

**STUDI DAMPAK SIANIDA PADA INSANG DAN
HATI IKAN KERAPU LUMPUR (*Epinephellus tauvina*)**



SKRIPSI

OLEH :

HASAN BASRI



Tgl Terbit	5 - 09 - 2005
Asal Data	Perikanan
Banyaknya	1 (Satu) Lembar
Harga	H
No. Inventaris	172 / 5 - 09 - 0105

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005**

STUDI DAMPAK SIANIDA PADA INSANG DAN
HATI IKAN KERAPU LUMPUR (*Epinephellus tauvina*)

O L E H

HASAN BASRI

L 211 98 018

Skripsi Sebagai salah satu syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada
Jurusan Perikanan
Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan
Universitas Hasanuddin

PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005

Dan Dialah, Allah, yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan darinya daging yang segar (ikan), dan kamu mengeluarkan dari lautan itu perhiasan yang kamu pakai; dan kamu melihat bahtera berlayar padanya, dan supaya kamu mencari (keuntungan) dari karunia-NYA, dan supaya kamu bersyukur.

QS Al – Nahl (16)

Judul : Studi Dampak Sianida Pada Insang Dan Hati Ikan Kerapu Lumpur (*Epinephellus tauvina*)
Nama Mahasiswa : Hasan Basri
Stambuk : L 211 98 018
Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan (MSP)

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh :



Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA
Pembimbing Ketua



Dr. Ir. Harwati, MS
Pembimbing Anggota

Diketahui oleh :



Ketua Program Studi MSP



Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc
NIP. 131 803 225

Tanggal Pengesahan : Agustus 2005

RINGKASAN

Hasan Basri (L211 98 018). Studi Dampak Sianida Terhadap Insang Dan Hati Ikan Kerapu Lumpur (*Epinephellus tauvina*), (Di bawah bimbingan Joeharnani Tresnati sebagai ketua dan Haryati sebagai anggota)

Hasrat memanfaatkan sumberdaya laut secara optimal semakin menguat dengan terjadinya krisis ekonomi berkepanjangan, lemahnya penegakan hukum di laut yang merupakan satu hambatan dalam sektor perikanan. Kondisi ini memungkinkan terjadinya praktek - praktek penangkapan yang bersifat merusak seperti penggunaan bahan peledak dan sianida (CN⁻) oleh nelayan seperti pembiusan dengan potassium sianida yang sangat merusak kelestarian sumberdaya ikan dan lingkungannya, oleh karena itu dilakukan penelitian dengan metode simulasi pada beberapa konsentrasi untuk mengetahui kondisi histologi pada organ insang dan hati ikan kerapu lumpur (*Epinephellus tauvina*) akibat racun senyawa sianida (CN⁻).

Tujuan penelitian ini untuk mempelajari pengaruh dari beberapa konsentrasi racun sianida terhadap kondisi jaringan insang dan hati ikan kerapu lumpur (*Epinephellus tauvina*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan pengembangan pembuktian ilmiah bagi penegak hukum atas dasar pencemaran lingkungan akibat penggunaan kalium sianida (KCN) dalam penangkapan ikan.

Penelitian ini dilaksanakan di pulau Barrang Lompo Makassar. Analisis histologi di Laboratorium Fisiologi Biota Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS dan hasil pengamatan histologi dilakukan di Laboratorium Forensik Polri Cabang Makassar dari bulan Mei hingga bulan Juni 2003.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan akuarium kaca yang berukuran 1,0 x 0,5 x 1,0 m. Ikan-ikan percobaan dibeli dari nelayan pancing sebanyak 10 ekor, dalam simulasi ini ikan-ikan percobaan dipapar dengan sianida. dengan konsentrasi yang bervariasi (1, 3, dan 5 ppm), kemudian ikan mulai terpengaruh dan menunjukkan gejala "pingsan". Setelah terpapar sampai pingsan, selanjutnya ikan-ikan percobaan ditempatkan di dalam air laut yang bebas dari kontaminasi sianida hingga mengalami pemulihan (*recovery*) antara 1, 3 dan 5 hari.

Data yang diperoleh dari hasil histologi di analisis secara deskriptif yaitu dengan membandingkan kondisi jaringan insang dan hati yang telah terpapar oleh sianida dengan yang tidak terpapar oleh sianida (kontrol).

