

**UJI TOKSISITAS EKSTRAK AKAR TUBA (*Derris elliptica* Benth) TERHADAP
KELANGSUNGAN HIDUP BENIH IKAN PATIN (*pangasius pangasius*)**

**TOXICITY TESTING EXTRACT OF TUBA ROOT (*Derris elliptica* Benth) ON
SURVIVAL SEED CATFISH (*Pangasius pangasius*)**

Sofiyana.E^{*)}, Rachimi^{**)}, E.I. Raharjo^{**)}

1. Alumni Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muhammadiyah Pontianak
2. Staff pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muhammadiyah Pontianak

ABSTRACT

Tuba plant root (*Derris elliptica*) containing 0.3 - 12% rotenon a poison strong enough to fish and insects (insecticides). Toxicity was higher in fish and insects as lipophilic rotenon easily retrieved via gills or trachea. This study aimed to determine the threshold value tuba root extracts on the survival of catfish. Determining the concentration of influential tuba root extract chronically ill to the gills, and heart structure. The study was conducted in January 2013 in the Laboratory of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University of Muhammadiyah Pontianak. The experimental design used in this study is completely randomized design (CRD) with 7 treatments and 3 replications. As the treatment is the concentration of different tuba root extracts in each treatment, with concentrations as follows: A 1.3 mg / L, 1.4 mg B / L, C 1.5 mg / L, D 1.6 mg / L, E 1.7 mg / L, 1.8 mg F / L, G 0 mg / L as a control. Seed catfish with sizes 8-12, tested in the media as much as 40 liters of fresh water with a density of 10 cows, the test material in the form of tuba root extract appropriate treatment concentration. Research phase consists of preliminary testing and sublethal toxicity test. Laboratory experimental research method was used completely randomized design. Data were analyzed descriptively and probit analysis. The results showed that the 96-hour LC₅₀ values of 0,160608 mg / L.

Key words: Toxicity, extracts of tuba root, catfish, Survival

ABSTRAK

Akar tanaman Tuba (*Derris elliptica*) mengandung 0,3 – 12 % rotenon sejenis racun kuat untuk ikan dan serangga (insektisida). Toksisitas ini lebih tinggi pada ikan dan serangga karena lipofilik rotenon mudah diambil melalui insang atau trakea. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai ambang batas ekstrak akar tuba terhadap kelangsungan hidup ikan patin. Menentukan konsentrasi ekstrak akar tuba yang berpengaruh buruk terhadap kehidupan ikan dan kerusakan insang dan hati. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2013 di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah Pontianak. Rancangan percobaan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 kali ulangan. Sebagai perlakuan adalah konsentrasi ekstrak akar tuba yang berbeda pada tiap perlakuan, dengan konsentrasi sebagai berikut : A 1,3 mg/L, B 1,4 mg/L, C 1,5 mg/L, D 1,6 mg/L, E 1,7 mg/L, F 1,8 mg/L, G 0 mg/L sebagai kontrol. Benih ikan patin dengan ukuran 8-12, diujikan pada media air tawar sebanyak 40 liter dengan kepadatan 10 ekor, bahan uji berupa ekstrak akar tuba sesuai konsentrasi perlakuan. Tahap penelitian ini terdiri dari uji pendahuluan dan uji toksisitas sublethal. Metode penelitian adalah eksperimental laboratoris menggunakan rancangan acak lengkap. Data di analisis secara deskriptif dan analisis probit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai LC₅₀-96 jam sebesar 1,6 mg/l

Kata kunci : Toksisitas, Ekstrak akar tuba, Ikan patin, Kelangsungan hidup

PENDAHULUAN

Akar tanaman Tuba (*Derris elliptica*) mengandung 0,3 – 12 % rotenon (*rotenone*) sejenis racun kuat untuk ikan dan serangga (insektisida). Rotenon adalah salah satu anggota dari senyawa isoflavon, sehingga rotenon termasuk senyawa tergolong flavonoid. Nama lain rotenon adalah tubotoxin ($C_{23}H_{22}O_6$). Tuboxin merupakan insektisida alami yang kuat, titik lelehnya 163°C. Rotenon diklasifikasikan oleh Organisasi Kesehatan Dunia cukup berbahaya. Rotenon cukup beracun untuk manusia dan hewan mamalia yang lain tetapi sangat beracun untuk serangga dan kehidupan laut termasuk ikan (Dev dan Koul 1997 dalam Irwan 2006).

