabas testudineus*), piracucu (*Arapaima gigas*), dan bandeng (*Chanos chanos*) (Borty et al. 2016; Dias et al. 2016; Guo et al. 2016; Simon et al. 2016; Soltani et al. 2016; Rozi et al. 2018; Sukenda et al. 2018; Mulia et al. 2020). Salah satu spesies yang juga diketahui patogen dan menyebabkan penyakit MAS pada lele adalah *A. hydrophila* (Wamala et al. 2018; Zhang et al., 2020).

A. hydrophila merupakan bakteri yang bersifat *ubiquitous* di dalam air dan patogen oportunistik dengan tingkat virulensi yang tinggi (Rasmussen-Ivey et al., 2016). Bakteri ini menyebabkan penyakit MAS dalam spektrum yang luas pada ikan maupun biota air lainnya (Zhou et al., 2011; Qi et al., 2016; Raji et al., 2019). Gejala yang ditimbulkan pada lele yang terinfeksi *A. hydrophila* antara lain hemoragik yang tersebar di seluruh bagian tubuh, pengelupasan dan congesti pada sirip ekor, ulcer, hemoragik dan kongesti pada hati, ginjal, dan limpa, serta abdominal cavity (Emeish et al., 2018).

Upaya penanggulangan serangan *A. hydrophila* dapat dilakukan dengan pemberian vaksin pada ikan yang sehat, sedangkan pada ikan yang sudah terinfeksi dapat dilakukan dengan pengobatan. Selama ini, pengobatan terhadap ikan yang terinfeksi *A. hydrophila* dilakukan dengan pemberian beberapa jenis antibiotik sintetis. Penggunaan antibiotik sintetis yang tidak tepat dosis, waktu, dan jenis dapat berdampak pada kesehatan ikan, yaitu munculnya residu pada daging ikan, pencemaran lingkungan, dan bakteri resisten. Selain itu dapat menyebabkan kematian pada organisme bukan sasaran (Parker & Shaw, 2011).

Alternatif yang aman adalah menggunakan senyawa antibakteri dari tumbuhan mangrove, salah satunya adalah bakau api-api (*Avicennia marina*). Daun *A. marina* mengandung zat aktif alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, triterpenoid, serta glikosida. Daun *A. marina* juga sering dikaji dalam bidang farmasi dan peternakan karena bersifat antiinflamasi, antioksidan, antibakteri, serta antivirus. Kajian lain tentang daun *A. marina* yaitu di bidang perikanan yang dibuat ekstrak daun sebagai ektoparasit *Trichodina* sp. pada ikan nila, serta antijamur *Saprolegnia* sp. pada telur lele dumbo (*C. gariepinus*) (Karina *et al.*, 2016). Hasil penelitian sebelumnya secara *in-vitro* menunjukkan bahwa ekstrak daun *A. marina* mampu menghambat pertumbuhan *A. hydrophila* (Mulia *et al.*, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengobatan lele dumbo yang terinfeksi bakteri *A. hydrophila* di Kabupaten Banyumas dengan menggunakan ekstrak daun api-api (*A. marina*).

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri atas 4 perlakuan dan 4 kali ulangan. Perlakuan berupa konsentrasi pemberian ekstrak *A. marina*, yaitu P0=tanpa pemberian ekstrak daun *A. marina*, P1=konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 0,2 g/L, P2=konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 0,3 g/L, dan P3=konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 0,4 g/L.

1. Pengambilan Daun Api-Api (*A. marina*)

Sampel berupa daun *A. marina* diambil dari hutan mangrove di Kabupaten Cilacap. Sampel daun yang digunakan yaitu daun ke 3-5 dari pucuk yang terlihat tidak terlalu tua atau terlalu muda serta bebas dari hama. Sampel yang telah diambil dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk kemudian ditimbang hingga beratnya 4 kg.

2. Pembuatan Ekstrak Daun Api-Api (*A. marina*)

Proses pembuatan ekstrak daun *A. marina* menggunakan metode maserasi dan metode evaporasi menggunakan *rotary evaporatory* yang dilanjutkan di *waterbath*. Maserasi merupakan metode perendaman simplisia. Pada proses maserasi, pelarut yang digunakan yaitu pelarut metanol. Metanol merupakan cairan penyaring yang paling optimal menarik senyawa aktif. Pengambilan ekstrak daun *A. marina* menggunakan pelarut metanol bertujuan untuk mengambil ekstrak yang mengandung senyawa aktif yang terkandung di dalam daun *A. marina* (Mulia *et al.*, 2018).

Evaporasi merupakan proses penyaringan untuk memisahkan antara pelarut dengan bahan yang mengandung senyawa aktif. Pemisahan tersebut menggunakan alat *rotary evaporatory* menggunakan suhu panas sebesar 60°C sehingga pelarut akan menguap dan senyawa aktif akan mengendap. Evaporasi selanjutnya menggunakan *waterbath* pada suhu 60°C sampai ekstrak menjadi kental.

3. Infeksi Bakteri *A. hydrophila* pada Lele Dumbo

Langkah-langkah untuk menginfeksi bakteri *A. hydrophila* pada lele dumbo sebagai berikut: 1). mengambil ikan uji dari kolam pemeliharaan, 2). mengusapkan alkohol 70% pada punggung ikan yang akan disuntik, 3). menyuntikkan isolat bakteri pada bagian punggung ikan sebanyak 0,1 mL/ekor, 4). mengoleskan betadine pada bagian bekas suntikkan untuk mencegah infeksi, 5). mengembalikan ikan pada kolam pemeliharaan, 6). selanjutnya mengamati ikan tersebut apakah mengalami tanda-tanda penyakit MAS.

4. Parameter Penelitian

Parameter penelitian meliputi parameter utama dan parameter pendukung.

