



AQUAWARMAN

JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI AKUAKULTUR

Alamat : Jl. Gn. Tabur. Kampus Gn. Kelua. Jurusan Ilmu Akuakultur
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

Uji Toksisitas Akut Larutan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dan Pengaruhnya Terhadap Histopatologik Insang dan Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Acute Toxicity Test of Java Ginger (*Curcuma xanthorrhiza*) Solution and The Effect to The Gill and Kidney Histopathological Change of Common carp (*Cyprinus carpio*)

Romy Nur Rohadi Eka Putra¹⁾, Sulistyawati²⁾, Komsanah Sukarti³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

^{2),3)} Staf Pengajar Jurusan Akuakultur Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman

Abstract

The aimed of this research were to determine the level of toxicity of Java ginger (*Curcuma xanthorrhiza*) solution based on 96h-LC₅₀ value, to analysed the histopathological of gill and kidney, swimming pattern and respiratory frequency of common carp (*Cyprinus carpio*) who were exposed the Java ginger solution for 96 hours. This research was conducted since September 2019 until June 2020 at Aquatic Toxicology Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Science Mulawarman University. Toxicity test consists of two stages, namely Preliminary test to determine lower threshold value (48h-LC₀) was 100 mg.l⁻¹ and upper threshold value concentration (24h-LC₁₀₀) was 1000 mg.l⁻¹. And further testing to determine 96h-LC₅₀ with 6 test concentrations, namely 0 mg.l⁻¹, 194 mg.l⁻¹, 241 mg.l⁻¹, 299 mg.l⁻¹, 457 mg.l⁻¹, and 696 mg.l⁻¹. Each concentration with 3 replications. Analysis of Probability Unit was used to determine of 96h-LC₅₀ value, histopathological changes of gill and kidney descriptively, swimming pattern and respiratory frequency with tabulation and descriptively. The result of this research showed that the 96h-LC₅₀ value was 234.43 mg.l⁻¹ which mean that concentration could caused 50% of the test animal's mortality within 96 hours, and the criterion was moderately toxic.

Keywords: , temulawak, toxicity, histopathology, gills and kidneys, carp

1. PENDAHULUAN

Suatu kegiatan budidaya tidak terlepas dari adanya kekhawatiran mengenai penyakit yang menyerang ikan budidaya. Penyakit pada ikan budidaya banyak disebabkan oleh jamur, parasit, virus dan bakteri. Pemakaian antibakteri, suplemen, dan obat-obatan, telah banyak digunakan dalam perikanan budidaya, baik itu dari

bahan kimia atau yang alami, dan dianggap sebagai solusi yang paling efektif dalam mengatasi persoalan ini. Salah satu bahan alami yang bisa dijadikan sebagai antibakteri adalah temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). Temulawak mengandung zat berwarna kuning (kurkumin), serat, pati, kalium oksalat, minyak atsiri, dan flavonida, zat-zat tersebut berfungsi sebagai antimikroba/antibakteri, mencegah

penggumpalan darah, anti peradangan, melancarkan metabolisme dan fungsi organ tubuh (Ditjen POM, 2000).

Penggunaan bahan herbal sebagai antibiotik baik untuk diaplikasikan, tetapi dosis atau konsentrasi yang digunakan haruslah aman bagi inang (ikan atau udang). Untuk itu perlu dilakukan uji toksisitas terhadap bahan yang akan digunakan sebagai antibacterial, agar dapat dikaji konsentrasi yang aman bagi ikan dan konsentrasi yang sifatnya letal. Oleh karena

2. BAHAN DAN METODE

a. Persiapan alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium berukuran 25 cm x 25 cm x 25 cm sebanyak 18 buah, bak, serok dan ember, aerator, water cheker untuk mengukur kualitas air, dan peralatan laboratorium untuk uji histopatologik seperti gelas ukur, erlenmayer, pisau bedah, bunsen, pinset, object glass, hot plate, oven, mikroskop, microtome, timbangan analitik, kalkulator, penggaris dan alat tulis, serta kamera. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan mas (*Cyprinus carpio*. L) dengan ukuran rata-rata 3 - 4 cm dengan bobot rata-rata 0,8 gram - 1,5 gram, pakan ikan, larutan temulawak, Bouin, xylol, alkohol bertingkat mulai dari 30% - 95%, paraffin, pewarna Hematoxylin Ehrlich dan Eosin, akuades, albumin telur, canada balsam, dan kertas label.