Berdasarkan hasil pengamatan, kerusakan sel insang ditemukan pada pemulihan hari pertama dengan konsentrasi 1,00 ppm yaitu berupa hypertropi dan sekresi mukus, 3,00 ppm berupa hyperplasia dan 5,00 ppm berupa kerusakan fusion. Pemulihan hari ketiga dengan konsentrasi 1,00 ppm berupa hypertropi, 3,00 berupa kerusakan mucous secretion dan 5,00 ppm berupa mucous secretion dan hyperplasia. Pemulihan hari kelima dengan konsentrasi 3,00 ppm berupa mucous secretion. kerusakan yang terjadi pada jaringan insang, akibatnya proses pertukaran ion-ion dan gas melalui insang terganggu sehingga oksigen yang dibutuhkan untuk proses

metabolime sangat sedikit sehingga mengakibatkan ikan mati lemas. sedangkan pada jaringan atau sel hati ditemukan pada pemulihan hari pertama dengan konsentrasi 1,00 ppm yaitu berupa cloudy swelling, 3,00 ppm berupa nekrosis, 5,00 ppm berupa cloudy swelling dan nekrosis. Pada pemulihan hari ketiga dengan konsentrasi 1,00 ppm berupa nekrosis, 3,00 ppm berupa cloudy swelling dan nekrosis dan 5,00 ppm berupa vacuolar degeneration. Pada pemulihan hari kelima dengan konsentrasi 1,00 ppm berupa cloudy swelling, 3,00 ppm berupa nekrosis dan 5,00 ppm berupa cloudy swelling dan nekrosis.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah kerusakan sel insang ditemukan pada pemulihan hari pertama dengan konsentrasi 1,00 ppm yaitu berupa hypertropi, mucous secretion dan Epithellium, 3,00 ppm berupa hyperplasia dan epithelium; dan 5,00 ppm berupa kerusakan fusion. Pemulihan hari ketiga dengan konsentrasi 1,00 ppm berupa hypertropi, mucous secretion dan epithelium; 3,00 ppm berupa kerusakan mucous secretion dan 5,00 ppm berupa mucous secretion, hyperplasia dan epithellium. Pemulihan hari kelima dengan konsentrasi 3,00 ppm berupa mucous secretion. Kerusakan atau kelainan jaringan atau sel hati ditemukan pada pemulihan hari pertama dengan konsentrasi 1,00 ppm yaitu berupa cloudy swelling, 3,00 ppm berupa nekrosis, 5,00 ppm berupa cloudy swelling dan nekrosis. Pada pemulihan hari ketiga dengan konsentrasi 1,00 ppm berupa nekrosis, 3,00 ppm berupa cloudy swelling dan nekrosis dan 5,00 ppm berupa vacuolar degeneration. Pada pemulihan hari kelima dengan konsentrasi 1,00 ppm berupa cloudy swelling, 3,00 ppm berupa nekrosis dan 5,00 ppm berupa cloudy swelling dan nekrosis. Perlakuan masa pemulihan, yaitu 1, 3 dan 5 hari tidak memberikan pengaruh yang signifikan, ini ditandai dengan adanya kerusakan jaringan atau sel pada insang dan hati masih dapat dilihat dengan jelas dan juga secara umum tampak bahwa peningkatan konsentrasi sianida nampaknya berbanding lurus dengan peningkatan persentase ikan yang mengalami kerusakan jaringan insang dan jaringan hati.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“ Syukur Alhamdulillah” , itulah ungkapan yang paling tepat penulis ucapkan, karena atas izin-Nya jualah karya ilmiah (SKRIPSI) ini dapat dirampungkan. Harapan dan doa senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-NYA yang telah diberikan kepada penulis dan semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan sebagai bahan informasi kepada aparat terkait dalam upaya penegakan hukum di negeri ini.