5. Parameter Utama

Parameter utama yang diamati pada setiap perlakuan adalah perkembangan gejala penyakit, proses *recovery*, sintasan, penambahan berat ikan, dan penambahan panjang ikan.

a. Perkembangan gejala penyakit

Perkembangan gejala penyakit diamati setelah ikan disuntik dengan bakteri *A. hydrophila* sampai ikan menunjukkan gejala penyakit pada bagian luar tubuh ikan. Mulia (2012), menjelaskan bahwa lele dumbo yang terserang bakteri *A. hydrophila* menunjukkan adanya bercak merah atau luka kecil pada salah satu bagian tubuh seperti insang, sirip, maupun tubuh ikan. Saat bakteri *A. hydrophila* menyerang ikan biasanya akan terjadi pengelupasan kulit, perut kembung berisi cairan kuning. Perkembangan gejala penyakit dilakukan dengan mengamati warna tubuh ikan, kondisi tubuh, adanya hemoragik, bercak, luka, borok (ulser), kemampuan berenang, sirip, mata dan nafsu makan.

b. Proses recovery

Proses *recovery* dilakukan saat ikan sudah menunjukkan gejala penyakit akibat terserang bakteri *A. hydrophila*. Setelah ikan diobati dengan merendam ikan pada ekstrak daun *A. marina* pada konsentrasi berbeda sesuai dengan perlakuan selama satu jam. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 30 hari. Proses *recovery* meliputi tahap penyembuhan ikan yang terinfeksi seperti mengecilnya ulser pada bekas suntikkan, menutupnya luka, dan tanda penyembuhan lainnya.

c. Sintasan

Sintasan adalah banyaknya ikan hidup di akhir penelitian. Penghitungan dilakukan di akhir penelitian dengan menggunakan persamaan (1) berdasarkan Zonneveld *et al.* (1991) yaitu:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

N_t = jumlah hewan uji pada akhir percobaan

N_0 = Jumlah hewan uji pada awal percobaan

SR = Sintasan (%)

d. Pertambahan berat kan

Pengukuran berat ikan dilakukan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan lele dumbo dengan cara menghitung rerata berat ikan. Pengukuran berat badan ikan dilakukan setiap seminggu sekali selama empat minggu. Berikut merupakan rumus untuk mengetahui pertambahan berat badan ikan (Effendie, 1997) (persamaan 2):

$$W = W_t - W_o \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

W = Pertambahan berat (g)

W_t = Berat akhir (g)

W_o = Berat awal (g)

e. Pertambahan panjang ikan

Pengukuran pertambahan panjang ikan dilakukan pada seluruh ikan uji dengan cara mengukur panjang total ikan dimulai dari kepala hingga ekor. Pengukuran panjang ikan dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada awal dan akhir penelitian. Berikut merupakan rumus perhitungan panjang ikan (Effendie, 1997) yaitu (persamaan 3):

$$L = L_t - L_o \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

L = Pertambahan panjang (cm)

L_t = Panjang akhir rata-rata ikan (cm)

L_o = Panjang awal rata-rata ikan (cm)

6. Parameter Pendukung

Parameter pendukung pada penelitian adalah parameter kualitas air, meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut.

7. Analisis Data

Data pertambahan berat ikan, panjang ikan, dan sintasan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (anova pada taraf uji 5%). Apabila hasil anova berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf uji 5%. Data perkembangan gejala penyakit, proses *recovery*, dan parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perkembangan Gejala Penyakit pada Lele Dumbo

Lele dumbo yang telah diinfeksi *A. hydrophila* mengalami gejala penyakit MAS dan muncul pada hari ke-1 sampai ke-4 (Tabel 1). Gejala eksternal yang muncul pada hari ke-1, yaitu terjadi depigmentasi dan erosi pada daerah bekas suntikan, ikan berenang kurang aktif, dan nafsu makan ikan menurun. Pada hari ke-2, mulai terlihat ulser pada bekas suntikan dan abdominal dropsi. Pergerakan ikan juga kurang aktif yang ditandai dengan ikan yang berenang di permukaan air. Selain itu, nafsu makan ikan juga menurun. Pada hari ke-3, ulser semakin melebar bahkan pada beberapa ikan ulser melebar dari daerah bekas suntikan sampai ke perut ikan. Selain itu, terjadi hemoragik pada insang serta erosi pada sirip dan bagian ekor ikan. Pada hari ke-4, ulser semakin besar, hemoragik pada insang bertambah, erosi pada sirip dan bagian ekor ikan semakin banyak, pergerakan ikan kurang aktif, nafsu makan ikan semakin menurun. Gejala eksternal yang muncul merata pada semua ikan yang diinfeksi *A. hydrophila*. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Mulia (2007) bahwa ikan yang terjangkit penyakit MAS akibat infeksi *A. hydrophila* menunjukkan gejala eksternal adanya bercak merah (hemoragik) pada tubuh, borok (ulser), perut menggembung (abdominal dropsi), insang pucat, depigmentasi kulit, produksi lendir berlebihan, dan sirip geripis. Pada bagian internal ditandai dengan ginjal yang berwarna merah pucat. Gejala penyakit MAS juga muncul pada *Arapaima gigas* yang terinfeksi *A. hydrophila*, yaitu depigmentasi kulit ikan, lesi pada bagian ekor dan sirip ikan, hemoragik, dan kehilangan keseimbangan ketika berenang (Dias *et al.*, 2016). Gejala eksternal yang muncul pada lele yang diinfeksi spesies lain dari genus *Aeromonas*, yaitu *A. caviae* juga dilaporkan Mulia *et al.* (2020), yaitu depigmentasi kulit ikan, abdominal dropsi, dan abdominal ascites.