Toksistas ini lebih tinggi pada ikan dan serangga karena lipofilik rotenon mudah diambil melalui insang atau trakea, tetapi tidak mudah melalui kulit atau melalui saluran pencernaan. Senyawa rotenon akan rusak bila terkena sinar matahari, biasanya memiliki masa singkat enam hari di lingkungan dan dalam air rotenon dapat berlangsung enam bulan. Disamping rotenon sebagai bahan aktif utama, bahan aktif lain yang terdapat pada akar tanaman Tuba adalah *deguelin*, *elliptone* dan *toxicarol*.

Uji toksistas merupakan uji hayati yang berguna untuk menentukan tingkat toksistas dari suatu zat atau bahan pencemar dan digunakan juga untuk pemantauan rutin suatu limbah. Suatu senyawa kimia dikatakan bersifat "racun akut" jika senyawa tersebut dapat menimbulkan efek racun dalam jangka waktu singkat. Suatu senyawa kimia disebut bersifat "racun kronis" jika senyawa tersebut dapat menimbulkan efek racun dalam jangka waktu panjang (karena kontak yang berulang-ulang walaupun dalam jumlah yang sedikit) (Pradipta, 2007).

Ikan patin termasuk kedalam family pangasidae merupakan ikan yang berasal dari Thailand, dan hidup di perairan umum. Ikan ini mempunyai prospek yang baik dan bernilai ekonomis tinggi untuk dibudidayakan. Di Indonesia, ada dua macam ikan patin yang dikenal yaitu patin lokal (*Pangasius pangasius*) atau sering pula disebut jambal (*Pangasius djambal*) dan patin Bangkok atau patin Siam (*Pangasius hypophthalmus* sinonim *P. sutchi*).

Penelitian ini bertujuan Untuk menentukan nilai ambang batas ekstrak akar tuba terhadap kelangsungan hidup ikan patin. Menentukan konsentrasi ekstrak akar tuba yang berpengaruh buruk terhadap kehidupan ikan dan kerusakan insang dan hati.

BAHAN DAN METODE

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas ikan uji. Ikan uji yang digunakan adalah ikan patin dengan ukuran 8-12 sebanyak 400 ekor. Ikan berasal dari Lahan Praktek Budidaya Air Tawar Sekolah Usaha Perikanan Menengah (SUPM) Negeri Pontianak Desa Pak Bulus Kecamatan Anjongan Kabupaten Pontianak Kalimantan Barat. Ikan patin yang digunakan sebagai ikan uji adalah ikan yang sehat, tidak cacat atau luka. Sebelum digunakan untuk percobaan, ikan diaklimatisasi agar dapat beradaptasi dengan lingkungannya. Pengadaptasian ikan patin dilakukan dalam aquarium berukuran 60 x 30 x 40 cm sebanyak 4 buah aquarium. Selama adaptasi dan penelitian berlangsung, ikan diberi makan dengan pakan komersial. Pemberian pakan dilakukan dua kali sehari dengan cara adsatiasi. Bahan uji yang digunakan adalah ekstrak akar tuba (*Derris elliptica*) yang telah diproses sampai menjadi ekstrak.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 kali ulangan.

Uji toksistas akut

Uji pendahuluan untuk menentukan ambang daya racun akut ekstrak akar tuba terhadap ikan uji dengan cara kisaran kritis (*critical range*), yaitu menentukan ambang bawah dan ambang atas selama 48 jam (LC_{50-48} jam). Konsentrasi uji yang dilakukan adalah 0,01 , 0,1 , 1,0 dan 10,0 mg/L ekstrak akar tuba (Abel, 2006). Pengamatan mortalitas dan pengaruh fisiologi hewan uji dilakukan pada jam ke-2,4,8,16,24, dan 48. Pengukuran kualitas air dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk penentuan konsentrasi ambang atas (N) dan konsentrasi ambang bawah (n).