b. Persiapan bahan uji

Menghaluskan temulawak menggunakan blender, menimbang bubuk temulawak sebanyak 200 gram, kemudian dilarutkan aquades sebanyak 1 liter, setelah larut akan menjadi larutan stok dengan konsentrasi 200.000 mg/L. Larutan stok tersebut digunakan untuk uji pendahuluan dan uji lanjutan. Kemudian untuk menentukan konsentrasi yang akan digunakan dalam melakukan uji digunakan rumus :

itu diperlukan uji toksisitas terhadap ikan, yang dalam penelitian ini menggunakan ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebagai ikan uji, mengingat ikan mas memenuhi syarat untuk uji toksisitas, dikarenakan mempunyai struktur kuat tapi daya tahan lemah (peka) dan mampu bertahan hidup dalam kondisi laboratorium (Tandjung, 1995). Selain itu perlu diketahui pengaruh dari pemberian larutan temulawak terhadap organ ikan, dalam hal ini organ yang digunakan adalah insang dan ginjal.

$$N_1.V_1 = N_2.V_2$$

Keterangan :

N_1 = Konsentrasi yang diinginkan (ppm)

V_1 = Volume air media (ml)

N_2 = Konsentrasi larutan stok (ppm)

V_2 = Volume larutan stok yang akan digunakan (ml)

c. Uji pendahuluan

Metode uji yang dilakukan berdasarkan ketentuan USEPA (2002) yaitu menyiapkan larutan sesuai dengan 5 tingkat konsentrasi, yaitu 1, 10, 100, 1.000, 10.000 mg/L untuk mendapatkan nilai ambang bawah dan ambang atas. Nilai ambang atas (LC_{100} - 24 jam) ditentukan dengan melihat jumlah ikan yang mati 100% pada konsentrasi terendah dan nilai ambang bawah (LC_0 - 48 jam) ditentukan dengan melihat ikan yang hidup 100% pada konsentrasi tertinggi.

d. Uji lanjutan

Uji lanjutan dilakukan untuk mendapat nilai konsentrasi LC_{50} - 96 jam, adapun langkah-langkah sebagai berikut :

a. Ikan ditimbang dan dimasukkan kedalam akuarium yang telah disiapkan, kemudian ikan dipuasakan selama 24 jam.

b. Menyiapkan larutan yang akan digunakan untuk uji lanjutan.

c. Konsentrasi larutan temulawak ambang atas dan ambang bawah ditentukan menggunakan rumus dari Komisi Pestisida (Departemen Pertanian, 1983) yaitu,

$\log N/n = K(\log a/n) \dots$ Persamaan 1
 $a/n = b/a = c/b = e/d = N/c \dots$ Persamaan 2

Keterangan:

- N : Konsentrasi ambang atas
- n : Konsentrasi ambang bawah
- K : Jumlah konsentrasi yang diinginkan
- a : Konsentrasi terkecil dalam deret hitung logaritmik
- b,c,d,e,dst : konsentrasi yang akan digunakan atau dengan tabel

- d. Memasukkan konsentrasi sesuai dengan perlakuan, yaitu P0 = Kontrol; P1 = 194 mg/L; P2 = 241 mg/L; P3 = 299 mg/L; P4 = 457 mg/L; dan P5 = 696 mg/L.
- e. Dilakukan pengukuran kualitas air setiap 24 jam dan pengamatan respon fisiologi (pola renang dan respon gerak).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Uji pendahuluan

Hasil pengamatan dari uji pendahuluan yang dilakukan selama 48 jam didapatkan nilai konsentrasi ambang atas sebesar 1000 mg/L dan nilai konsentrasi ambang bawah sebesar 100 mg/L. Adapun parameter kualitas air selama uji pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kualitas air 24 dan 48 jam