Semoga rahmat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi junjungan kita Muhammad SAW, kekasih pilihan Allah. Semoga pula rahmat, barokah dan inayah-NYA selalu bergema pada sanak kerabat, sahabat dan orang-orang yang mengikuti jejak mereka sampai hari kiamat.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis banyak menemukan berbagai macam cobaan, tantangan dan kesulitan, namun berkat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, maka apa yang penulis harapkan dapat terwujud. Oleh sebab itu dengan penuh kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang turut memberikan bantuan baik moral maupun moril. Ucapan terima kasih yang tulus penulis haturkan kepada :

♣ Ibu Dr. Ir. Joeharnani Tresnati. DEA selaku pembimbing ketua dan Ibu Dr. Ir. Haryati. MS. selaku pembimbing anggota atas segala bimbingan, arahan, kebijaksanaan, kearifan, keteladanan dan dukungan yang telah diberikan selama

ini baik selaku dosen, pembimbing dan pribadi kepada penulis sejak rencana penelitian dan tersusunnya skripsi ini.

- ☞ Bapak Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc. Selaku Ketua Program Studi MSP atas arahan, kearifan dan kebijaksanaan yang telah diberikan selama ini baik selaku dosen, pejabat struktural dan pribadi kepada penulis.
- ☞ Bapak Dr.Ir. Nursamran Subandi, M.Si, Muchsin ST, Ridwan Barra, Ismail S.kel, A.Musafir, S.pi, dan Mochtar yang telah banyak membantu dalam penelitian.
- ☞ Rekan-rekan mahasiswa perikanan Angk” 98 (Cawi, Asep, Naha, Ardi, Jupri, Ikmul, Osti, Sri & Fitri) dan adik-adik mahasiswa (Zul, Dana, Ifa, Olic, Yanthie, Eni, Risma, Isra, Ade, Rhena, Ica, Amhi dan Hikma) yang senantiasa memberikan inspirasi semangat, dorongan dan bantuan dalam penulisan skripsi ini.

Akhirnya penulis tak lupa menyampaikan terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada ayahanda H. Ismail (Alm) dan ibunda Hj. Kasaming (Sembah Sujud Anakda) dan saudara-saudaraku tercinta dan juga seluruh keluarga yang senantiasa memberikan bantuan moril, material dan spritual serta doa restunya. Untuk itu skripsi kupersembahkan sebagai rasa hormat dan sayangku kepada mereka.

Semoga segala upaya kita ini mendapat ridho dari Allah Subahana Wataala.

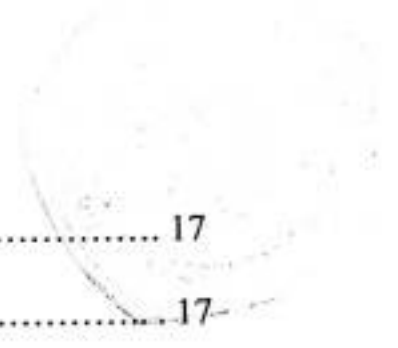
Wabillahittaufig wal hidayah , wassalamu alaikum Wr. Wb.

Makassar, Akhir Mei 2005

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	2
TINJAUAN PUSTAKA	
Senyawa Sianida	3
Kegunaan Sianida	3
Sejarah Cyanide Fishing	5
Cyanide Fishing di Indonesia	7
Efek Sianida pada Organisme laut	9
MATERI DAN METODE PENELITIAN	
Tempat dan Waktu	15
Materi Penelitian	15



Metode Penelitian	17
Pelaksanaan Simulasi	17
Pengamatan dan Analisis Hasil Simulasi Sianida	18
Metode Histoteknik / Histologi	19
Analisis Data	23
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Jaringan / Sel Insang	24
Jaringan / Sel Hati	34
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	42
Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Efek letal dan sub letal sianida pada ikan (Ingles, 1982)	12
2. Hasil Pengamatan pada Jaringan Normal dan Kelainan – Kelainan yang Terjadi pada Insang dan Hati Ikan Kerapu Lumpur (<i>Epinephellus tauvina</i>) dengan Perlakuan Konsentrasi yang Berbeda dan Setelah Melalui Masa Pemulihan	41