Uji Toksistas Median Lethal

Uji toksistas median lethal bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak akar tuba terhadap kelangsungan hidup benih ikan patin dan menentukan Median Lethal Concentration (LC_{50-96} jam) yang besarnya berada antara ambang bawah dan ambang atas yang nilainya dipilih secara berurut berdasarkan deret logaritmik sesuai hasil uji pendahuluan (Darmayanti, 1997). Konsentrasi yang digunakan berdasarkan hasil

uji pendahuluan yaitu 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 1,7, 1,8 mg/l masing-masing dengan tiga kali ulangan.

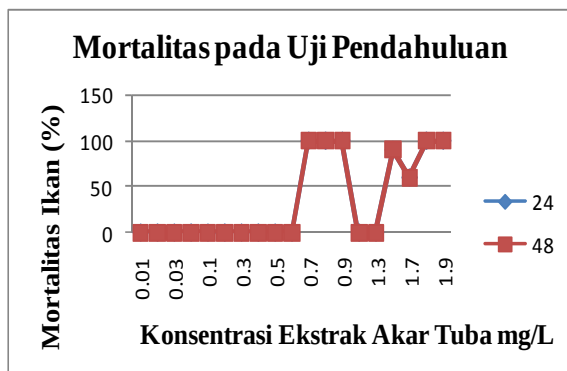
Ikan patin dimasukkan sebanyak 10 ekor ke dalam setiap wadah dalam waktu yang bersamaan. Pengamatan mortalitas dan tingkah laku ikan dilakukan pada jam ke-2, 4, 8, 16, 24, 36, 48, 72, dan 96. Pengukuran kualitas air dilakukan sama dengan uji pendahuluan. Nilai LC_{50} pada waktu exposure 24, 48, 72, 96 jam ditentukan dengan analisis probit dengan bantuan perangkat lunak "probit analysis"

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas pada uji toksisitas akut

Hasil pengamatan pada uji toksisitas akut menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap mortalitas benih ikan patin pada deretan konsentrasi yang di uji. Pada konsentrasi $\geq 1,0$ mg/L ikan uji mengalami mortalitas 100% dalam waktu 24 jam, sedangkan pada konsentrasi $\leq 0,10$ mg/L ikan uji tidak mengalami mortalitas selama 48 jam.

Hasil pengujian dengan menggunakan deretan konsentrasi 0,01; 0,1; 1,0; 10 mg/L, akan di lanjutkan dengan deretan konsentrasi 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5; 1,7; 1,8; 1,9 untuk mencari nilai konsentrasi ambang atas dan ambang bawah yang akurat. Mortalitas dari uji toksisitas akut selama 48 jam dapat dilihat pada (Gambar



Gambar 1. Histogram mortalitas benih ikan patin pada uji toksisitas akut.

Berdasarkan gambar di atas dapat kita lihat pada konsentrasi 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 mg/l ikan uji tidak mengalami mortalitas sebanyak 100% selama 48 jam, pada konsentrasi 0,7, 0,8, 0,9 mg/l ikan uji mengalami mortalitas sebanyak 100% selama 48 jam hal ini disebabkan karena dosis ekstrak akar tuba yang diberikan tidak dapat di tolerir oleh ikan, sedangkan pada konsentrasi 1,1 dan 1,3 mg/l ikan uji tidak mengalami mortalitas sebesar 100% padahal dosis ini lebih tinggi dari pada 0,7, 0,8, 0,9 mg/l hal ini di sebabkan karena

perbedaan umur dan fase perkembangan dalam daur hidupnya akan berbeda dalam kepekaannya terhadap konsentrasi bahan pencemar/toksikan dan kualitas air juga dapat mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup ikan uji kisaran suhu yang optimal untuk kehidupan ikan patin berkisar 28-29°C (Djariah,2001). Sedangkan pada konsentrasi 0,7, 0,8, 0,9 mg/l suhu yang dihasilkan pada saat penelitian berkisar antara 31°C, pada konsentrasi 1,1, dan 1,3 suhu yang dihasilkan berkisar antara 26 – 29°C.

