

LEUKOCYTES DIFFERENTIATION OF *Pangasius hypophthalmus* THAT WERE FEED WITH CURCUMIN EXTRACT FROM *Curcuma domestica* V

By

Khasan Nur Iman¹⁾ Morina Riauwaty²⁾ Henni Syawal²⁾

Aquaculture Department, Faculty of Fisheries and Marine Science,
University of Riau, Pekanbaru, Riau Province
khasannurimanbdp@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted on June until August 2016 in Parasites and Fish Diseases Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine science, University of Riau, Pekanbaru. The aim of this research was to determine leucocyte differentiation of *Pangasius hypophthalmus* that were feed with curcumin extract from *Curcuma domestica* V. This research used five treatment such as; Kn (negative control): that were feed without curcumin extract and were not infected with *A. hydrophila*, Kp (positive control): that were feed without curcumin extract and infected with *A. hydrophila*, P₁: feed with curcumin extract in 0,3g/kg, P₂: feed with curcumin extract in 0,5g/kg and P₃: feed with curcumin extract in 0,7 g/kg. Fish reared in an aquarium the size of 40x30x30 cm with stocking density 10 fish / aquarium, feeding as many as 10% of body weight and do 3 times a day. Pisciculture carried out for 30 days and after that fish infected with *Aeromonas hydrophila*. The results shown that P₃ (feed with curcumin extract in 0,7 g/kg) were the best treatment with lymphocytes 83,00%; monocytes 5.33%; neutrophils 3,67%; thrombocyte 8.00%; total leukocytes 12,01x10⁴ cell/mm³; and fagocyte index 58,33.

Keyword: Leukocytes, *Pangasius hypophthalmus*, *Curcuma domestica* V, Curcumin Extract

1. Student of Faculty Fisheries and Marine Science, University of Riau
2. Lecturer of Faculty Fisheries and Marine Science, University of Riau

PENDAHULUAN

Ikan jambal siam (*Pangasius hypophthalmus*) merupakan ikan yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan banyak digemari oleh seluruh lapisan masyarakat khususnya di daerah Riau karena rasanya yang enak dan dagingnya yang tebal. Seiring dengan meningkatnya permintaan maka para pembudidaya ikan Jambal Siam dituntut untuk memenuhi permintaan pasar sehingga produksi harus ditingkatkan (Handayani, 2014).

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan usaha budidaya adalah adanya

serangan penyakit oleh bakteri yang dapat menimbulkan kerugian besar bagi pembudidaya ikan yaitu bakteri *Aeromonas hydrophila*. Penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri ini adalah MAS (*Motile Aeromonas Septicemia*)

Selama ini baik pencegahan maupun pengobatan terhadap penyakit MAS, pembudidaya menggunakan antibiotik seperti *ampicillin*, *chloramphenicol*, dan *tetracycline* pada ikan yang terserang bakteri. Penggunaan antibiotik secara terus menerus dan tidak terkontrol dapat menyebabkan bakteri patogen menjadi resisten, terjadi

penimbunan residu obat-obatan di lingkungan perairan serta di dalam tubuh ikan yang dapat menimbulkan efek berbahaya bagi yang mengkonsumsinya (Lukistyowati dan Syawal, 2013).

Permasalahan mengenai penyakit bakteri tersebut, perlu dicarikan solusi dan alternatif lain untuk mengganti antibiotik sintetis dengan yang berasal dari tumbuhan alami yang dapat dijadikan sebagai bahan anti bakteri. Bahan alami yang dapat digunakan sebagai antibakteri adalah kunyit (*Curcuma domestica* V). Menurut Riauwati (2007), bahwa konsentrasi 1000 mg/L perasan kunyit dapat meningkatkan kelangsungan hidup ikan mas yang diinfeksi dengan *A. salmonicida* sebesar 100%. Menurut Bertha (2016) bahwa total leukosit ikan jambal siam setelah diinfeksi *Aeromonas hydrophila* yang diberi ekstrak kurkumin lebih tinggi yaitu $16,1167-16,5500 \times 10^4$ sel/mm³ dibandingkan dengan yang tidak diberi perlakuan ekstrak kurkumin kunyit yaitu $9,2333-13,1300 \times 10^4$ sel/mm³.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dimana penggunaan ekstrak kurkumin ini dapat meningkatkan kelulushidupan ikan mencapai 100% dan peningkatan jumlah total leukosit masih dalam kisaran normal sementara penelitian mengenai diferensiasi leukosit masih minim, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai diferensiasi leukosit ikan jambal siam (*Pangasius hypothalamus*) yang diberi pakan dengan penambahan ekstrak kurkumin kunyit (*Curcuma domestica* V).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL), satu faktor perlakuan, yakni

penambahan ekstrak kurkumin kunyit dengan 5 taraf perlakuan dan 3 kali ulangan.

Kn: Kontrol negatif (pemberian pakan tanpa diberi ekstrak kurkumin dan tanpa diinfeksi bakteri *A. hydrophila*)

Kp: Kontrol positif (pemberian pakan tanpa diberi ekstrak kurkumin dan diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*)

P₁: Penambahan ekstrak kurkumin pada pakan dengan Dosis 0,3 g/kg

P₂: Penambahan ekstrak kurkumin pada pakan dengan Dosis 0,5 g/kg

P₃: Penambahan ekstrak kurkumin pada pakan dengan Dosis 0,7 g/kg

Persiapan Wadah

Wadah pemeliharaan yang digunakan berupa akuarium berukuran 40 x 30 x 30 cm sebanyak 15 buah. Sebelum digunakan akuarium terlebih dahulu dibersihkan dan diisi air sampai penuh lalu diberi larutan KMnO₄ (Kalium Permanganat) selama 24 jam. Kemudian akuarium diisi dengan air setinggi 25 cm dengan volume 30 L. Benih ikan Jambal Siam yang berukuran 8-12 cm dimasukkan ke masing-masing akuarium dengan jumlah 10 ekor/akuarium.