Parameter Kualitas air	Wktu pengukuran (jam)	Konsentrasi (mg/L)					
		(Kontrol) 0	(P1) 1	(P2) 10	(P3) 100	(P4) 1000	(P5) 10000
Suhu (°C)	24	26,7	26,7	26,8	26,7	26,9	27,1
	48	26,8	26,9	26,7	26,8	-	-
pH	24	5,37	5,30	6,27	6,35	6,62	7,41
	48	5,43	5,35	6,38	6,37	-	-
DO (mg/L)	24	4,5	3,8	3,7	3,5	3,2	3,2
	48	4,6	4,2	3,8	3,7	-	-

Keterangan: (-) ikan uji telah mati seluruhnya.

b. Uji lanjutan

Konsentrasi larutan temulawak yang didapatkan dari menggunakan perhitungan rumus Komisi Pestisida (Departemen Pertanian, 1983) dengan masing-masing perlakuan yaitu 0 mg/L (kontrol); 194 mg/L; 241 mg/L; 299 mg/L; 457 mg/L; dan 696

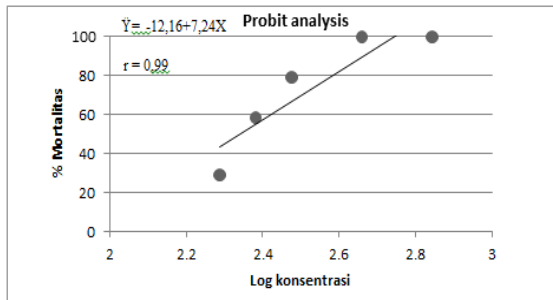
- e. Pengamatan histopatologik
 Foto preparat organ dianalisis dan diamati perubahan histopatologinya berdasarkan literature dan buku dari Takasima dan Hibiya (1995).

f. Analisis data

Untuk menentukan tingkat toksisitas larutan temulawak dilakukan menggunakan analisis Probit berdasarkan Finney (1971), tingkah laku pola renang ikan dianalisis dengan cara tabulasi dan deskriptif. Untuk menentukan tingkat kerusakan struktur jaringan insang dapat dibagi menjadi 5 tingkat menurut Tandjung (1982) dalam Sulistyawati (1993). Untuk menentukan kerusakan struktur jaringan ginjal dapat dilihat dari jenis kerusakannya, menurut Takashima dan Hibiya (1995)

mg/L. Hasil dari pengamatan mortalitas pada uji lanjutan diketahui bahwa konsentrasi 194 mg/L mematikan ikan sebanyak 29,2%, konsentrasi 241 mg/L mematikan ikan sebanyak 58%, dan pada konsentrasi 299 mg/L mematikan ikan uji sebanyak 79,2%, sedangkan konsentrasi 457 dan 696 mg/L mematikan ikan sebanyak 100%. Untuk mengetahui nilai LC₅₀ dilakukan analisis probit berdasarkan nilai mortalitas.

Dari hasil analisis probit menunjukkan bahwa nilai LC₅₀₋₉₆ jam larutan temulawak sebesar 234,43 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi (LC₅₀₋₉₆ jam) tergolong dalam katagori toksik sedang, berdasarkan US EPA (1988) dalam Rand, M.G (1995). Adapun hubungan antara tingkat mortalitas dengan log konsentrasi perlakuan ditunjukkan oleh garis regresi sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Regresi Probit

Persamaan regresi probit untuk melihat hubungan konsentrasi larutan temulawak (X) terhadap kematian ikan Mas (Y) yang diperoleh adalah $\hat{Y} = -12,16 + 7,24X$. Persamaan ini berarti setiap kenaikan konsentrasi larutan temulawak sebanyak 1 mg/L, maka akan meningkatkan kematian ikan sebesar 19,4%. Untuk melihat pengaruh dari konsentrasi terhadap mortalitas dapat dilakukan dari koefisien regresi (r) sebesar 0,99 yang berarti 99% kematian ikan uji akibat dari larutan temulawak, dapat dilihat pada Gambar 1. Kemungkinan 1% penyebab kematian ikan di karenakan oleh perubahan kualitas air dan kehabisan nutrisi. Kehabisan nutrisi disebabkan tidak adanya pakan yang diberikan pada saat penelitian uji lanjut. Kemungkinan juga ikan mengalami stres, sehingga ikan mengalami penurunan daya tahan tubuh.