Tabel 1. Perkembangan gejala eksternal penyakit MAS pada lele dumbo yang terinfeksi *A. hydrophila*

Hari ke-	Gambar	Gejala eksternal penyakit MAS
1		Depigmentasi dan erosi pada daerah bekas suntikan, ikan berenang kurang aktif, nafsu makan ikan menurun
2		Ulser berdiameter kecil pada bekas suntikan, abdominal dropsi, pergerakan ikan kurang aktif, nafsu makan ikan menurun
3		Ulser semakin melebar, hemoragik pada insang, lesi pada sirip dan bagian ekor ikan
4		Ulser semakin besar, hemoragik pada insang bertambah, lesi pada sirip dan bagian ekor ikan semakin banyak, pergerakan ikan kurang aktif, nafsu makan ikan semakin menurun

2. Proses *recovery* lele dumbo setelah pengobatan dengan ekstrak api-api (*A. marina*)

Proses *recovery* adalah tahap pemulihan lele dumbo dari penyakit MAS yang disebabkan karena infeksi *A. hydrophila*. Gejala penyakit MAS yang lebih spesifik timbul pada hari ke-2 setelah lele dumbo diinfeksi (disuntik), selanjutnya dilakukan pengobatan. Pengobatan dilakukan dengan proses perendaman selama satu jam menggunakan ekstrak daun *A. marina* pada konsentrasi yang berbeda yaitu 0,2 g/L, 0,3 g/L, dan 0,4 g/L. Adapun sebagai kontrol adalah ikan sakit tanpa diobati dengan ekstrak daun *A. marina*. Adanya perbedaan konsentrasi ekstrak tersebut bertujuan untuk mengetahui efektivitas proses penyembuhan yang dilakukan selama 30 hari setelah pengobatan.

Tabel 2 menunjukkan ikan kontrol (P0) mulai sembuh pada hari ke-22 dan sembuh total pada hari ke-30. P0 memiliki jumlah kematian yang paling besar di akhir penelitian, yaitu 82%. Proses penyembuhan tanpa adanya pengobatan membutuhkan waktu yang lama. Apabila sistem imun lele dumbo tidak mampu menghambat pertumbuhan *A. hydrophila*, maka tubuh ikan akan mengalami kerusakan hingga akhirnya mengalami kematian. Ikan yang memiliki sistem imun yang tahan terhadap serangan *A. hydrophila* akan tetap hidup karena pertumbuhan bakteri tersebut terhambat dan ulser menutup secara perlahan.

Tabel 2. Pengamatan *recovery* lele dumbo kontrol (P0) selama 30 hari

Perlakuan	Hari ke-	Proses <i>recovery</i> lele dumbo
P0 (kontrol)	1-2	Nafsu makan baik, pergerakan ikan aktif. Hari ke-1: terdapat ulser pada tubuh ikan, terdapat seekor ikan yang mati masing-masing pada ulangan 1 dan 2 Hari ke-2: erosi pada sirip ikan. Dua ekor ikan mati pada ulangan 1, pada ulangan 2 terdapat tiga ekor ikan mati, dan pada ulangan 3 dan 4 terdapat satu ekor ikan mati
	3-4	Nafsu makan berkurang, pergerakan ikan mulai melambat. Ulser pada ikan semakin melebar dan parah, dan terjadi erosi pada sirip atas. Hari ke-3: Pada ulangan 3 dan 4 terdapatnya satu ekor ikan mati dengan kulit mengelupas. Hari ke-4: Pada semua ulangan terdapat satu ekor ikan mati
	5--6	Nafsu makan berkurang, ikan bergerak melambat, terdapat ikan yang berdiam diri dengan kepala menghadap ke atas, ulser pada ikan semakin parah, erosi pada insang. Pada beberapa ikan terjadi erosi pada daerah kepala, tubuh ikan memucat, ulser masih terlihat. Hari ke-5: Pada semua ulangan terdapat satu ekor ikan mati Hari ke-6 : Pada ulangan 1, 2, dan 4 terdapat ikan mati
	7-8	Nafsu makan menurun, pada beberapa ikan kulitnya mengelupas, erosi di insang masih terlihat, pergerakan ikan melambat. Pada ulangan 3 dan 4 terdapat satu ekor ikan mati
	9-10	Pergerakan ikan melambat, nafsu makan juga menurun, ulser pada ikan semakin melebar dan mendalam sampai bagian tulang terlihat, erosi pada kepala ikan mulai ditumbuhi jamur yang ditandai warna kuning pada daerah erosi, pada beberapa ikan warna tubuhnya menjadi pucat, terdapat dua ekor ikan mati pada ulangan 1
	11-12	Nafsu makan ikan berkurang dan pergerakan ikan semakin menurun, ulser pada ikan semakin parah, terdapat ikan dengan abdominal dropsi, beberapa ikan warna tubuhnya menjadi pucat, produksi lendir semakin banyak, tidak ada ikan yang mati
	13-14	Pergerakan ikan aktif, nafsu makan membaik, Hari ke-13 : terdapat dua ekor ikan mati pada ulangan 1 dan satu ekor ikan mati pada ulangan 3 dan 4 Hari ke-14 : seekor ikan mati pada ulangan 1 dan 3, dan tiga ekor ikan mati pada ulangan 2
	15-16	Pergerakan ikan aktif, nafsu makan ikan membaik, ikan berenang dengan normal Hari ke-15 : dua ekor ikan mati pada ulangan 1, 2, dan 4 Hari ke-16 : satu ekor ikan mati pada ulangan 2 dan 3
	17-18	Pergerakan ikan aktif, respons ikan baik, Hari ke-17 : tiga ekor ikan mati pada ulangan 3 dan 4 Hari ke-18 : satu ekor ikan mati pada ulangan 3
	19-20	Ikan bergerak dengan aktif, nafsu makan ikan meningkat, tidak terdapatnya ikan yang mati
	21-22	Pergerakan ikan aktif, respons makan ikan meningkat, ikan berenang dengan normal, ulser mulai mengecil, tidak terdapat ikan yang mati
	23-24	Ikan berenang dengan aktif, , respons ikan membaik, nafsu makan ikan meningkat, ulser mulai mengecil, tidak terdapat ikan yang mati
	25-26	Pergerakan ikan aktif, ulser mulai tidak terlihat, ikan berenang normal, respons makan ikan membaik, tidak terdapat ikan yang mati
	27-28	Ikan berenang dengan normal, respons makan ikan membaik, tidak terdapat ikan yang mati, pergerakan ikan aktif
	29-30	Pergerakan ikan aktif, ikan berenang normal, respons makan ikan membaik, ulser tidak ada, tidak terdapat ikan yang mati

Proses *recovery* pada kelompok yang diobati dengan ekstrak daun *A. marina* (P1, P2, dan P3) mengalami perkembangan yang signifikan ditandai dengan penyembuhan yang lebih cepat dibandingkan kontrol (Tabel 3-5). Ikan pada ketiga perlakuan tersebut rata-rata mengalami penyembuhan pada hari ke-5 dan sembuh total pada hari ke-12 setelah pengobatan. Ikan mulai sembuh ditandai dengan mulai mengecilnya ulser, pergerakan ikan yang mulai aktif dan nafsu makan ikan yang membaik. Ikan yang sembuh total ditandai dengan tidak terlihatnya ulser pada tubuh ikan, nafsu makan ikan semakin membaik dan tidak adanya sirip geripis pada ikan. Pengobatan yang paling efektif yaitu dengan perendaman menggunakan ekstrak daun *A. marina* sebanyak 0,2 g/L (P1). Hal tersebut ditandai dengan banyaknya jumlah ikan yang sembuh pada akhir waktu penelitian.