Persiapan Pakan Ikan

Pakan ikan yang digunakan merupakan pakan komersil jenis FF-999 dengan kandungan protein sebesar 35%. Pembuatan pakan dengan cara mengencerkan ekstrak kurkumin ke dalam akuades sebanyak 250 mL yang telah dipanaskan terlebih dahulu agar ekstrak kurkumin mudah larut dengan dosis perlakuan yaitu 0,3 g/kg; 0,5 g/kg; dan 0,7 g/kg. Selanjutnya disemprot ke pakan komersil dengan menggunakan *sprayer* sedikit demi sedikit sampai merata kemudian dikeringanginkan, kemudian pakan siap digunakan.

Pemeliharaan Ikan

Pemeliharaan ikan uji dilakukan selama 30 hari dan selama pemeliharaan ikan diberi pakan yang telah ditambahkan dengan ekstrak kurkumin kunyit. Pakan diberikan tiga kali sehari, yaitu pada pukul 09.00, 13.00, dan 17.00 WIB sebanyak 10% dari bobot tubuh. Setiap 10 hari dilakukan sampling. Selama pemeliharaan dilakukan penyiponan setiap hari.

Persiapan Media Tumbuh Bakteri

Alat-alat yang digunakan seperti cawan petri, tabung reaksi, erlenmeyer dan gelas ukur disterilisasi terlebih dahulu sebelum digunakan dengan *autoclave* pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Media tumbuh inokulan bakteri adalah GSP (*Glutamate Strech Phenol*), TSA (*Triptic Soya Agar*) dan media cair TSB (*Triptic Soya Broth*), dengan perbandingan 45g GSP, 40g TSA dan 30g TSB dilarutkan dalam 1 liter aquades.

Penyediaan Isolat *Aeromonas hydrophila*

Isolat *Aeromonas hydrophila* berasal dari Unit Pelaksana Teknis (UPT) Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I, Pekanbaru, dan telah diuji pada Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, isolat diperbanyak pada media GSP dan dibuat stok pada agar miring, agar biakan bertahan lebih lama. Setelah 24 jam, biakan bakteri dikultur kembali ke dalam media TSB yang baru. Setelah 24 jam, media tersebut dapat diambil dan digunakan sebagai bakteri ujiantang dengan kepadatan 10⁸ CFU/mL.

Uji Tantang

Setelah dipelihara selama 30 hari, ikan diinfeksi dengan bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan kepadatan bakteri 10⁸

CFU/mL sebanyak 0,1 mL/ekor ikan dengan disuntikkan secara intramuscular. Pemeliharaan dilakukan selama 14 hari pascainfeksi dan selama waktu itu ikan diamati gejala klinisnya.

Pengambilan Darah Ikan

Pengambilan darah dilakukan di bagian *vena caudalis*, darah diambil menggunakan *syringe* yang sudah dibasahi dengan Na Citrat 3,8%. Kemudian darah dimasukkan ke dalam mikrotube untuk digunakan dalam pengamatan leukosit.

Pengamatan Gejala Klinis

Pengamatan gejala klinis ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*) meliputi warna tubuh, pergerakan tubuh dan nafsu makan. Pengamatan gejala klinis dilakukan setiap hari selama pemeliharaan. Hasil pengamatan terhadap gejala klinis dideskripsikan dalam bentuk tabel.

Diferensiasi Leukosit

Perhitungan jenis leukosit berdasarkan metode Blaxhall dan Daisley (1973) dalam Syatma (2016), yakni dengan cara mengambil darah ikan, kemudian dibuat preparat ulas darah pada kaca objek lalu dikering anginkan, selanjutnya difiksasi dengan larutan methanol 95% selama 5 menit, setelah itu dibilas dengan akuades lalu dikering anginkan, dan dilanjutkan dengan pewarnaan Giemsa selama 15 menit, setelah itu dicuci dengan air mengalir, kemudian dikering anginkan, lalu diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 400X. Jenis leukosit yang diamati adalah limfosit, monosit, neutrofil, dan trombosit. Kemudian dihitung sampai berjumlah 100 sel dan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase Sel} = \sum n \times 100\%$$

Dimana : $\sum n$ = jumlah sel yang dihitung

Total Leukosit

Prosedur perhitungan total leukosit mengacu pada Blaxhall dan Daisley (1973), yaitu dengan cara sampel darah dihisap dari mikrotube dengan menggunakan pipet leukosit hingga skala 0.5 dan ditambah larutan Turk hingga garis 11, setelah itu dihomogenkan dengan cara menggoyang-goyangkan pipet leukosit membentuk angka delapan selama lima menit. Setelah homogen, darah dibuang sebanyak dua tetes untuk menghilangkan udara, lalu darah diteteskan pada kotak *haemocytometer* dan ditutup dengan *cover glass*. Selanjutnya diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 400 x. Jumlah total leukosit dihitung dengan menggunakan mikroskop pada 4 kotak besar *haemocytometer* dengan rumus sebagai berikut :

$$\sum \text{Leukosit} = \sum n \times 50 \text{ sel/mm}^3$$

Dimana : $\sum n$ = Jumlah total leukosit pada 4 kotak besar

50 = Faktor pengenceran

Indeks Fagositik

Indeks fagositik diukur menurut Anderson dan Siwicki (1993) dalam Farouq (2011), yaitu sampel darah diambil sebanyak 50 μl dan dimasukkan ke dalam mikrotube. Setelah itu, ditambahkan sebanyak 50 μl suspensi *Staphylococcus aureus* dengan kepadatan 10^7 sel/mL. Kemudian, suspensi tersebut dihomogenkan dan diinkubasi dalam inkubator selama 20 menit. Sebanyak 5 μl suspensi tersebut diambil dan dibuat preparat ulas darah.

Darah sampel diambil dan diteteskan pada gelas objek pada bagian sisi kanan. Gelas objek lain diletakkan disebelah kanan darah membentuk sudut 30° . Gelas objek tersebut ditarik ke arah kiri dengan tetap menyentuh darah tersebut hingga membentuk preparat ulas darah yang cukup tipis sehingga mudah diamati. Setelah itu,

preparat ulas dikeringanginkan. Preparat ulas yang telah kering lalu difiksasi dalam larutan methanol selama 5-10 menit. Setelah itu, preparat ulas dikeringanginkan. Preparat ulas direndam dalam larutan Giemsa selama 10-15 menit. Selanjutnya dibilas dengan akuades dan kembali dikeringanginkan. Setelah itu, preparat ulas dapat diamati di bawah mikroskop.