Selama uji lanjut, dilakukan pula pengamatan terhadap respon fisiologis ikan uji yang ditandai dengan pola renang dan tingkah laku untuk melihat respon ikan akibat konsentrasi temulawak. Pengamatan dilakukan pada saat 1 jam pertama setelah bahan uji dimasukkan dan kemudian dilakukan pengamatan per 24 jam selama 96 jam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengamatan tingkah laku ikan

Tabel 2. Pengamatan tingkah laku dan pola renang ikan

Waktu Pengamatan (jam)	Tingkah Laku					
	Konsentrasi perlakuan (mg/L)					
	0	194	241	299	457	696
1	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	ikan berenang ke permukaan beberapa saat dan kemudian berenang kebawah	Beberapa ikan mulai berenang ke permukaan dan masih respon pada rangsangan	Hampir semua ikan berenang ke permukaan dan tidak merespon pada rangsangan
24	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	Beberapa ikan masih normal dan beberapa diam di permukaan	Beberapa ikan mulai berenang dengan tidak normal, beberapa ikan masih respon	Semua ikan tidak berenang normal dan mulai keluar lendir pada ikan kemudian mati	Semua ikan diam dipermukaan, tidak respon, mulai keluar lendir dan kemudian mati
48	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	Beberapa ikan masih normal dan beberapa diam di permukaan	Beberapa ikan mulai berenang dengan tidak normal, beberapa ikan masih respon		
72	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	Beberapa ikan diam dipermukaan dan kemudian mati, beberapa masih normal	Beberapa ikan masih normal dan beberapa diam di permukaan kemudian mati	Hampir semua ikan diam dipermukaan tetapi masih respon pada rangsangan dan beberapa mati		
96	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	Pola renang normal dan respon terhadap rangsangan	Beberapa ikan masih normal dan beberapa diam di permukaan	Semua ikan diam dipermukaan dan kurang respon pada rangsangan		

Pengamatan yang dilakukan menunjukkan perubahan tingkah laku ikan uji selama pengamatan. Pada saat 30 menit setelah bahan uji dimasukkan kedalam media uji, perlakuan P4 dan P5 menunjukkan perubahan pola renang dengan berenang naik ke permukaan dan hanya diam, sedangkan perlakuan P0, P1, dan P2 pola renang normal serta merespon terhadap rangsangan yang diberikan. Saat 60 menit setelah bahan uji dimasukkan, terlihat pada perlakuan P4 dan P5, tubuh ikan uji di penuhi dengan mukus. Ikan akan mensekresikan mukus sebagai upaya untuk mempertahankan diri dari lingkungan, semakin jauh perbedaan antara tubuh dan lingkungan maka ikan akan melakukan adaptasi untuk mempertahankan diri dari lingkungan

Setelah 2 jam bahan uji masuk, perlakuan P5 mengalami kematian, terlihat tubuh ikan uji ditutupi oleh lendir yang kental. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cinar (2008) yang menyatakan bahwa keadaan lingkungan yang berbeda dengan habitat biasanya akan merangsang sekresi mukus pada insang.

Pengamatan pada waktu 3 jam setelah bahan masuk, perlakuan P5 mengalami kematian sebanyak 100%. Pengamatan pada perlakuan P4, menunjukkan tingkah laku yang tidak jauh berbeda dengan P5, tingkat kematian P4

lebih sedikit pada 3 jam pertama dibandingkan dengan P5, tetapi kurang dari 24 jam kematian yang terjadi sebanyak 100%.

Pada tabel juga menunjukkan perbedaan pada setiap konsentrasi seperti pola renang yang tidak normal bahkan menyebabkan kematian. Menurut Irianto (2005) bahwa tindakan pengobatan atau pencegahan penyakit dapat menyebabkan pergerakan renang ikan menjadi tidak normal seperti berenang ke atas permukaan air, hal itu menunjukkan bahwa ikan merasa tidak nyaman dengan lingkungannya sehingga ikan tersebut berusaha untuk menghindari.