Tabel 3. Pengamatan *recovery* lele dumbo setelah diobati ekstrak daun api-api (*A. marina*) dengan konsentrasi 0,2 g/L (P1) selama 30 hari

Perlakuan	Hari ke-	Proses <i>recovery</i> lele dumbo
P1 (0,2 g/L)	1-2	Nafsu makan ikan kurang baik, pergerakan ikan aktif, erosi dan ulser pada tubuh, hiperemia pada insang, dan erosi pada sirip punggung
	3-4	Nafsu makan membaik, pergerakan ikan aktif, ulser pada bagian tubuh ikan, erosi pada insang, terdapat satu ekor ikan yang mati pada ulangan 1 dan 2
	5-6	Pergerakan ikan aktif, nafsu makan ikan baik, erosi pada tubuh ikan sudah tidak terlihat dan sudah mulai menutup
	7-8	Pergerakan ikan aktif tetapi beberapa ikan sering diam dengan kepala menghadap ke atas, ulser di tubuh ikan mulai berkurang, nafsu makan ikan membaik
	9-10	Nafsu makan ikan baik dengan pergerakan ikan yang aktif serta ulser pada tubuh ikan mulai menutup
	11-12	Pergerakan ikan aktif, nafsu makan ikan membaik, ulser pada ikan mulai menutup bahkan sudah ada yang tidak terlihat
	13-14	Respons makan ikan meningkat dan pergerakan ikan semakin aktif, ulser sudah tak terlihat
	15-16	Pergerakan ikan aktif, nafsu makan ikan meningkat, terdapat seekor ikan mati pada ulangan 2
	17-18	Ikan berenang aktif, nafsu makan meningkat, tidak terdapat ikan yang mati
	19-20	Nafsu makan ikan meningkat, ikan berenang dengan aktif, pada semua ulangan tidak ada ikan yang mati
	21-22	Ikan berenang dengan aktif, respons makan ikan membaik, tidak ada ikan yang mati, ikan berenang dengan normal
	23-24	Ikan berenang dengan aktif, respons makan ikan membaik, tidak ada ikan yang mati, ikan berenang dengan normal
	25-26	Tidak ada ikan yang mati, nafsu makan ikan meningkat, ikan berenang dengan normal dan aktif
	27-28	Nafsu makan ikan meningkat, ikan berenang dengan aktif, tidak ada ikan yang mati
	29-30	Ikan berenang dengan aktif, respons makan ikan membaik, tidak ada ikan yang mati, ikan berenang dengan normal

Tabel 4. Pengamatan *recovery* lele dumbo setelah diobati ekstrak daun api-api (*A. marina*) dengan konsentrasi 0,3 g/L (P2) selama 30 hari

Perlakuan	Hari ke-	Proses <i>recovery</i> lele dumbo
P2 (0,3 g/L)	1-2	Respons makan ikan baik, pergerakan ikan aktif, ulser pada tubuh ikan, terdapat seekor ikan mati pada ulangan 1
	3-4	Nafsu makan ikan baik dan pergerakan ikan aktif, ikan berenang dengan normal, ulser mengecil, terdapat seekor ikan mati pada ulangan 2
	5-6	Respons makan ikan membaik, pergerakan ikan aktif, ulser pada ikan mulai mengecil
	7-8	Pergerakan ikan aktif, nafsu makan ikan baik, ulser pada ikan mulai menghilang
	9-10	Respons makan ikan semakin baik, pergerakan ikan aktif, sebagian ulser mulai mengecil dan sebagian lagi sudah menutup
	11-12	Pergerakan ikan aktif, nafsu makan ikan baik, ulser mulai tidak terlihat
	13-14	Nafsu makan ikan baik, ulser pada ikan menghilang, pergerakan ikan aktif, seekor ikan mati pada ulangan 1, dua ekor ikan mati pada ulangan 2
	15-16	Respons makan ikan baik, pergerakan ikan aktif, seekor ikan mati pada ulangan 3
	17-18	Pergerakan ikan aktif, respons makan ikan baik, terdapat seekor ikan mati pada ulangan 1 dan 4
	19-20	Nafsu makan ikan membaik, ikan berenang dengan aktif, tidak terdapat ikan yang mati
	21-22	Ikan berenang dengan aktif, respons makan ikan membaik, tidak ada ikan yang mati, ikan berenang dengan normal
	23-24	Tidak ada ikan yang mati, nafsu makan ikan meningkat, ikan berenang dengan normal dan aktif
	25-26	Ikan berenang dengan aktif, respons makan ikan membaik, tidak ada ikan yang mati, ikan berenang dengan normal
	27-28	Nafsu makan ikan meningkat, ikan berenang dengan normal dan aktif, tidak ada ikan yang mati
	29-30	Ikan berenang dengan normal dan aktif, respons makan ikan membaik, tidak ada ikan yang mati

Kemampuan ekstrak daun *A. marina* dalam menghambat pertumbuhan *A. hydrophila* karena kandungan senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak. Senyawa metabolit yang terdapat pada ekstrak daun *A. marina* adalah flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan tanin (Mulia *et al.*, 2018). Senyawa alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme yang digunakan diduga dengan mengganggu komponen peptidoglikan berupa polisakarida. Terganggunya komponen peptidoglikan pada dinding sel menyebabkan lapisan tidak terbentuk sempurna. Alkaloid mengandung gugus basa yang mengandung nitrogen yang dapat bereaksi dengan asam amino penyusun dinding sel bakteri dan DNA. Reaksi ini akan menyebabkan perubahan struktur asam amino yang menyebabkan perubahan genetik pada keseimbangan dan menyebabkan bakteri akan mengalami lisis (kematian bakteri). Mekanisme antibakterial alkaloid juga dapat mengganggu preparasi peptidoglikan (penyusun dinding sel) pada bakteri, lapisan dinding sel tidak terbentuk sempurna, dan menyebabkan kematian bakteri (Rachmawaty, 2009). Sifat alkaloid pada ekstrak daun *A. marina* berfungsi dengan baik karena mempengaruhi pertumbuhan *A. hydrophila* sehingga penyakit pada ikan lele dumbo tidak semakin parah.