Persentase sel-sel fagositik dapat dihitung dengan cara mengamati jumlah sel-sel yang memfagosit bakteri hingga berjumlah 100 sel. Adapun cara perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Indeks Fagositik} = \frac{\sum \text{Sel Fagosit}}{100} \times 100\%$$

Tingkat Kelulushidupan

Menurut Effendie (2002), tingkat kelulushidupan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{SR} = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Dimana :

SR = Kelulushidupan (%)

N_t = Jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

N_o = Jumlah ikan yang hidup pada awal penelitian (ekor)

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak dihitung dengan menggunakan rumus menurut Effendie (2002) sebagai berikut:

$$\text{GR} = \text{Wt} - \text{Wo}$$

Keterangan :

GR = Pertumbuhan bobot mutlak (g)

Wt = Bobot rata-rata ikan pada akhir penelitian (g)

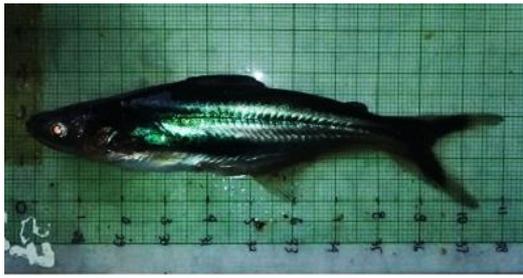
Wo = Bobot rata-rata ikan pada awal penelitian (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

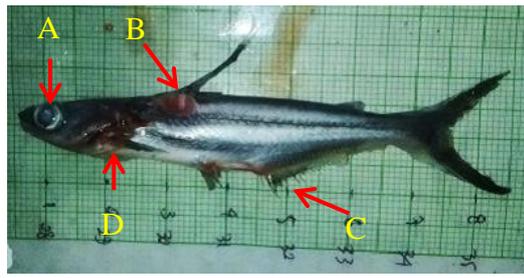
Pengamatan gejala klinis selama 14 hari pascainfeksi dengan bakteri *Aeromonas*

hydrophila, yang diketahui adalah perubahan

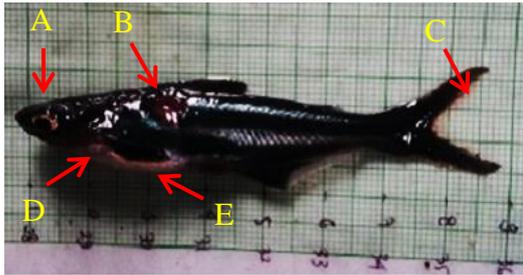
pada permukaan tubuh ikan jambal siam.



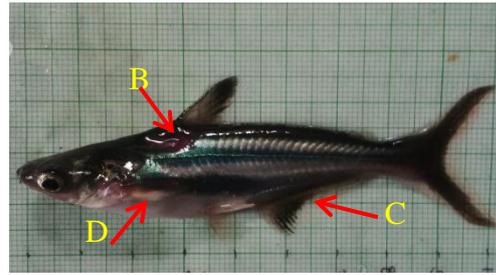
(Kn)



(Kp)



(P₁)



(P₂)



(P₃)

Gambar 1. Gejala Klinis Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*) pascainfeksi dengan *Aeromonas hydrophila*

Keterangan: A= Mata Menonjol; B= Borok/Luka; C= Gripis; D= Peradangan; E= Perut Gembung

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa gejala klinis pascainfeksi dengan *A. hydrophila* pada perlakuan kontrol positif (Kp) menunjukkan gejala berupa sirip rusak (gripis), peradangan, *exophthalmia* dan luka borok ditempat infeksi. Gejala klinis pada ikan *catfish* yang timbul setelah penginfeksian *A. hydrophila* yaitu mengalami radang pada daerah penyuntikan, kemudian berkembang menjadi haemoragi dan ulcer (Kurniawan *et al.*, 2013). nafsu makan ikan pada perlakuan Kp menurun drastis. Nafsu makan tersebut terlihat mulai normal pada hari ke 5–6 dikarenakan ikan masih

mengalami stress akibat infeksi yang terjadi, hal ini sesuai pendapat Bertha (2016) yang menyatakan bahwa nafsu makan ikan jambal siam setiap perlakuan dengan perendaman kurkumin sebelum dilakukan penginfeksian bakteri *A. hydrophila* memiliki respons yang tinggi terhadap pakan, namun setelah ujitantang nafsu makan ikan cenderung menurun.

Hasil penelitian menunjukkan pada perlakuan P₃ menunjukkan gejala klinis yang lebih ringan daripada perlakuan kontrol positif (Kp), P₁ dan P₂ yaitu hanya terjadi peradangan dibagian bekas suntikan pada 48

jam pascainfeksi, dan hanya bertahan selama satu hari peradangan itu sudah terlihat menghilang. Hal ini disebabkan ikan jambal siam pada perlakuan P₃ memiliki daya tahan yang lebih baik daripada perlakuan lainnya. Ini menunjukkan adanya peningkatan daya tahan tubuh ikan yang diduga berasal dari pemberian ekstrak kurkumin kunyit. Hal ini dikarenakan kunyit mempunyai aktivitas sebagai anti inflamasi (anti peradangan), aktivitas terhadap peptic ulcer, antibiotik, dan aktivitas anti kanker (Sumiati dan Adnyana, 2007).

Menurut Newman (1982) dalam Lukistyowati dan Kurniasih (2012) menyatakan bahwa akibat serangan bakteri *A. hydrophila* gejala klinis yang timbul pada ikan menunjukkan adanya hiperemi (kemerahan) setelah 4 jam di daerah bekas suntikan, peradangan (inflamasi) terjadi setelah 9 jam. Hari ke dua setelah penyuntikan, di bagian tempat penyuntikan

(intramuskular) terjadi nekrosis dan ulcer (tukak) semakin melebar dan bertambah dalam, pergerakan ikan menjadi lamban bahkan diam dan ikan yang tidak dapat bertahan mengalami kematian gejala tersebut merupakan manifestasi klinis *A. hydrophila*. Wahjuningrum, (2010) menyatakan bahwa gejala klinis yang muncul adalah sirip rusak, kulit kering, kulit kasar, lesi kulit yang berkembang menjadi tukak, dan mata menonjol (*exophthalmia*), serta perut menggebung.