Akibat adanya rasa tidak nyaman, kemungkinan ikan menjadi shock, kondisi tubuh melemah dan akhirnya ikan mengalami kematian. Menurut Tompo dkk., (2010) senyawa saponin dalam konsentrasi tinggi yang melewati batas toleransi ikan dapat menimbulkan keracunan. Toksisitas akan dimulai pada saat mekanisme pertahanan tubuh ikan sudah habis atau jalur detoksifikasi (biokimia) mengalami kejenuhan sehingga ikan stress, ikan yang tidak tahan mengalami kematian (Darmono, 2001).

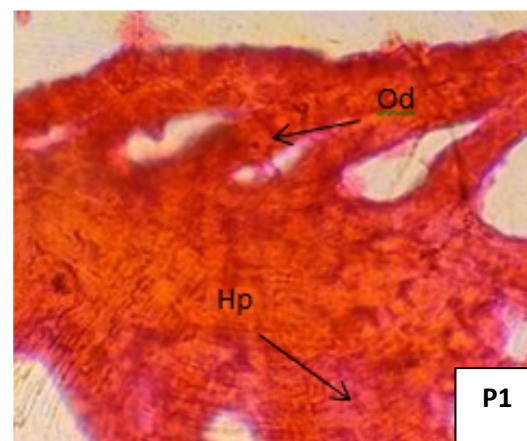
Pada pengamatan 72 jam menunjukkan tingkah laku yang tidak jauh berbeda dari 48 jam, ikan yang masih bertahan berenang di permukaan. Ikan mengalami kematian pada perlakuan P1, P2, dan P3 tetapi tidak 50%. Selanjutnya pada pengamatan 96 jam masih menunjukkan perbedaan yang tidak jauh berbeda dari sebelumnya

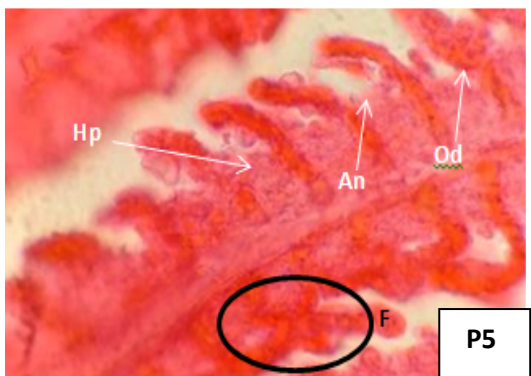
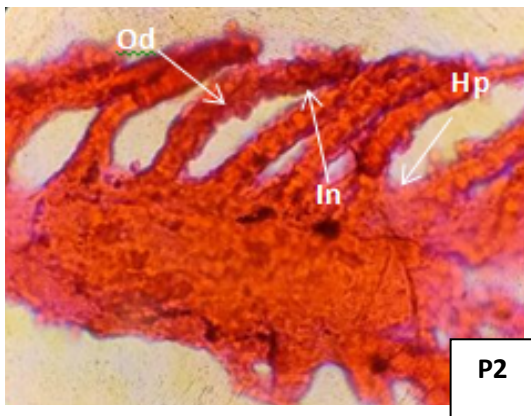
Selama penelitian dilakukan pengukuran parameter kualitas air, salah satunya adalah suhu. Suhu selama penelitian berkisar 26,5 – 28,5 °C masih berada dalam kondisi normal sesuai dengan pendapat Khairuman (2008) bahwa ikan mas biasa hidup di habitat dengan kisaran suhu 25-30°C. Parameter lain yang juga diamati adalah DO, menurut Cholik (2005) ukuran DO optimum adalah lebih dari >3 mg/L. Pada penelitian pengukuran oksigen terlarut berkisar 3,1 - 4,1 mg/L. Nilai pH selama penelitian berkisar 5,55 – 6,64.