Tabel 5. Pengamatan *recovery* lele dumbo setelah diobati ekstrak daun api-api (*A. marina*) dengan konsentrasi 0,4 g/L (P3) selama 30 hari

Perlakuan	Hari ke-	Proses <i>recovery</i> lele dumbo
P3 (0,4 g/L)	1-2	Respons makan ikan baik, pergerakan ikan aktif, pada tubuh ikan terdapat ulser
	3-4	Ikan berenang aktif kadang meloncat-loncat ke permukaan, nafsu makan ikan baik, seekor ikan mati pada ulangan 4
	5-6	Gerak ikan aktif, nafsu makan ikan baik, ulser pada tubuh ikan mulai mengecil, seekor ikan mati pada ulangan 2
	7-8	Nafsu makan ikan meningkat, ulser pada tubuh ikan mulai mengecil, ikan berenang dengan aktif
	9-10	Nafsu makan ikan baik, ikan bergerak aktif, ikan yang sudah tertutup lukanya terlihat sehat, tidak terdapat ikan yang mati
	11-12	Respons makan ikan baik, ikan berenang dengan aktif, ikan yang sudah tertutup lukanya terlihat sehat, ulser semakin mengecil bahkan ada yang sudah tak terlihat
	13-14	Nafsu makan ikan baik, ikan bergerak aktif, dua ekor ikan mati pada ulangan 2 dan tiga ekor ikan mati pada ulangan 4
	15-16	Ikan bergerak dengan aktif, respons makan ikan baik, borok pada ikan sudah menghilang, tidak terdapat ikan yang mati
	17-18	Respons makan ikan baik, pergerakan ikan aktif, dua ekor ikan mati pada ulangan 1 dan 3, dan seekor ikan mati pada ulangan 2
	19-20	Pergerakan ikan aktif, nafsu makan ikan baik, tidak ada ikan yang mati
	21-22	Nafsu makan ikan meningkat, ikan berenang dengan aktif, tidak ada ikan yang mati
	23-24	Ikan berenang dengan aktif, respons makan ikan membaik, tidak ada ikan yang mati, ikan berenang dengan normal dan aktif
	25-26	Nafsu makan ikan meningkat, ikan berenang dengan normal dan aktif, pada semua ulangan tidak ada ikan yang mati
	27-28	Tidak ada ikan yang mati, nafsu makan ikan meningkat, ikan berenang dengan normal dan aktif
	29-30	Tidak ada ikan yang mati, respons makan ikan baik, ikan berenang dengan normal dan aktif

Flavonoid dapat menyebabkan permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom dan lisosom sebagai hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri (Sabir, 2005). Flavonoid berfungsi sebagai senyawa antibakteri dengan membentuk kompleks protein ekstraseluler yang mengganggu keutuhan membran sel bakteri (Rachmawaty, 2009). Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa flavonoid yang terdapat pada ekstrak daun *A. marina* berfungsi dengan baik dalam mengobati penyakit MAS. Hal tersebut diketahui saat ikan terinfeksi bakteri *A. hydrophila* hingga menimbulkan ulser pada bekas suntikan, setelah perendaman dengan ekstrak *A. marina*, ulser pada tubuh ikan tertutup kembali dan sembuh.

Terpenoid merupakan senyawa yang berpotensi sebagai antibakteri (Sukadana *et al.*, 2008). Terpenoid dapat merusak dinding sel bakteri, menyebabkan lisis, mengubah permeabilitas membran sitoplasma, menyebabkan kebocoran nutrisi dari dalam sel, menyebabkan denaturasi protein sel dan menghambat kerja enzim di dalam sel (Herbert, 1995). Tanin berperan sebagai antibakteri karena dapat merusak membran sel dan menginduksi pembentukan senyawa kompleks yang menyerang enzim bakteri sehingga menambah toksisitas tanin pada bakteri (Rachmawaty, 2009). Tanin diduga dapat mengontraksi membran sel atau dinding sel yang mengganggu permeabilitas sel bakteri sehingga dapat menghambat pertumbuhan sel bakteri (Azizah, 2004). Dengan demikian,

fungsi tanin pada ekstrak daun *A. marina* yang digunakan untuk pengobatan lele dumbo dapat menghambat pertumbuhan *A. hydrophila* pada ikan tersebut.

Mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh senyawa antimikroba bermacam-macam. Beberapa mekanisme penghambatan yang umum terjadi, antara lain merusak dinding sel dengan cara menghambat pembentukannya atau mengubah struktur dinding sel setelah selesai terbentuk, perubahan permeabilitas membran sitoplasma sehingga menyebabkan keluarnya bahan makanan dari dalam sel, perubahan molekul protein dan asam nukleat, penghambatan kerja enzim, dan penghambatan sintesis asam nukleat dan protein (Tjay & Rahardja, 2015).

3. Sintasan Lele Dumbo

Sintasan ikan dipengaruhi oleh banyaknya ikan yang telah terinfeksi penyakit, daya tahan tubuh ikan, kemampuan adaptasi ikan, dan kondisi lingkungan. Tabel 6 menunjukkan sintasan lele dumbo setelah proses *recovery* berkisar antara 18,34-96,67%. Ikan kontrol (P0) memiliki rerata sintasan sebesar 18,34%, sedangkan perlakuan yang diberi ekstrak daun *A. marina* memiliki sintasan yang jauh lebih besar, sintasan tertinggi adalah perlakuan dengan pemberian ekstrak daun *A. marina* 0,2 g/L (P1), yaitu 96,67%, disusul oleh P2, yaitu 86,67%, dan P3, yaitu 80,00%. Hasil analisis statistik dengan anova menunjukkan adanya signifikansi antara perlakuan pemberian ekstrak daun *A. marina* dengan sintasan lele dumbo.