Diferensiasi Leukosit

Perhitungan diferensiasi leukosit dilakukan untuk melihat perubahan jenis-jenis leukosit yang terjadi setelah dilakukan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin kunyit dan pascainfeksi dengan *Aeromonas hydrophila*

Tabel 1. Rerata Diferensiasi Leukosit pada Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*) Selama Penelitian

Diferensiasi Leukosit	Perlakuan	Limfosit (%)	Neutrofil (%)	Monosit (%)	Trombosit (%)
Setelah 30 hari pemeliharaan	Kn	79,00±1.00	7,33±1.15 ^{bc}	5.00±1.00	8.67±1.53
	Kp	81,67±4.72	7,33±0.58 ^c	4.67±1.53	9.00±1.74
	P ₁	74,00±3.60	8,33±0.58 ^c	5.33±1.53	12.33±1.53
	P ₂	76,67±4.61	5,67±0.58 ^{ab}	4.00±1.00	12.67±4.04
	P ₃	79,67±1.52	4,33±1.53 ^a	4.33±1.53	11.67±1.53
Hari ke 14 pascainfeksi	Kn	77,33±3.06 ^{bc}	6,33±0.58 ^c	6.00±1.00 ^a	9.33±2.31 ^a
	Kp	62,67±2.08 ^a	7,67±1.53 ^{bc}	10.67±1.15 ^b	18.00±1.00 ^b
	P ₁	74,67±1.53 ^b	5,67±0.5 ^{8b}	8.00±1.00 ^a	11.67±2.08 ^a
	P ₂	79,67±2.31 ^c	4,67±0.58 ^{ba}	5.67±1.53 ^a	10.00±1.00 ^a
	P ₃	83,00±1.73 ^d	3,67±0.58 ^a	5.33±0.58 ^a	8.00±1.00 ^a

*Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan bahwa antar perlakuan berbeda nyata (P<0,05); ± Standar Deviasi (SD).

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa limfosit ikan jambal siam setelah pemeliharaan selama 30 hari berkisar antara 74,00-81,67 %. Berdasarkan uji statistik analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin setelah 30 hari penelitian tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah

limfosit ikan jambal siam (P>0,05). Tetapi jumlah ini masih berada pada kisaran normal sesuai pendapat Preager *et al.*, (2016) persentase normal limfosit ikan berkisar antara 71,12-82,88%.

Hasil penelitian setelah diinfeksi dengan *A. hydrophila* menunjukkan bahwa jumlah limfosit ikan jambal siam mengalami

perubahan yang berkisar antara 62,67-83,00% dimana yang tertinggi pada perlakuan P3, yaitu 83,00%, dan yang terendah pada perlakuan Kp yaitu 62,67%. Hal ini dikarenakan pada perlakuan Kp ikan masih mengalami stress akibat terinfeksi bakteri pathogen sedangkan pada perlakuan P3 ikan sudah mulai normal kembali. Menurut Gabaudan dan Verlhac (2006) bahwa peningkatan intensitas infeksi oleh pathogen tertentu akan memicu kebutuhan sel darah putih (limfosit) dan peningkatan kebutuhan tersebut mengakibatkan pengurangan jumlah sel agen penyedia zat kebal tubuh yaitu limfosit. Menurut Jain (1993) dalam Rustikawati (2012) bahwa penurunan jumlah limfosit di dalam darah terjadi karena sebagian besar limfosit berpindah dari sirkulasi dan berkompetisi ke dalam jaringan tubuh dimana terdapat peradangan.

Berdasarkan uji statistik analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin setelah diinfeksi *A. hydrophila* memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah limfosit ikan jambal siam ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut studi Newman Keuls menunjukkan P_3 berbeda nyata terhadap Kp, Kn, P_1 , tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan P_2 .

Persentase jumlah neutrofil setelah pemeliharaan 30 hari berada pada kisaran 4,33-8,33%. Jumlah neutrofil menunjukkan hasil yang bervariasi antara tiap perlakuan. Berdasarkan uji statistik analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin setelah 30 hari pemeliharaan memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah neutrofil ikan jambal siam ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut studi Newman Keuls menunjukkan P_1 berbeda nyata terhadap Kn, P_2 , dan P_3 , tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan Kp (Lampiran 6).

Setelah ikan diinfeksi dengan *A. hydrophila* jumlah neutrofil mengalami penurunan dan berada pada kisaran 3,67-7,67%. Walaupun jumlahnya terlihat menurun, tetapi pada perlakuan Kp terjadi peningkatan jumlah neutrofil, hal ini dikarenakan sel neutrofil masih bekerja dalam proses menekan infeksi bakteri yang terjadi. Sedangkan pada perlakuan yang jumlah neutrofilnya menurun diduga kondisi ikan sudah mulai membaik karena zat aktif kurkumin mampu menekan infeksi yang terjadi. Menurut Jain (1993) dalam Rustikawati (2012), bahwa setelah proses infeksi jumlah neutrofil dapat ditekan, sel-sel mati dan jaringan nekrotik yang salah satunya mengandung neutrofil yang telah mati secara bertahap akan mengalami autolisis dalam beberapa hari.

Berdasarkan uji statistik analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin setelah diinfeksi *A. hydrophila* memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah neutrofil ikan jambal siam ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut studi Newman Keuls menunjukkan P_3 berbeda nyata terhadap Kn dan Kp tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan P_2 .

Berdasarkan uji statistik analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah monosit ikan jambal siam ($P > 0,05$).