Perbedaan suhu inilah yang menyebabkan ikan pada konsentrasi 0,7, 0,8, 0,9 mg/l mengalami mortalitas sebanyak 100%. Menurut (Asnawi, 1983) menerangkan bahwa suhu air mempunyai pengaruh besar petukaran zat atau metabolisme mahluk hidup di perairan. Selain mempunyai pengaruh terhadap petukaran zat, suhu juga berpengaruh terhadap kadar oksigen terlarut dalam air, semakin tinggi suhu suatu perairan maka akan semakin cepat perairan tersebut mengalami kejenuhan akan oksigen. Hal ini di perkuat dengan pendapat (Dhahiyat, 2001) tiga faktor yang mempengaruhi toksisitas variabilitas biologi, umur atau tingkat/face perkembangan, kualitas air.

Berdasarkan hasil dari uji toksisitas akut didapatkan nilai dari ambang atas yaitu 1,9 mg/L dan ambang bawah 1,1 mg/L dari LC_{50} selama 48 jam. Kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa ikan patin dapat mentoleransi ekstrak akar tuba dalam perairan pada konsentrasi lebih kecil.

Mortalitas uji toksisitas (Median Lethal Concentration)

Pada uji toksisitas Median Lethal Concentration, mortalitas ikan mulai terjadi 12 jam setelah aplikasi pada konsentrasi 1,8 mg/l. Pengamatan selanjutnya menunjukkan kumulatif mortalitas yang semakin besar dengan waktu makin lama dan konsentrasi perlakuan yang makin tinggi. Pada perlakuan kontrol tidak ada kematian ikan yang menunjukkan bahwa ikan patin yang digunakan berada pada kondisi yang layak uji.

Berdasarkan analisis probit didapatkan nilai LC_{50} -96 jam sebesar 1,6 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa media yang terdapat ekstrak akar tuba dapat menghambat tingkat kelangsungan hidup ikan patin. Sudarmo (1992) menyatakan bahwa pestisida masuk kedalam tubuh melalui saluran pencernaan, saluran pernafasan dan kulit. Pada saluran pencernaan, pestisida yang ada didalam usus akan mengalami proses absorpsi dan distribusi, mengakibatkan kerusakan pada jaringan ikan. Proses distribusi terjadi saat pestisida yang ada di dalam usus dibawa oleh peredaran darah vena portal hepatis menuju kehati. Dihati akan

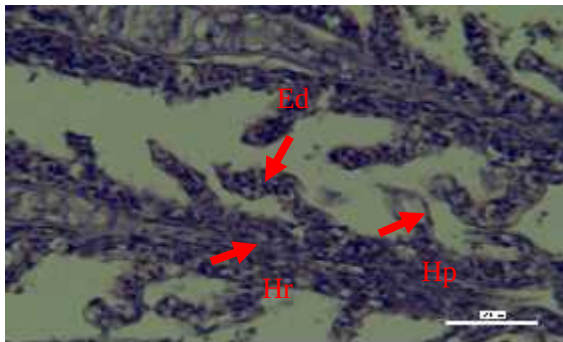
terjadi detoksifikasi dan akumulasi racun . pada saluran pernafasan, pestisida dapat menyebabkan kerusakan pada bagian insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Sedangkan Connell dan Miller (1995) menyatakan pada kondisi yang tidak mematikan bahan pencemar dapat berpengaruh terhadap penurunan daya tahan tubuh dan terhambatnya hewan uji.

Berdasarkan kriteria daya racun lethal pestisida dari komisis pestisida Departemen Pertanian (1983) ekstrak akar tuba merupakan insektisida alami yang tergolong berdaya racun kuat, titik lelehnya 163^o C. Kematian pada ikan uji diduga adanya pengaruh dari pemberian ekstrak akar tuba dengan konsentrasi melebihi dari kemampuan ikan untuk mentolerir zat asing yang masuk kedalam tubuhnya.

Thomson (1971) menyatakan bahwa besar kecilnya toksisitas pestisida satu dengan yang lainnya berbeda-beda tergantung dari bahan aktif yang terkandung, ukuran dan kondisi ikan uji serta lamanya waktu terkon taminasi.