Tabel 6. Sintasan lele dumbo setelah proses *recovery* menggunakan ekstrak daun *A. marina*

Perlakuan	Sintasan (%)				Rata-rata ± standar deviasi (%)
	U1	U2	U3	U4	
P0	20	6,67	20	26,67	18,34 ± 8,39 ^a
P1	100	86,67	100	100	96,67 ± 6,60 ^c
P2	80	80	93,33	93,33	86,67 ± 7,69 ^b
P3	86,67	73,33	86,67	73,33	80,00 ± 7,70 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superscript yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada hasil uji DMRT dengan taraf uji 5%.

P0 : kontrol (tanpa pemberian ekstrak)

P1 : pemberian ekstrak *A. marina* dengan konsentrasi 0,2 g/L

P2 : pemberian ekstrak *A. marina* dengan konsentrasi 0,3 g/L

P3 : pemberian ekstrak *A. marina* dengan konsentrasi 0,4 g/L

Perlakuan P1 berbeda nyata dengan P0, P2, dan P3, sedangkan antara P2 dan P3 tidak berbeda nyata. Tingginya sintasan P1, P2, dan P3 diduga karena pengaruh senyawa antibakteri yang terkandung dalam ekstrak daun *A. marina* yang dapat menghambat pertumbuhan *A. hydrophila*. Ekstrak daun *A. marina* mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, dan terpenoid yang berperan sebagai antibakteri pada *A. hydrophila* (Mulia *et al.*, 2018). Hal yang sama juga telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya, ekstrak daun *A. marina* memiliki kandungan tinggi senyawa metabolit sekunder, yaitu polifenol, flavonoid, dan tanin yang berpotensi sebagai antibakteri (Ravikumar *et al.*, 2009; Gnanadesigan *et al.*, 2011). Penelitian lain membuktikan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak daun *A. marina* dapat mendenaturasi dinding sel bakteri, memblokir respirasi bakteri, destabilisasi luar membran dan penipisan ATP intraseluler (Vivekanandhan *et al.*, 2009). Konsentrasi ekstrak daun *A. marina* 0,2 g/L (P1) merupakan konsentrasi yang paling

efektif dan efisien untuk penyembuhan penyakit MAS karena konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi optimum yang dapat membunuh bakteri *A. hydrophila*. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, yaitu 0,3 g/L dan 0,4 g/L diduga selain dapat membunuh bakteri *A. hydrophila* juga membunuh inangnya yaitu ikan uji.

4. Pertambahan Berat Lele Dumbo

Pertambahan berat lele dumbo yang diamati selama pemeliharaan 30 hari tersaji pada Tabel 7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi pertambahan berat pada akhir penelitian, baik pada kontrol maupun perlakuan pemberian ekstrak *A. marina*. Rata-rata pertambahan berat lele dumbo berkisar antara 3,6 – 4,3 g. Hasil analisis statistik menggunakan anova menunjukkan perlakuan pemberian ekstrak *A. marina* tidak berpengaruh nyata ($P > 0,5$) terhadap pertambahan berat lele dumbo. Hal ini menunjukkan semua perlakuan memiliki kemampuan yang sama dalam meningkatkan berat lele dumbo dan pengobatan dengan ekstrak *A. marina* pada ikan yang terinfeksi *A. hydrophila* tidak berdampak signifikan pada pertambahan berat ikan tersebut.

Tabel 7. Pertambahan berat lele dumbo

Perlakuan	Pertambahan berat ikan (g)				Rata-rata ± standar deviasi (g)
	U1	U2	U3	U4	
P0	4,5	3,0	3,6	4,3	3,6 ± 0,69 ^a
P1	4,2	4,4	4,2	4,5	4,2 ± 0,15 ^a
P2	3,9	4,0	4,3	4,5	4,3 ± 0,28 ^a
P3	4,0	4,2	4,3	4,2	4,3 ± 0,13 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superscript yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada hasil uji DMRT dengan taraf uji 5%.

P0 : kontrol (tanpa pemberian ekstrak)

P1 : pemberian ekstrak *A. marina* dengan konsentrasi 0,2 g/L

P2 : pemberian ekstrak *A. marina* dengan konsentrasi 0,3 g/L

P3 : pemberian ekstrak *A. marina* dengan konsentrasi 0,4 g/L

5. Pertambahan Panjang Lele Dumbo

Tabel 8 menunjukkan pertambahan panjang lele dumbo berkisar antara 1,2-1,6 cm. Kisaran tersebut berada pada kisaran normal pertambahan panjang ikan yang dipelihara selama 30 hari. Hasil analisis statistik menggunakan anova menunjukkan perlakuan pemberian ekstrak *A. marina* berpengaruh nyata ($P < 0,5$) terhadap pertambahan panjang lele dumbo. P0 berbeda nyata dengan P1, tetapi tidak berbeda nyata dengan P2, dan P3. Adanya perbedaan yang nyata pada P1 diduga karena setelah ikan sembuh nafsu makannya membaik, sehingga metabolisme ikan juga membaik. Hasil metabolisme tersebut digunakan oleh beberapa ikan untuk pertambahan panjang.

Tabel 8. Pertambahan panjang lele dumbo

Perlakuan	Pertambahan panjang ikan (cm)				Rata-rata ± standar deviasi (%)
	U1	U2	U3	U4	
P0	1,5	0,9	1,1	1,3	1,2 ± 0,26 ^a
P1	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6 ± 0,06 ^b
P2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,3 ± 0,08 ^a
P3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3 ± 0,05 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superscript yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada hasil uji DMRT dengan taraf uji 5%.