Persentase sel monosit setelah pemeliharaan selama 30 hari dengan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin kunyit berkisar antara 4,00-5,33%. Hal ini dikarenakan ikan dalam keadaan normal dan belum ada infeksi yang masuk ke dalam tubuh yang merangsang monosit di dalam tubuh. Pascainfeksi dengan *A. hydrophila*, proporsi sel monosit meningkat menjadi 5,33-10,67%. Peningkatan sel monosit tersebut karena distimulasi oleh zat

kurkumin yang berfungsi sebagai imunostimulan. Menurut Goenarwo *et al.*, (2009) Kurkumin pada kunyit mempunyai efek antiradang, antioksidan, antibakteri, dan imunostimulan. Suhermanto *et al.*, (2013) menyatakan bahwa monosit bersifat fagosit lebih kuat jika dibandingkan neutrofil dan dapat memfagosit partikel yang lebih besar, monosit yang matang disebut makrofag.

Hasil penelitian terhadap jumlah trombosit ikan selama 30 hari secara statistik tidak berbeda nyata antara tiap perlakuan, persentase trombosit pada ikan jambal siam setelah pemeliharaan berkisar antara 8,67-12,67% hal ini sedikit berbeda dengan pernyataan Anderson (1990) dalam Apriyandi (2008) yaitu kisaran persentase trombosit ikan normal sebesar 20-30%. Perbedaan ini diakibatkan oleh jenis, ukuran ikan, dan metode yang dilakukan.

Pascainfeksi dengan *A. hydrophila* persentase jumlah trombosit ikan jambal siam mengalami peningkatan menjadi

berkisar 9,33-18%. Hal ini disebabkan adanya infeksi oleh *A. hydrophila* sehingga menyebabkan ulcer pada tubuh ikan. Kisaran trombosit tertinggi pada perlakuan Kp yaitu 18% dan yang terendah pada perlakuan Kp yaitu 9,33%. Pada perlakuan Kp diduga ikan masih mengalami pendarahan akibat terinfeksi *A. hydrophila*. Hal ini sesuai pernyataan Anderson (1990) dalam Apriyandi (2008) fungsi utama dari trombosit adalah penutupan luka, apabila pada ikan persentase trombosit dalam jumlah yang tinggi, maka dapat diduga ikan tersebut tengah mengalami luka atau pendarahan.

Total Leukosit

Perhitungan total leukosit dilakukan untuk melihat perubahan total leukosit yang terjadi setelah pemeliharaan ikan jambal siam selama 30 hari dengan diberi pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin dan setelah diinfeksi dengan *A. hydrophila*.

Tabel 2. Total Leukosit (Sel/mm³) pada Ikan Jambal Siam Selama Penelitian

Perlakuan	Total Leukosit ($\times 10^4$ sel/mm ³)	
	Setelah masa pemeliharaan 30 hari	14 hari Pasca Diinfeksi <i>Aeromonas hydrophila</i>
Kn	7,85 \pm 0,44 ^a	7,82 \pm 0,28 ^a
Kp	7,76 \pm 0,52 ^a	10,89 \pm 0,48 ^b
P ₁	9,58 \pm 0,81 ^b	11,91 \pm 0,95 ^b
P ₂	10,15 \pm 0,93 ^b	12,15 \pm 0,33 ^b
P ₃	10,55 \pm 0,67 ^b	12,01 \pm 0,81 ^b

* Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan bahwa antar perlakuan berbeda nyata (P<0,05); \pm Standar Deviasi (SD).

Berdasarkan Tabel 2, jumlah rata-rata leukosit pada ikan jambal Siam pada tiap perlakuan setelah 30 hari pemeliharaan berkisar antara 7,85-10,55 $\times 10^4$ sel/mm³. Pemberian pakan dengan ekstrak kurkumin 0,7 g/L menyebabkan total leukosit ikan jambal siam lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Menurut Rastogi (1977) dalam Farouq (2011) bahwa jumlah sel darah putih pada ikan berkisar antara 20.000-150.000

sel/mm³. Jumlah leukosit pada ikan jambal siam dengan yang diberi ekstrak kurkumin kunyit berkisar antara 10,70-11,09 $\times 10^4$ sel/mm³ (Bertha 2016).

Berdasarkan uji statistik analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin memberikan pengaruh nyata terhadap total leukosit pada ikan jambal siam (P<0,05). Hasil uji lanjut Newman-Keuls menunjukkan

Kn dan Kp berbeda nyata terhadap perlakuan P₁, P₂ dan P₃.

Pascainfeksi dengan *A. hydrophila* jumlah total leukosit berkisar $7,82 \times 10^4$ - $12,15 \times 10^4$ sel/mm³. Jumlah leukosit tertinggi pascainfeksi terdapat pada perlakuan P₂ sedangkan yang terendah pada perlakuan kontrol negatif (Kn), hal ini karena pada perlakuan Kn tidak diinfeksi dengan *A. hydrophila* sehingga jumlah sel leukosit tidak terjadi perubahan yang signifikan.

Berdasarkan uji statistik analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin kunyit memberikan pengaruh nyata terhadap total leukosit pada ikan jambal siam setelah diinfeksi dengan *A. hydrophila* (P<0,05). Hasil uji lanjut Newman-Keuls menunjukkan perlakuan Kn berbeda nyata dengan Kp, P₁, P₂ dan P₃.

Total leukosit ikan jambal siam tertinggi setelah diinfeksi *A. hydrophila* terdapat pada P₂ (0,5 g/kg), yaitu $12,15 \times 10^4$ sel/mm³ sedangkan total leukosit terendah terdapat pada Kn, yaitu $7,82 \times 10^4$ sel/mm³.

Tabel 3. Persentase Leukosit Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*) yang Melakukan Aktivitas Fagositosis Selama Penelitian

Perlakuan	Rerata Sel Leukosit Yang Melakukan Aktivitas Fagositosis (%)	
	Setelah Pemeliharaan (30 hari)	14 hari Pasca Diinfeksi <i>Aeromonas hydrophila</i>
Kn	31,33±6,11 ^a	25,00±3,61 ^a
Kp	29,33±1,53 ^{ab}	17,33±2,08 ^{ab}
P ₁	33,33±5,03 ^{ab}	25,33±4,51 ^{ab}
P ₂	32,00±3,61 ^{ab}	37,67±5,03 ^b
P ₃	40,33±1,53 ^b	58,33±10,60 ^c

* Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan bahwa antar perlakuan berbeda nyata (P<0,05); ± Standar Deviasi (SD).