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1	Skema Peralatan dan Bahan yang digunakan dalam Simulasi Cyanide Fishing 16
2.	Proses Pembuatan Preparat Histologi untuk Mengamati Kondisi Jaringan Insang dan Hati Ikan. 22
3.	Kondisi Jaringan / Sel Insang Ikan Kerapu (<i>Epinephellus tauvina</i>) Tanpa Perlakuan Sianida (kontrol). HE. 400 X. 24
4..	Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel Insang Ikan Kerapu (<i>Epinephellus tauvina</i>) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 100 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 100 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (<i>recovery</i>) hari Pertama (I). 25
5.	Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel Insang Ikan Kerapu (<i>Epinephellus tauvina</i>) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 200 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 100 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (<i>recovery</i>) hari Ketiga (III). 26
6.	Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel Insang Ikan Kerapu (<i>Epinephellus tauvina</i>) Pasca Paparan Sianida 3,00 ppm, HE 100 X dan Melalui Masa Pemulihan (<i>recovery</i>) hari Kelima (V). 27
7.	Kondisi Jaringan / Sel Hati Ikan Kerapu (<i>Epinephellus tauvina</i>) Tanpa Perlakuan Sianida (kontrol). HE. 400 X. 34
8.	Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel Hati Ikan Kerapu (<i>Epinephellus tauvina</i>) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 400 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 100 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (<i>recovery</i>) hari Pertama (I). 35
8.	Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel Hati Ikan Kerapu (<i>Epinephellus tauvina</i>) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 100 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 100 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (<i>recovery</i>) hari Ketiga (III). 36

9. Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel Hati Ikan Kerapu (*Epinephellus tauvina*) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 100 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 100 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (*recovery*) hari Kelima (V). 37

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Cara Memperoleh Larutan Stok KCN yang Diaplikasikan dalam Penelitian	48

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemerintah kini banyak menggantungkan harapan pada keberhasilan pembangunan sektor perikanan dan kelautan sebagai salah satu sektor yang dapat mendatangkan devisa yang cukup besar dalam rangka mengatasi keterpurukan ekonomi. Untuk mewujudkan harapan itu pemerintah harus mampu mengatasi kendala yang bersifat teknis, kelemahan kebijakan ekonomi, sistem hukum dan struktur kelembagaan, kerusakan fisik ekosistem pesisir dan pencemaran (Dahuri, 2000).

Hasrat untuk memanfaatkan sumberdaya laut secara optimal semakin menguat dengan terjadinya krisis ekonomi yang berkepanjangan dan lemahnya penegakan hukum di laut yang merupakan salah satu hambatan yang sangat terasa dalam pembangunan sektor perikanan. Kondisi tersebut memungkinkan terjadinya praktek-praktek penangkapan yang bersifat merusak (*destructive fishing*) seperti menggunakan bahan peledak dan sianida (CN⁻) yang sangat merusak kelestarian sumberdaya ikan dan lingkungannya.

Penggunaan bahan racun sianida (CN⁻) sangat mengganggu kelestarian sumberdaya hayati laut dan merusak ekosistem karang, khususnya terumbu karang. Metode ini sangat efektif dalam melumpuhkan dan mematikan ikan, tetapi sangat tidak selektif sehingga dapat mematikan ikan-ikan yang bukan sasaran tangkapan serta anak-anak atau bibit ikan, merusak terumbu karang yang merupakan tempat berlindung, mencari makan dan berkembang biak berbagai jenis organisme laut. Ikan kerapu (*Epinephellus dan Plectropomus spp*) merupakan ikan ekonomis penting

dan salah satu jenis ikan karang dengan harga cukup tinggi terutama dengan adanya ekspor kerapu hidup di berbagai negara di Asia seperti Singapura, Cina, Jepang, Korea, Thailand dan Hongkong harganya dapat mencapai U.S. \$ 90 - 150/kg. Dagingnya digemari oleh masyarakat karena mempunyai nilai gizi yang tinggi dan cita rasa yang enak (Adisuko, 2002).

Permintaan konsumen yang meningkat dan harga yang tinggi di pasaran akan mendorong peningkatan penangkapan yang sifatnya merusak (*destructive fishing*) oleh nelayan seperti pembiusan dengan potassium sianida, oleh karena itu dilakukan penelitian dengan metode simulasi pada beberapa konsentrasi untuk mengetahui kondisi histologi pada organ insang dan hati ikan Kerapu Lumpur (*Epinephellus tauvina*) akibat racun senyawa sianida (CN).