Histopatologi jaringan insang

Data gambaran kerusakan insang diperoleh dari pengamatan histopatologi terhadap strukur jaringan insang ikan patin menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100X. Hasil pengamatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



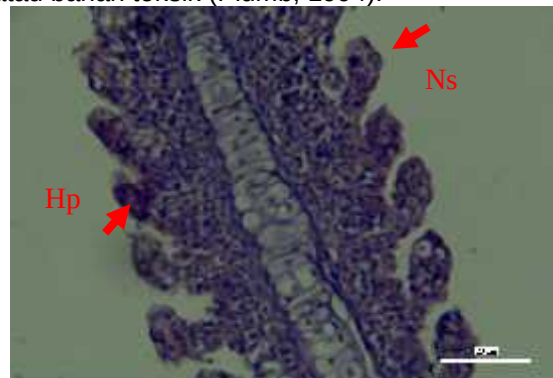
Gambar 2. Analisis histopatologi insang ikan patin pembesaran 100x yang terpapar ekstrak akar tuba Ed ; Edema, Hp ; Hyperplasia Hr : Hemoragi.

Edema adalah suatu akumulasi cairan yang abnormal di dalam rongga-rongga tubuh atau di dalam ruang-ruang interstitial dari jaringan dan organ yang dapat mengakibatkan kebengkakan. Edema ditandai oleh adanya cairan kuning di dalam rongga abdominal atau material encer/berair, seperti gelatin di dalam jaringan. Edema mengindikasikan adanya suatu ketidakseimbangan tekanan hidrostatik atau kesalahan pada tekanan osmotis darah,

peningkatan permeabilitas pembuluh kapiler, limfe, obstruksi atau disfungsi ginjal. Kondisi-kondisi ini dapat dihubungkan dengan bahan-bahan toksik kimia, virus, bakteri dan penyakit parasitik (Hibiya and Fumio, 1995).

Menurut (Robert, 2001), hyperplasia terjadi pada tingkat iritasi yang lebih rendah dan biasanya disertai peningkatan jumlah sel-sel mukus di dasar lamela dan mengakibatkan fusi dari lamela. Ruang interlamela yang merupakan saluran air dan ruang produksi mukus dapat tersumbat akibat hyperplasia sel epitel yang berasal dari filemen primer. Pada akhirnya, seluruh ruang interlamela diisi oleh sel-sel yang baru. Hyperplasia mengakibatkan penebalan jaringan epitel di ujung filamen yang memperlihatkan bentuk seperti pemukul bisbol (*clubbing distal*) atau penebalan jaringan epitelium yang terletak di dekat dasar lamela (basal hiperplasia).

Hemoragi (pendarahan) adalah kondisi yang ditandai dengan keluarnya darah dari dalam vaskula akibat dari kerusakan dinding vaskula. Kebocoran dinding ada dua macam melalui kerobekan (per reksis) dan melalui perenggangan jarak antara sel-sel endotel dinding vaskula (per diapedisis). Hemoragi perdiapedisis umumnya terjadi pada pembuluh kapiler. Hemoragi per reksis dapat terjadi pada vaskuler apa saja, bahkan dapat terjadi bila dinding jantung robek atau bocor (Camargo dan Martinez, 2007). Hemoragi dapat disebabkan oleh trauma, ruptur pembuluh darah atau peningkatan porositas akibat infeksi bakteri, virus atau bahan toksik (Plumb, 1994).



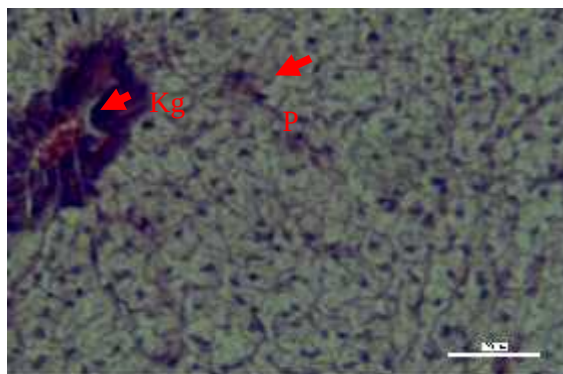
Gambar 3. Analisis histopatologi insang ikan patin pembesaran 100x yang terpapar ekstrak akar tuba Ns ; Nekrosis

Nekrosis yang didapat pada pengamatan secara histologis ditunjukkan dengan penyatuan filamen insang primer (Panigoro *et al.*, 2007) dan penyatuan lamella insang sekunder (Hedrick *et al.*, 2000) yang ditunjukkan pada (Gambar 13). Nekrosis adalah matinya lebih dari satu sel atau bagian dari jaringan dan organ yang terjadi

karena penyakit dengan kerusakan yang tidak dapat diperbaiki (Panigoro *et al.*, 2007).