Berdasarkan Tabel 3 di atas, kisaran indeks fagositik setelah pemeliharaan selama 30 hari adalah 29,33% - 40,33%. Nilai yang terendah terdapat pada perlakuan Kp (29,33%) dan tertinggi pada perlakuan P₃ (40,33%). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan penambahan ekstrak

Peningkatan total leukosit mengindikasikan bahwa sel pada tubuh ikan merespons terhadap adanya benda - asing yang masuk ke dalam tubuh. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kresno (2001) dalam Utami *et al.*, (2013), bahwa peningkatan sel leukosit merupakan refleksi keberhasilan sistem imunitas ikan dalam mengembangkan pespons imunitas seluler (non spesifik) sebagai pemicu untuk pespons kekebalan. Hasil penelitian Bertha (2016) menyatakan total leukosit ikan jambal siam tertinggi setelah diinfeksi *A. hydrophila* terdapat pada P₃ (0,9 g/L) $16,55 \times 10^4$ sel/mm³ sedangkan total leukosit terendah terdapat pada perlakuan Kn $9,23 \times 10^4$ sel/mm³.

Indeks Fagositik

Perhitungan indeks fagositik dilakukan untuk melihat kemampuan sel leukosit untuk memakan benda asing khususnya serangan bakteri patogen pada ikan setelah dipelihara selama 30 hari maupun setelah ikan diinfeksi dengan bakteri

kurkumin mampu meningkatkan aktivitas fagositik sel leukosit ikan jambal siam. Menurut Jain (1993) dalam Rustikawati (2012) bahwa fagositosis merupakan mekanisme yang paling penting dan merupakan fungsi utama sel leukosit saat terjadi peradangan. Menurut Jain (1993)

dalam Rustikawati (2012) fagosit adalah bagian paling kuat dan paling penting dari sistem pertahanan tubuh yang dapat beroperasi segera dalam melawan invasi mikro-organisme setelah melintasi permukaan tubuh dan masuk ke dalam tubuh.

Berdasarkan uji statistik analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin setelah 30 hari penelitian memberikan pengaruh nyata terhadap indeks fagositik ikan jambal siam ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut studi Newman Keuls menunjukkan bahwa P_3 berbeda nyata terhadap K_p , tetapi tidak berbeda nyata terhadap K_n , P_1 , dan P_2 .

Indeks fagositik ikan jambal siam setelah diinfeksi *A. hydrophila* berkisar 17,33% - 58,33%, dimana yang terendah pada perlakuan K_p yaitu 17,33 %, dan tertinggi pada perlakuan P_3 yaitu 58,33%. Pada perlakuan K_p , K_n , dan P_1 menunjukkan penurunan jumlah sel yang melakukan aktivitas fagositosis dan pada perlakuan P_2 dan P_3 terlihat peningkatan. Hal ini diduga karena Kurkumin mampu meningkatkan aktivitas sel fagosit. Seperti pendapat Joe *et al.*, (2004), bahwa kunyit berpotensi besar dalam aktivitas farmakologi sebagai anti

inflamatori, anti imunodefisiensi, anti virus, anti bakteri, anti jamur, anti oksidan, anti karsinogenik dan anti infeksi dengan meningkatkan pespons imunseluler. Bakteri yang berhasil masuk ke dalam tubuh segera akan mendapat pespons premitif dari hospes, yaitu fagositosis (Bellanti, 2003 dalam Pangestika *et al.*, 2012).

Berdasarkan uji statistik analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pemberian pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin setelah diinfeksi *A. hydrophila* memberikan pengaruh nyata terhadap indeks fagositik ikan jambal siam ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut studi Newman Keuls menunjukkan P_3 berbeda nyata terhadap K_p , K_n , P_1 , dan P_2 .

Tingkat Kelulushidupan

Kelulushidupan ikan dapat dijadikan indikator apakah penambahan ekstrak kurkumin pada pakan mempengaruhi kesehatan ikan atau tidak berpengaruh samasekali setelah dilakukan ujiantang dengan bakteri. Seperti tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat Kelulushidupan Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*)

Perlakuan	Tingkat Kelulushidupan (%)	
	Setelah Pemeliharaan (30 hari)	14 hari Pasca Diinfeksi <i>Aeromonas hydrophila</i>
K_n	100	83,33±5.77 ^b
K_p	100	36,67±5.77 ^a
P_1	100	83,33±5.77 ^b
P_2	100	90,00±10.00 ^{bc}
P_3	100	100,00±0.00 ^c

* Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan bahwa antar perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$); ± Standar Deviasi (SD).

Berdasarkan hasil uji analisis variansi (ANOVA) membuktikan ikan jambal siam setelah uji tantang dengan bakteri *A. hydrophila* memberikan pengaruh nyata terhadap kelulushidupan ikan jambal siam

($P < 0,05$). Hasil uji lanjut Newman-Keuls menunjukkan K_p berbeda nyata terhadap P_1 , P_2 , dan K_n serta berbeda nyata terhadap P_2 dan P_3 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan yang diperkaya ekstrak

kurkumin (*Curcuma domestica* V) pada ikan jambal siam yang telah diinfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* dapat meningkatkan kelulushidupan ikan jambal siam (*Pangasius hypophthalmus*) hingga 100%.