Nilai pH selama penelitian mengalami penurunan pada konsentrasi yang lebih tinggi, semakin banyak konsentrasi larutan temulawak yang dimasukan maka semakin turun pH yang terjadi. Setelah 24 jam terjadi penurunan pH hingga 96 jam waktu pengujian. Menurut Sa'adah dan Widyaningsih (2018) menyatakan bahwa parameter kualitas air pH dipengaruhi oleh CO₂, dimana peningkatan CO₂ akan menyebabkan menurunnya pH. Selama penelitian CO₂ berkisar antara 7,5 – 9,5 mg/L. Menurut Komisi Pestisida (1983) kadar CO₂ sebaiknya <10 mg/L. Jadi kualitas air selama penelitian berada dalam kisaran toleransi ikan.

c. Pengamatan histopatologik Insang

Setelah pengamatan uji toksisitas dilakukan pengambilan organ insang pada ikan uji yang masih hidup, kemudian dibuat preparat yang bertujuan untuk mengamati perubahan histopatologis yang terjadi pada ikan uji.





Gambar 2. Histologi insang diberbagai perlakuan P0 (1.Sel basa; 2.Sel chloride; 3.Sel pilar; 4.Erythrocyte; 5. Lacuna; 6. Epitel), P1 (Odema (Od); Hiperplasia (Hp)), P2 (Odema (Od); Hiperplasia (Hp); Inflammasi (In)), P3 (Odema (Od); Hiperplasia (Hp); Inflammasi (In); Aneurisma (An)), P5 (Odema (Od); Hiperplasia (Hp), Aneurisma (An); Fusi (F).)

aktif sehingga membengkaknya sel. Menurut Novitasari dkk., (2017) Odema adalah pembengkakan sel atau penimbunan cairan secara berlebihan didalam jaringan.

Hiperplasia terjadi pada perlakuan P1, P2, P3, dan P5. Pada pengamatan histopatologis insang P3 dan P5 terdapat kerusakan berupa Aneurisma. Aneurisma merupakan suatu kondisi pelebaran abnormal pada pembuluhnadi karena kondisi dinding pembuluh darah melemah

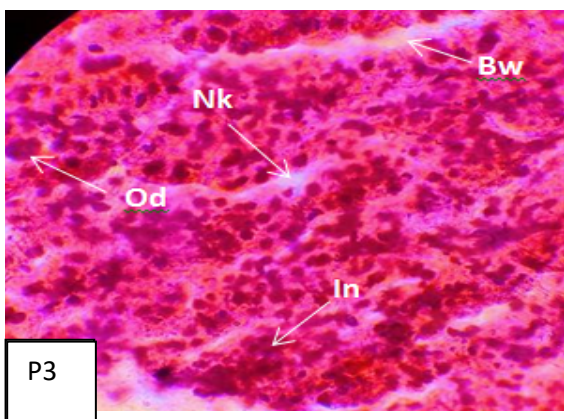
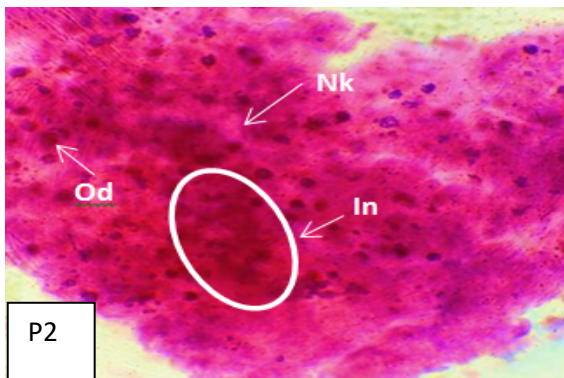
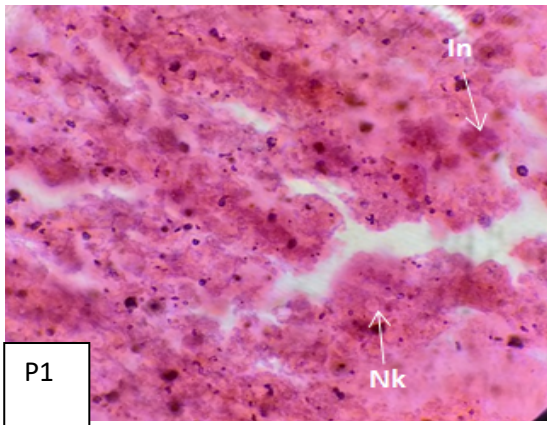
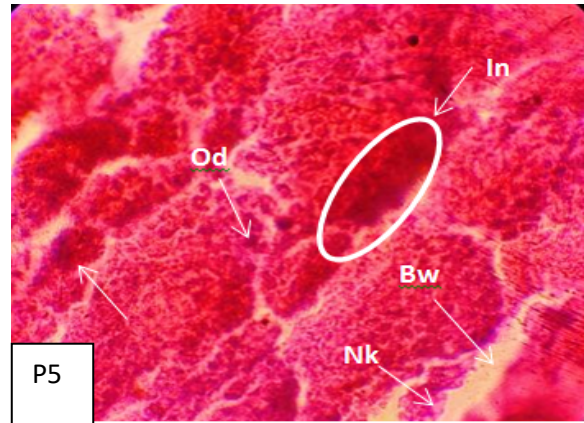
Pada perlakuan P5 terjadi kematian ikan yang paling tinggi dan kerusakan jaringan paling parah yaitu terjadi Fusi lamella sekunder. Fusi lamella sekunder terjadi karena adanya hiperplasia diseluruh permukaan lamella. Menurut Suparjo dkk., (2010) terjadinya fusi lamella mengakibatkan Fungsi lamella terganggu dalam hal proses pengambilan oksigen sehingga berpengaruh terhadap kematian ikan. Proses yang diakibatkan karena adanya Fusi lamella sehingga mengganggu pengambilan oksigen dan mengakibatkan kematian ikan.