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari beberapa konsentrasi racun sianida terhadap kondisi jaringan insang dan hati ikan kerapu lumpur (*Epinephellus tauvina*).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan pengembangan pembuktian ilmiah bagi aparat penegak hukum atas dasar pencemaran lingkungan akibat penggunaan kalium sianida (KCN) dalam penangkapan ikan.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Senyawa Sianida

Senyawaan sianida atau sianogen yang dikenal sebagai senyawaan yang mempunyai sifat racun yang tinggi, pada dasarnya dapat digolongkan menjadi beberapa kelompok, yaitu ; sianida dengan rumus MCM, kompleks sianida An $[M(CN)_x]$, tiosianat MCNS, nitrit R-CN dan senyawa sianida organik lainnya.

Senyawa sianida yang sering digunakan dalam penangkapan ikan adalah kalium sianida (KCN), yang oleh masyarakat umum dikenal dengan nama "potas" Sifat kimia dan fisik : rumus molekul KCN, berat molekul 65,11; tersusun dari 18,44 % C; 60,05 % K; 21,51 % N. Berbentuk butiran atau potongan, lempengan berwarna putih, diperjual belikan dengan kemurnian 95 %, berbau HCN. Bila terpapar di udara terbuka akan terdekomposisi perlahan-lahan oleh CO_2 dan uap air. Kerapatan 1,52 ; titik leleh $634\text{ }^\circ\text{C}$. Larut dalam dua bagian air dingin, satu bagian air mendidih, dua bagian gliserol, 100 bagian alkohol, 25 bagian metanol. Larutannya dalam air bersifat basa kuat dan terdekomposisi dengan cepat. pH larutan KCN 0,1 N adalah 11,0 (Subandi dan Suryati, 1997)

B. Kegunaan Sianida

Komponen sianida digunakan dalam proses barang tambang, pembersihan logam, proses penyepuhan (*electroplating*), fumigasi dan mengeraskan baja Organik sianida digunakan dalam perusahaan tkstil, plastik, dan pertanian dan penelitian-penelitian kimia. Walaupun dengan industri penting,

semua komponen yang mengandung racun terhadap semua jenis makhluk hidup dan menganggapnya bahwa penghambat metabolik dan obat bius (*asphyxiant*) yang mencegah penggunaan persediaan oksigen yang tersedia oleh jaringan. Kombinasi sianida lebih menyukai dengan oksidasi *ferricytochrome* dan larangan pada oksidase *cytochrome* produksi *anoxia cytotoxic*, suatu kondisi karakteristik oleh pencampuran dengan sel metabolisme dalam kehadiran yang cukup menyediakan darah dan oksigen. Pembuangan dari industri dan penggilingan kue, oven (kompor) kue dalam baja, pembersihan logam dan operasi penyepuhan adalah sangat potensial pada pembebasan sianida dalam lingkungan yang mengandung air. Pembuangan yang dilepaskan atau yang dikeluarkan dari semua industri harus diawasi dengan hati-hati. Dewasa ini, batas toleransi 0,1 ppm untuk dapat bercampur zat asam sianida yang disarankan mengenai peleburaan logam (Enviroment Canada, 1977 dalam Jafar, 1999), bilamana suatu batas 0,2 ppm yang diinginkan terhadap air yang dapat diminum.

Hidrogen sianida telah digunakan untuk pengasapan rumah tangga melawan sengatan pakaian dari kecoa, kutu busuk dan ngengat. Pada industri, hidrogen sianida digunakan dalam penggilingan tepung, pabrik-pabrik gandum, susu dan gudang. Juga sangat efektif digunakan untuk mengontrol tikus-tikus besar dan tikus pada kapal. Pengasapan dapat membawa keuntungan yang terbaik antara 70 dan 95 °F apabila serangga sangat aktif. Pada gedung-gedung atau kamar-kamar diperlakukan pada skala yang baik sekitar pintu, jendela dan celah

untuk mencegah keluarnya aliran udara masuk dan kebocoran pada gas untuk keluar (Kirk, 1949 dalam Jafar, 1999).