Pada filamen insang terdapat lamella, penyatuan filamen insang diikuti dengan penyatuan lamella insang. Penyatuan lamella insang disebut dengan fusi atau degenerasi progresif. Terjadi akibat pemulihan lamella insang yang ditandai dengan luka tertutup oleh banyaknya sel intermella setelah terjadi nekrosis pada sel epitel dan pecah oleh kerusakan fisik, kimia dan biologi. Bila kerusakan terjadi semakin parah maka insang berada pada kondisi dengan ruang antara lamella sekunder dengan sel intermella sangat berdekatan (Panigoro *et al.*, 2007).

Histopatologi jaringan hati

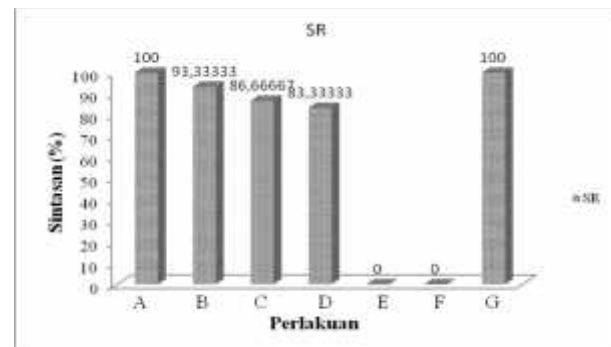


Gambar 4. Analisis histopatologi hati ikan patin pembesaran 100x yang terpapar ekstrak akar tuba P; Pembengkakan, Kg; Kongestis

Berdasarkan analisis histopatologi sel hati ikan patin (gambar 4) telah terjadi kerusakan sel yang di tandai dengan adanya pembengkakan sel hati dimana sel hati membesar yang mengakibatkan sinusoid menyempit sehingga aliran darah terganggu. Setelah terjadi pembengkakan hati akan terbentuk pembendungan darah pada hati yang di sebut dengan kongesti hal tersebut disebabkan adanya gangguan sirkulasi yang dapat mengakibatkan kekurangan oksigen dan zat besi . pembengkakan sel merupakan salah satu indikasi terjadinya perlemakan hati, pada keadaan ini sel hati tanpak membesar. Perlemakan hati merupakan tahapan awal terjadinya kerusakan dalam hati (Robbins dan Kumar, 1995). Menurut (Lu, 1995), sebagian besar toksisitas yang masuk kedalam tubuh setelah diserap oleh usus halus dibawa ke hati oleh vena porta hati. Melihat fungsi hati tersebut, maka dapat di pahami bahwa hati merupakan organ yang muda terkena efek toksisitas senyawa asing. Peristiwa tersebut dapat terjadi

disebabkan oleh senyawa kimia yang masuk secara oral akan di absorpsi dari saluran cerna ke dalam hati melalui vena porta sehingga dapat meracuni hati, senyawa kimia yang dimetabolisme didalam hati diekresikan kedalam empedu dan kembali lagi ke duodenal. Dengan demikian hati merupakan organ yang banyak berhubungan dengan senyawa kimia sehingga mudah terkena efek toksit (Loomis, 1978).

Tingkat Kelangsungan Hidup



Gambar 5. Tingkat kelangsungan hidup ikan patin selama penelitian.