Pada perlakuan P5 tingkat kerusakan insang berada pada tingkat 3 dimana terjadi Fusi pada lamella sekunder. Pada perlakuan P1, P2, dan P3 tingkat kerusakan insang berada pada tingkat 2 ditandai dengan terjadinya Hiperplasia.

Jaringan insang mudah rusak karena langsung kontak dengan air. Letak insang, struktur dan mekanisme kontak dengan lingkungan, menjadikan insang sangat rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan (Irianto, 2005). Hal ini dapat dilihat pada hasil penelitian yang dilakukan, bahwa pada perlakuan dengan konsentrasi yang lebih tinggi terlihat jaringan insang mengalami kerusakan yang lebih parah.

d. Pengamatan histopatologik ginjal

Pada perlakuan P1 dengan terjadinya kerusakan pada insang, lamella sekunder insang mengalami kerusakan berupa Odema dan Hiperplasia. Odema yang terjadi pada penelitian ini dikarenakan iritasi oleh bahan



Gambar 3. Histopatologi ginjal diberbagai perlakuan P0 (1.Tubule proximal; 2.Brush border; 3.Erythrocyte; 4.Segmen tubule tengah;5.Tubule distal; 6.Melanomacrophage.), P1 (Inflammasi (In); Nekrosis (Nk), P2 (Inflammasi (In); Nekrosis (Nk); Odema (Od), P3 (Inflammasi (In); Nekrosis (Nk); Odema (Od); Bowman space (Bw), P5 (Inflammasi (Hg); Nekrosis (Nk); Odema (Od); Bowman space (Bw); Penebalan tubuli distal dan distal terisi larutan (penuh)

Pada pengamatan histologis ginjal meperlihatkan bahwa terjadi perubahan histologi pada semua konsentrasi. Pada perlakuan P1 terjadi perubahan histologis ginjal ikan Mas berupa terjadinya Inflammasi dan Nekrosis. Pada perlakuan P2, P3, dan P5 perubahan pada histologis ginjal tidak berbeda jauh dimana ketiga perlakuan tersebut mengalami perubahan berupa Inflammasi, Nekrosis, dan Odema. Pada perlakuan P3 dan P5 terjadi perubahan berupa Bowman dikarenakan gromerulus mengkerut sehingga bowman space membesar. Perlakuan P5 merupakan konsentrasi letal yang menyebabkan ikan mati, sebagai parameter pembanding bagi ikan yang masih hidup. Adanya bentuk kerusakan jaringan yang hampir sama, dapat mengidentifikasi bahwa ikan yang bertahan hidup jika tidak segera dipulihkan ke kondisi normal (kualitas air terkontrol), maka ikan juga akan mengalami kematian.