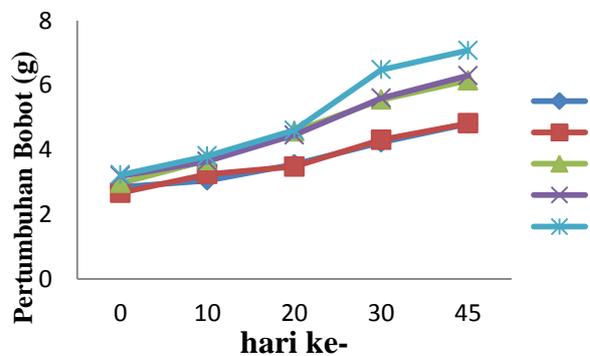
Kelulushidupan ikan jambal siam yang diberi pakan yang diperkaya ekstrak kurkumin pascainfeksi dengan bakteri *A. hydrophila* yaitu 100% bila dibandingkan dengan kontrol positif kelulushidupan hanya mencapai 36,67%. Hal ini dapat disebabkan karena kurkumin mampu menghambat infeksi *A. hydrophila* dan dapat meningkatkan ketahanan tubuh ikan jambal siam. Kurkumin adalah suatu persenyawaan fenolitik yang mekanisme kerjanya sebagai anti mikroba (Pelczar, 1997 dalam Bertha, 2016). Darwis (1991) dalam Samsundari (2006) menyatakan bahwa zat kurkumin mempunyai khasiat antibakteri yang dapat merangsang dinding kantong empedu sehingga dapat memperlancar metabolisme lemak, anti peradangan, antioksidan, antibakteri, dan juga dapat digunakan untuk meningkatkan kekebalan tubuh.

Kurkumin merupakan salah satu produk senyawa metabolit sekunder dari tanaman Zingiberaceae, khususnya kunyit dan temulawak. Wahjuningrum *et al.*, (2014) menyatakan bahwa penambahan ekstrak kunyit dalam pakan untuk pencegahan bakteri *E. tarda* dengan dosis 1 liter ekstrak tiap 2 kg pakan menghasilkan kelulushidupan ikan lele 60%. Kelulushidupan ikan tersebut pada pencegahan infeksi bakteri masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan penggunaan kurkumin yang mencapai 100%, hal ini diduga karena zat aktif yang terkandung pada tiap-tiap bahan alami berbeda, sehingga tingkat kelulushidupan ikan yang didapatkan berbeda. Menurut Sari (2012) bahwa pemberian larutan temulawak dengan dosis 0,6 g/L dan lama perendaman 5 menit untuk pencegahan bakteri *A. hydrophila* pada ikan

mas (*Cyprinus carpio*) menghasilkan kelulushidupan 100%.

Pertumbuhan Bobot Mutlak Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*)

Pertumbuhan bobot mutlak ikan diukur untuk mengetahui seberapa besar pertumbuhan ikan yang dipelihara setelah diberi pakan dengan penambahan ekstrak kurkumin kunyit. Pada 10 hari pertama pertumbuhan ikan relatif sama dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, tetapi pada 10 hari kedua pertumbuhan ikan sudah mulai menunjukkan perbedaan antara tiap perlakuan terutama pada perlakuan yang diberi penambahan ekstrak kurkumin kunyit (P_1 , P_2 dan P_3). Perbedaan pertumbuhan semakin terlihat signifikan pada 10 hari ketiga dimana pada perlakuan P_3 menunjukkan pertambahan yang lebih tinggi daripada perlakuan P_2 dan P_1 dan hal ini berlanjut hingga akhir penelitian. Pertumbuhan bobot mutlak ikan jambal siam selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 3. Histogram Rata-Rata Pertumbuhan Bobot Individu Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*)

Pertumbuhan bobot mutlak pada ikan jambal siam yang diberi perlakuan menunjukkan perbedaan pada tiap perlakuan, pada perlakuan P_3 (kurkumin 0,7 g/kg) menunjukkan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi 3,86 g/ekor, diikuti oleh perlakuan

P₁ (0,3 g/kg) pertumbuhan 3,18 g/ekor dan P₂ (0,5 g/kg) yaitu 3,11 g/ekor.

Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan penambahan ekstrak kurkumin kunyit berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak ikan jambal siam (P<0,05). Hasil uji lanjut diketahui bahwa P₃ berbeda nyata terhadap Kn dan Kp tetapi tidak berbeda nyata terhadap P₁ dan P₂.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui pemberian pakan yang diperkaya kurkumin terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan ikan jambal siam dan juga bisa dimanfaatkan untuk mempertahankan kondisi tubuh ikan dari infeksi *A. hydrophila* dilihat dari tingkat kelulushidupan ikan 100%. Menurut Bertha (2016), pemberian ekstrak kurkumin dengan cara perendaman dengan dosis 0,7 g/L dapat meningkatkan bobot tubuh ikan jambal siam (*Pangasius hypophthalmus*) menunjukkan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi 7,08 g/ekor. Zat aktif kurkumin pada kunyit lebih banyak dibandingkan pada temulawak sesuai

dengan pernyataan Samsundari (2006) bahwa kandungan kurkumin kunyit lebih tinggi (2,5% setara 0,0375 ml/10 mL) dibandingkan kurkumin temulawak (2,0% setara 0,03 mL/10 mL). Salama dan El-Bahr (2007) menyatakan bahwa kunyit dapat meningkatkan pencernaan dan metabolisme nutrisi. kurkumin juga memiliki sifat hepatoprotektor yang memiliki efek teurapeutik, untuk memulihkan, memelihara, dan mengobati kerusakan dari fungsi hati.

Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada (Lampiran 21). Kualitas air dapat mempengaruhi kondisi kesehatan ikan jika berada pada kondisi yang tidak sesuai dengan kebutuhan ikan. Parameter kualitas air yang diukur yaitu meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan amoniak (NH₃). Rata-rata dari hasil pengukuran masing-masing parameter kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 5. Rerata Kisaran Kualitas Air Selama Penelitian

Parameter	Perlakuan					Baku mutu SNI 2009
	Kn	Kp	P ₁	P ₂	P ₃	
Suhu (°C)	27,5-29,2	27,4-29,4	27,9-29,2	27,5-29,0	27,6-29,3	25-32
pH	6,0-6,8	6,1-6,8	6,0-6,9	6,1-6,7	6,0-6,9	6,5-8,5
DO (mg/L)	3,24-3,33	2,88-3,07	3,12-3,17	3,04-3,07	3,06-3,07	>3
NH ₃ (mg/L)	0,13-0,20	0,16-0,24	0,14-0,21	0,16-0,51	0,17-0,41	<1

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dosis pemberian ekstrak kurkumin kedalam pakan adalah 0,7 g/kg (P₃) yang ditandai dengan nilai Limfosit 83,00%, Neutrofil 3,67%, Monosit 5,33%, Trombosit 8,00%, Total Leukosit 12,01x10⁴ sel/mm³, Indeks Fagositik 58,33%, Kelulushidupan 100 % dan pertumbuhan bobot mutlak 3,86 g.