P0 : kontrol (tanpa pemberian ekstrak)

P1 : pemberian ekstrak *A. marina* dengan konsentrasi 0,2 g/L

P2 : pemberian ekstrak *A. marina* dengan konsentrasi 0,3 g/L

P3 : pemberian ekstrak *A. marina* dengan konsentrasi 0,4 g/L

6. Parameter Pendukung

Kondisi lingkungan perairan selama penelitian diamati dengan mengukur parameter kualitas air, yaitu suhu air, pH air, dan oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*) (Tabel 9).

Tabel 9. Parameter kualitas air

Parameter	Perlakuan				Kisaran
	P0	P1	P2	P3	
Suhu (°C)	27,5	27,3	27,3	27,4	27,3-27,5
pH	6,5	6,7	6,6	6,5	6,5-6,7
DO (mg/L)	6,4	5,8	6,1	5,9	5,8-6,4

Tabel 9 menunjukkan suhu air selama penelitian berkisar antara 27,3-27,5 °C, pH berkisar 6,5-6,7, dan DO berkisar 5,8-6,4 mg/L. Kisaran suhu selama penelitian termasuk normal dan sesuai untuk kehidupan lele dumbo. Suhu optimal bagi pertumbuhan lele dumbo berkisar 25-30 °C (Soetomo, 2007). pH air selama penelitian juga termasuk normal. Penelitian sebelumnya mengungkapkan kisaran pH 5,8-7,3 merupakan kondisi yang layak untuk mendukung pertumbuhan lele dumbo di Kampung Lele, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah (Muhammad & Andriyanto, 2013). Apabila pH terlalu tinggi lebih dari 11 atau terlalu rendah kurang dari 4 maka ikan lele dumbo akan mengalami kematian (Soetomo, 2007). Kandungan oksigen terlarut (DO) berkisar 5,8-6,4 mg/L merupakan kondisi normal dan layak untuk kehidupan lele dumbo. Dalam penelitian lain, disebutkan kisaran DO 5-12 mg/L merupakan kondisi yang baik untuk kehidupan lele dumbo (Muhammad & Andriyanto, 2013). Kandungan oksigen terlarut kurang dari 1 mg/L akan mematikan ikan lele dumbo, sedangkan kandungan oksigen terlarut dalam air minimal 3 mg/L masih ditolerir oleh lele dumbo (Khairuman & Khairul, 2005).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: 1) penggunaan ekstrak daun *A. marina* dapat mengobati lele dumbo yang terserang penyakit MAS akibat infeksi *A. hydrophila* di Kabupaten Banyumas; 2) konsentrasi ekstrak daun *A. marina* yang paling efektif menyembuhkan penyakit MAS akibat infeksi *A. hydrophila* adalah 0,2 g/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah. A. (2004) 'Sensitivity of *Salmonella typhi* against *Psidium guajava* L. Leaf Extract', *Bioscientiae*, 1(1), pp. 31-38.
- Borty, S.C., Fabaya Rahman, F., Reza, A.A.K.M., Khatun. M.S., Kabir, M.L., Rahman, M.H., and Monir, M.S. (2016) 'Isolation, molecular identification and antibiotic susceptibility profile of *Aeromonas hydrophila* from cultured indigenous Koi (*Anabrus testudineus*) of Bangladesh', *Asian J. Med. Biol. Res.* 2016, 2(2), pp. 332-340.
- Dias, M.K.R., Sampaio, L.S., Proietti-Junior, A.A., Yoshioka, E.T.O., Rodrigues, D.P., Rodriguez, A.F.R., Ribeiro, R.A., Faria, F.S.E.D.V., Ozorio, R.O.A., and Tavares-Dias, M. (2016) 'Lethal dose and clinical signs of *Aeromonas hydrophila* in *Arapaima gigas* (Arapaimidae), the giant fish from Amazon', *Veterinary Microbiology*, 188, pp. 12-15.
- Effendie, M.I. (1997) *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Emeish, W, Mohamed, H., and Eikamel, A. (2018). 'Aeromonas infections in african sharptooth catfish', *Journal of Aquaculture*, 9(9), pp. 1-6.
- Guo, S.L., Yang, Q.H., Feng, J.J., Duan, L.H., and Zhao, J.P. (2016). 'Phylogenetic analysis of the pathogenic genus *Aeromonas* spp. Isolated from diseased eels in China', *Microbial Pathogenesis*, 101, pp. 12-23.
- Herbert, R.B., (1995) *Biosynthesis of Secondary Metabolites*, 2nd edition. New York: Chapman and Hall.
- Karina, S., I. Dawiyanti, and Mawardah. (2016) 'Ekstrak daun *Avicennia marina* sebagai anti jamur pada telur ikan mas (*Cyprinus carpio*)', *Depik*, 5(3), pp. 94-99
- Khairuman & A. Khairul. (2005). *Budidaya Lele Dumbo secara Intensif*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- KKP. (2017) *Subsektor Perikanan Budidaya Sepanjang Tahun 2017 Menunjukkan Kinerja Positif*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, KKP.
[https://kkp.go.id/djpb/artikel/3113-subsektor-perikanan-budidaya-sepanjang-tahun-2017-Diakses pada tanggal 28 Mei 2018](https://kkp.go.id/djpb/artikel/3113-subsektor-perikanan-budidaya-sepanjang-tahun-2017-Diakses%20pada%20tanggal%2028%20Mei%202018).
- KKP. (2018) *Refleksi 2018 & Outlook 2019*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
<https://kkp.go.id/artikel/7962-materi-paparan-refleksi-2018-dan-outlook-2019-kkp>. Diakses pada tanggal 1 November 2020.
- Muhammad, W.N. and Andriyanto, S. (2013) 'Manajemen budidaya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) di Kampung Lele, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah', *Media Akuakultur*, 8(1), pp. 63-71.
- Mulia, D. S. (2007) Keefektifan Vaksin *Aeromonas hydrophila* untuk Mengendalikan Penyakit MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*) pada Ikan Gurame (*Osphronemus gourami* Lac). Purwokerto: Universitas Jendral Soedirman. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 7(1): 43-52.
- Mulia, D.S, Choeriyah, D., Maryanto, H., and Purbomartono, C. (2018) Bactericidal Prosperity from Tropical Mangrove, *Avicennia marina*, to Control Fish Bacterial Pathogen, *Aeromonas hydrophila* GK-01 and GPL-04 Strains. *Advanced Science Letters*, pp 3398-3402.
- Mulia, D.S., Isnansetyo, A., Pratiwi, R., and Asmara, W. (2020) 'Molecular characterizations of *Aeromonas caviae* isolated from catfish (*Clarias* sp.)', *AACL Bioflux*, 13(5), pp. 2717-2732.