Untuk menentukan kerusakan struktur jaringan ginjal dapat dilihat dari jenis kerusakannya, menurut Takashima dan Hibiya, (1995) yaitu penebalan dinding kapiler, hiperplasia, penyumbatan (kongesti) di antara glomerulus dan kapsul bowman, serta pelebaran glomerulus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian Uji Toksisitas Akut Larutan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dan Pengaruhnya Terhadap Histopatologi Insang dan Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai LC50- 96 jam dari larutan temulawak terhadap ikan Mas sebesar 234,43 mg/L termasuk dalam tingkat toksik sedang menurut USEPA (1988), yang berarti pada konsentrasi 234,43 mg/L membunuh 50% total ikan serta mengakibatkan kerusakan histopatologis.
2. Perlakuan uji histopatologi insang pada perlakuan P1 (194 mg/L), P2 (241 mg/L), dan P3 (299 mg/L) mengalami kerusakan histologis insang tingkat 2 ditandai dengan terjadinya hiperopasia. Perlakuan P5 (696 mg/L) mengalami kerusakan ditunjukkan dengan terjadinya fusi pada lamella sekunder yang merupakan ciri dari kerusakan tingkat 3 (Ikan mati).
3. Uji histopatologi ginjal pada perlakuan P1 (194 mg/L) kerusakan pada histologis ginjal berupa Inflammasi dan Nekrosis. Pada perlakuan P2 (241 mg/L), P3 (299 mg/L), dan P5 (696 mg/L) mengalami kerusakan yang tidak jauh berbeda berupa Inflammasi, Nekrosis, dan Odema. Pada perlakuan P3 (299 mg/L) dan P5 (696 mg/L) terjadi pelebaran bowman space dikarenakan mengkerutnya glomerulus.
4. Perbedaan pola renang ikan terlihat dari konsentrasi rendah ke konsentrasi yang lebih tinggi dan juga frekuensi pernafasan ikan juga meningkat dari konsentrasi rendah ke konsentrasi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Cholik, F. 2005. *Akuakultur. Masyarakat Perikanan Nusantara. Taman Akuarium Departemen Pertanian Satuan Pengendali BIMAS. Jakarta.*
- Departemen Pertanian, 1983. *Pedoman Bercocok Tanam Padi Palawija Sayur-sayuran.*
- Ditjen POM. 2000. *Pedoman Pelaksanaan Uji Klinik Obat Tradisional. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Halaman 6-9, 39-47.*
- Finney, D. J. 1971. *Probit Analisis. 3th Aufl. Cambridge University Press. XV, 333 S., 41 Rechenbeispiele, 20 Diagr., 8 Tab., 231 Lit., L 5.80.S*
- Irianto, A. 2005. *Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.*
- Khairuman dan Subenda. 2002. *Budidaya Ikan Mas Secara Intensif. Agro Media Pustaka. Tangerang.*
- Khairuman. 2008. *Ciri Morfologi Ikan Mas. Jakarta. Agromedia Pustaka.*
- Komisi Pestisida Departemen Pertanian. 1983. *Metode Pengujian Residu Pestisida dalam Hasil Pertanian: 146-147.*
- Novitasari, E, Rachimi. Dan E, Prastyo. 2017. *Uji Toksisitas Detergen Cair Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Tengadak (Barbonymus Schwanenfeldii). Jurnal Ruaya Vol.5. No.2.*
- Sulistiyawati. 1993. *Toksisitas logam berat CdCl terhadap ikan mas pada kondisi perairan asam. (tesis). Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada. (Dipublikasikan).*
- Suparjo. Mustofa. dan Niti. 2010. *Kerusakan Jaringan Insang Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.) akibat Detergen. Jurnal Saintek Perikanan Vol (5) No. 2 hal: 1-7.*
- Takashima, and Hibiya. 1995. *An Atlas of Fish Histology Normal and Pathological Feature. Kodansha Ltd. Tokyo.*
- Tandjung, S. D. 1982. *The Acute Toxicity and Histopathology of Brook Trout (Salvelinus Fontinalis Mitchil) Exposed to Aluminium*

in Acid Water. New York: Fordan University.

Tandjung. 1995. Toksikologi Lingkungan. Yogyakarta

USEPA. 2002. Methods for Measuring The Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater Organisms 14th edition. Weber, C. I, Editor, USEPA: Ohio.