Dari gambar diatas, tingkat kelangsungan hidup perlakuan E dan F menunjukan nilai yang paling rendah. Hal ini terjadi karena pada perlakuan tersebut diberikan ekstrak akar tuba dengan konsentrasi 1,7 dan 1,8 mg/L, hal ini diduga karena pengaruh ekstrak akar tuba yang menyerang sistem syaraf. Kemudian pada perlakuan G dan A menunjukan tingkat kelangsungan hidup paling tinggi. Hal ini terjadi karena pada perlakuan G tidak diberi ekstrak akar tuba atau sebagai kontrol sedangkan perlakuan A mungkin konsentrasi yang diberikan cukup rendah sehingga pada akhir penelitian ikan mampu beradaptasi dari perairan yang sedikit tercemar sehingga ikan mampu bertahan hidup.

Kualitas Air

Data pengukuran kualitas air selama penelitian disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Kisaran Parameter Kualitas Air

Ulangan	Parameter		
	pH	Suhu °C	DO (ppm)
A	7.00	26	6.90
B	7.00	26	6.69
C	7.00	27	6.90
D	7.00	26	6.90
E	7.10	26	5.77

F	7.10	27	5.65
G	7.00	27	6.90

Sumber: *Data Lapangan*

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian berlangsung menunjukkan bahwa pH, suhu, dan DO nilainya masih berada dalam batasan kisaran normal

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsentrasi ambang atas ekstrak akar tuba terhadap ikan patin adalah 1,9 mg/L sedangkan konsentrasi ambang bawah sebesar 1,1 mg/L
2. Nilai LC_{50} -96 jam ekstrak akar tuba terhadap benih ikan patin adalah 1,6 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak akar tuba termasuk insektisida alami yang mempunyai daya racun kuat bagi ikan.
3. Insang ikan patin pada umumnya mengalami Hyperplasia, Hemoragi, Edema dan Nekrosis. Sedangkan hati ikan mengalami pembengkakan, kongesti, akumulasi lemak. Perubahan-perubahan histopatologi yang terjadi pada jaringan insang dan hati ikan patin mungkin terjadi karena terakumulasi oleh ekstrak akar tuba yaitu pestisida alami yang mempunyai daya racun kuat bagi ikan.
4. Tingkat kelangsungan hidup benih ikan patin yang tertinggi terdapat pada perlakuan A yaitu sebesar 100 %
5. Nilai kualitas air secara uji fisika dan kimia layak untuk pertumbuhan benih ikan patin.

DAFTAR PUSTAKA

- Agribisnis & Aquacultures. 2008. Prospek Usaha Ikan Patin Menjanjikan. <http://citra.karyanusantara.blogspot.com/>. (Akses 10 November 2009).
- Abel, D. P. 2006. Toxicity of synthetic detergents to fish and aquatic invertebrates. *Journal of fish biology* (Abstract), 279-298.
- Connel, Des W and Miller G.J. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. UI Press, Jakarta, 520 hlm. (diterjemahkan oleh : Yanti Koestoer)
- Dev SC and koul MW. 1997. Interference competition in desert subterranean termites. *Journal Entomologia*. No. 61:83-90. USA.
- Komisi Pestisida. 1983. Pedoman Umum Pengujian Laboratorium Toksisitas Lethal Pestisida Pada Ikan Untuk Keperluan Pendaftaran. Departemen Pertanian, Jakarta, 24 hlm
- Lu, C.F. 1995. Toksikologi Dasar. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Roberts, R J. 2001. *Fish Pathology*. Third Edition. W.B.Saunders, London, Edinburgh, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto. 472 hal.
- Sudarmo, S. 1991. Pestisida. Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 130 hlm
- Takasima and Hibiya,N.1977. Application of Biologically Natural Products in Agricultural Fields. *Dalam Proc. Of Reg. Seminar on Recnet Trend in Chemistry of Natural Product Research*, M.Wirahadikusumah and A.S Noer (Eds.). 110 –132. Penerbit ITB, Bandung.
- Tandjung . 1982. Beberapa informasi dan pengamatan penggunaan akar tuba sebagai pecisida di tambak. *Pewarta LPPD Balitbang Pertanian* No. 1, Tahun ke-2, hal 57-62.
- Takashima, F dan Hibiya T. 1995. *An Atlas of Fish Histology Normal and Pathological Features*. Edisi II. Kodansha Ltd, Tokyo. 195 hal.
- Thomson, R.C.M. 1971. Pesticide and Freshwater Fauna. Academic Press, London and New York