Saran

Pada penelitian ini didapatkan hasil terbaik yaitu pada perlakuan P₃, tetapi jika

ditinjau dari segi ekonomis dalam budidaya secara langsung maka disarankan perlakuan P₂ (0,5 g/kg) sudah dapat digunakan dalam upaya pencegahan dan peningkatan system imun non spesifik ikan jambal siam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, D.P. 1993. *Disease of Fishes*. Book 4: Fish Immunology. Edited by S. Snieszke and R. Axelrod, TFH Publication Ltd. Neptune City. 43 p.
- Apriyandi, R. 2008. Perbandingan Hematologi Ikan Baung (*Mystus nemurus* CV) yang Dipelihara dalam Kolam dan Keramba. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 80 hlm.
- Bertha, A. 2016. Kelulushidupan Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*) yang diberi Kurkumin Kunyit (*Curcuma domestica* V.) dan diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. 93 hlm.
- El-Bahr, S. M., Korshom M. A, Mandour, A. A., El-Bessomy A.A dan LebDAH M. A. 2007. The Protective Effect Of Turmeric On Iron Overload In Albino Rats. *Egyptian Journal of Biochemistry and Molecular Biology*. 25: 94-113.
- Farouq, A. 2011. Aplikasi Probiotik, Prebiotik dan Sinbiotik dalam Pakan untuk Meningkatkan Respons Imun dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila *Oreochromis niloticus* yang diinfeksi *Streptococcus agalactiae*. [Skripsi].
- Gabaudan, J., and Verlhac, V. 2006. Critical review of the requirements of ascorbic acid in cold and cool water fishes (salmonid, percids, plecoglossids and flatfishes). *Ascorbic Acid in aquatic organisms: Status and perspectives*, 33p.
- Goenarwo, E., Chodidjah, Muhammad S.A., Wigia P., Agus, M. 2009. Pengaruh Air Perasan Kunyit terhadap Kadar Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT), Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT), dan Bilirubin otal Serum Studi Eksperimental pada Tikus yang Diinduksi Parasetamol. *Sains Medika*. 1 (1): 16-23.
- Kurniawan., S.B. Prayitno., Sarjito dan A.M. Lusiasuti. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Terhadap Profil Darah dan Kelulushidupan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* Var. Sangkuriang) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Aquaculture management and Technology*, 2 (4): 50-62.
- Lukistyowati I. dan H. Syawal. 2013. Potensi Pakan yang Mengandung Sambiloto (*Andrographis paniculata*) dan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) untuk Menanggulangi Bakteri *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Baung (*Mystus nemurus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* (2013) Vol. 1 No. (2):135-147.
- Lukistyowati, I dan Kurniasih. 2012. Pelacakan Gen Aerolysin dari *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Mas yang Diberi Pakan Ekstrak Bawang Putih. *Jurnal Veteriner*, 13(1):43-50.
- Mims, C.A., Nash, A., Stephen, J., 2001. *Pathogenesis of Infectious Disease: 15th Edition*. Academic Press. London. 474p.
- Pangestika, D. E. Mirani. Imam D. Mashoedi. 2012. Pengaruh Pemberian Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap Aktivitas Fagositosis Makrofag pada Mencit BALB/C yang Diinokulasi Bakteri *Listeria monocytogenes*. 4 (1): 34-45.
- Preanger C., I., H., Utama, I., M., Karden. Gambaran Ulas Darah Ikan Lele di Denpasar Bali. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Udayana. *Indonesia Medicus Veterinus*. 5(2): 96-103.
- Riauwaty, M. (2007). Efektivitas Perasan Kunyit (*Curcuma domestica* Val) untuk Pengendalian Infeksi *Aeromonas*

- salmonicida* pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L). [Tesis]. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 119 hlm.
- Rustikawati, I. 2012. Efektivitas Ekstrak *Sargassum* sp. Terhadap Diferensiasi Leukosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diinfeksi *S. Iniae*. *Jurnal Akuatika*. Vol. 3 No. 2 (125-134).
- Samsundari, S. 2006. Pengujian Ekstrak Temulawak dan Kunyit Terhadap Resistensi Bakteri *Aeromonas hydrophila* yang Menyerang Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Gamma* 2(1):71–83.
- Sari, N.W., I. Lukistyowati, N. Aryani., (2012) Pengaruh Pemberian Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) Terhadap Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) Setelah Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. Universitas Riau. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*. 17 (2) : 43 – 59.
- Sumiati, T. dan Adnyana, I.K., 2007, *Kunyit, si Kuning yang Kaya Manfaat*. <http://www.pikiran-rakyat.com>, Diakses 24 agustus 2016.
- Syatma, M. 2016. Penambahan Simplisia Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dalam Pakan Terhadap Diferensiasi Leukosit Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. 112 hlm.
- Utami, D. T., S. B. Prayitno., S. Hastutui., Santika. 2013. Gambaran parameter Hematologis pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Vaksin DNA *Streptococcus iniae* dengan Dosis Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (4): 7-20.
- Wahjuningrum, Dinamella., E. H. Solikhah., T. Budiardi dan Mia Setiawati. 2010. Pengendalian Infeksi *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) dengan Campuran Meniran (*Phyllanthus niruri*) dan Bawang Putih (*Allium sativum*) dalam Pakan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 9(2) :93–103.
- Wahjuningrum, Dinamella, M. N. Ikhsan., Sukenda dan Y. Evan. 2014. Penggunaan Ekstrak Kunyit Sebagai Pengendali Infeksi Bakteri *Edwardsiella tarda* pada Ikan Lele. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 13 (1): 1–10.
- Handayani, I. E. Nofyan, M. Wijayanti. 2014. Optimasi Tingkat Pemeberian Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Patin Jambal (*Pangasius djambal*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia (2012)*. Vol. 2 No. (2) : 175-187.