- Mulia, D.S, Purbomartono, C. & Maryanto, H. (2016) Skrining Bioassay Antibakteri Senyawa Bioaktif Mangrove yang Berpotensi Sebagai Bakterisida Alami Dalam Pengendalian Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Laporan Penelitian*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Purwokerto.
- Gnanadesigan M, Ravikumar S, and Inbanesan, J.S. (2011) 'Hepatoprotective and antioxidant properties of marine halophyte *Lumnitzera racemosa* bark extract in CCL4 induced hepatotoxicity', *Asian Pac J Trop Med*, 1(5), pp.462–465
- Parker, J.L. and Shaw, J.G. (2011). 'Aeromonas spp. clinical microbiology and disease', *Journal of Infection*, 62, pp. 109–118.
- Qi Z., Zhang Q., Wang Z., Ma T., Zhou J., Holland J. W., Gao Q. (2016) 'Transcriptome analysis of the endangered Chinese giant salamander (*Andrias davidianus*): immune modulation in response to *Aeromonas hydrophila* infection', *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 169, pp. 85-95.
- Rachmawaty, F.J., Citra, D.A., Nirwani, B., Nurmasitoh, T., and Bowo, E.T. (2009) 'Manfaat Sirih Merah (*Piper crocatum*) sebagai agen anti bakterial terhadap bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif', *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*, 1(1), pp. 1-10.
- Raji A. A., Junaid Q. O., Oke M. A., Taufek N. H. M., Muin H., Bakar N. H. A., Alias Z., Milow P., Simarani K., Razak S. A. (2019) 'Dietary *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* effects on survival and haemato-immunological responses of *Clarias gariepinus* juveniles to *Aeromonas hydrophila* infection', *AACL Bioflux*, 12(5), pp. 1559-1577.
- Rasmussen-Ivey, C.R., Figueras, M.J., McGarey, D., and Liles, M.R. (2016) 'Virulence Factors of *Aeromonas hydrophila*: In the Wake of Reclassification', *Frontiers in Microbiology*, 7(1337), pp. 1-10.
- Ravikumar, S., Ramanathan, G., Subakaran, M., Jacob Inbaneson, J.S. (2009) 'Antimicrobial compounds from marine halophytes for silkworm disease treatment', *Int J Med Med Sci*, 1(5), pp. 184–191
- Rozi, Rahayu, K., Daruti, D.N., Stella, M.S.P. (2017) 'Study on characterization, pathogenicity and histopathology of disease caused by *Aeromonas hydrophila* in gourami (*Osphronemus gouramy*)', *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 137(012003), pp. 1-9.
- Sabir, A. (2005) 'Aktivitas antibakteri flavonoid propolis *Trigona* sp terhadap bakteri *Streptococcus mutans* (in vitro) (In vitro antibacterial activity of flavonoids *Trigona* sp propolis against *Streptococcus mutans*)', *Dental Journal*, 38(3), pp. 135-141.
- Simon, S. S., Lalitha, K.V., and Joseph, T.C. (2016) 'Virulence properties of *Aeromonas* spp. from modified-atmosphere- and vacuum-packed milk fish (*Chanos chanos* Forsskal, 1775)', *Annals of Microbiology* 66(3): 1109–1115.
- Soetomo. (2007) *Budidaya Ikan Lele Dumbo*. Bandung: Sinar Baru Al-gensindo
- Soltani, M. Moghimi, S.M., Mousavi, E.H., Abdi, K., and Soltani, E. (2016) 'Isolation, phenotypic and molecular characterization of motile *Aeromonas* species, the cause of bacterial hemorrhagic septicemia in affected farmed carp in Iran', *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 10(3), pp. 209-216.
- Sukadana, I. M, Santi, S.R, & Juliarti N.K. (2008) 'Aktivitas antibakteri senyawa golongan triterpenoid dari biji pepaya (*Carica papaya* L.)', *Jurnal Kimia*, 2(1), 15-18.

- Sukenda Sukenda, S., Romadhona, E.I., Yuhana, M., Pasaribu, W., and Hidayatullah, D. (2018) 'Efficacy of whole-cell and lipopolysaccharide vaccine of *Aeromonas hydrophila* on juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* against motile aeromonad septicemia', *AACL Bioflux*, 11(5), pp. 1456-1466.
- Tjay, T. H. and Rahardja, K. (2015). *Obat-obat Penting: Khasiat, Penggunaan dan Efek-Efek Sampingnya*. Edisi Ke-7. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo. 1037 hal.
- Vivekanandhan, S., Misra/, M., Mohanty, A.K. (2009) 'Biological synthesis of silver nanoparticles using Glycine max (soybean) leaf extract: an investigation on different soybean varieties', *J Nanosci Nanotechnol*, 9(12), pp. 6828–6833.
- Wamala, S.P, Mugimba, K.K., Mutoloki, S., Evensen, O., Mdegela, R., Byarugaba, D.K., and Sørum, H. (2018) 'Occurrence and antibiotic susceptibility of fish bacteria isolated from *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia) and *Clarias gariepinus* (African catfish) in Uganda', *Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(6), pp. 1–10.
- Zhang, D., Xu, D., Shoemaker, C.A., and Beck, B.H. (2020) 'The severity of motile *Aeromonas* septicemia caused by virulent *Aeromonas hydrophila* in channel catfish is influenced by nutrients and microbes in water', *Aquaculture*, 519(734898), pp. 1-6.
- Zhou X., Wang L., Feng H., Guo Q., Dai H. (2011) 'Acute phase response in Chinese soft-shelled turtle (*Trionyx sinensis*) with *Aeromonas hydrophila* infection', *Developmental and Comparative Immunology*, 35(4), pp. 441-451.
- Zonneveld, N., Huisman, E.A., and Boon, J. (1991) *Prinsip –prinsip Budidaya Ikan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.