C. Sejarah *Cyanide Fishing*

Brandt (1984) menggolongkan metode penangkapan ikan dalam 16 kelompok besar, salah satu diantaranya adalah metode penangkapan ikan dengan menggunakan peralatan/bahan pembius (*stupefying devices*). Dengan cara ini ikan dihilangkan kemampuannya untuk melarikan diri melalui proses pembiusan atau dengan membuatnya pingsan. Kelompok ini masih dibagi lagi menjadi 3 bagian, yaitu : (a) metode membuat pingsan secara mekanis (*mechanical stupefying*), (b) metode membuat pingsan secara kimiawi (*chemical stupefying*), dan (c) membuat pingsan dengan listrik (*electrical stupefying*). Contoh dari metode *mechanical stupefying* adalah penangkapan ikan dengan menggunakan alat pemukul (seperti batu, kayu, atau palu besi). penangkapan ikan dengan bahan peledak (*blast fishing*). Sedangkan penangkapan ikan dengan menggunakan racun ikan (*ichthyotoxic materials*), baik dari tumbuhan (*echthyotoxic*), hewan, maupun bahan kimia sintesis merupakan contoh – contoh dari metode *chemical stupefying*. Metode penangkapan ikan dengan racun sianida (*cyanide fishing*) termasuk dalam kategori ini.

Penggunaan racun dari bahan kimia sintesis untuk penangkapan ikan telah dilakukan sejak tahun 1700-an. Bahan kimia pertama yang digunakan untuk menangkap ikan adalah kapur. Kapur dilarutkan dengan air, kemudian dituangkan ke dalam perairan, ikan yang ada di tempat tersebut akan terbius oleh sifat basa

dari bahan tersebut. Metode ini dikenal dengan nama "*lime-fishery*". Bahan kimia lain yang pernah digunakan sebagai racun ikan adalah senyawa tembaga sulfat (*copper vitriol*), natrium tripoklorit, dan lain – lain. (Brandt, 1984)

Penggunaan racun sianida untuk penangkapan ikan hias dan ikan hidup dalam skala industri tercatat pertama kali dilakukan di Philipina sekitar tahun 1962 dan kemudian tersebar kemana – mana (Mc. Allister *et al*, 1998). Nelayan – nelayan di Teluk Lingayan, Philipina Selatan, telah menggunakan racun tumbuhan untuk penangkapan ikan sebelum mereka mengenal racun sianida. Penggunaan racun sianida pada area tersebut diperkenalkan oleh dua orang nelayan imigran dari Visayas yang belajar mengenai metode tersebut di Mauban. (Galves *et al.*, 1989). Sementara beberapa peneliti lain melaporkan bahwa Gonzales (pengumpul / *collector* ikan laut) telah mempelajari metode tersebut sekitar tahun 1958 dari Bridges di Illinois, Amerika Serikat. Bridges mempelajari tentang racun ikan dan menemukan bahwa ikan yang terpapar sianida dengan menggunakan konsentrasi terendah dapat hidup kembali. Teknik inilah yang kemudian dicoba diterapkan di Philipina oleh para pengumpul (*collector*) ikan laut (Rubee, 1986).

Namun demikian, ada juga yang berpendapat bahwa *cyanide fishing* pertama kali telah dilakukan di Taiwan antara tahun 1954 hingga 1957 oleh seorang mahasiswa program sarjana yang menggunakannya untuk mengumpulkan *butterflyfishes* (*Chaetodontidae*) sebagai bahan penelitian. Lima tahun sebelum teknik tersebut dikenal di Filipina dan 1 tahun sebelum menjadi

bahan kajian Bridge. Melihat efektifitas metode tersebut untuk penangkapan ikan karang, maka nelayan – nelayan setempat juga ikut menerapkannya. Suatu catatan dokumen di Departemen Perikanan Taiwan menunjukkan bahwa suatu putusan hukuman pengadilan tentang kasus *cyanide fishing* yang pertama terjadi pada tanggal 22 Desember 1990, dan ada sembilan kasus berikutnya, dimana yang terakhir adalah pada 7 Februari 1994. Kebanyakan dari kasus – kasus tersebut terjadi di wilayah perairan Taiwan-Selatan. Hal ini menggambarkan bahwa *cyanide fishing* telah marak terjadi di Taiwan sebelum menyeberang ke Philipina. Ayat 38, pasal 3 Undang-Undang Perikanan Taiwan yang telah diamendemen pada 1 Februari 1991, menyatakan dengan tegas larangan penggunaan racun sianida untuk pengumpulan hewan dan tumbuhan laut (Mc. Allister *et al*, 1998).

D. Cyanide Fishing di Indonesia

Perdagangan ikan hidup (*Live Reef Food Fish Trade, LRFT*) telah berkembang dengan cepat di Asia Tenggara dan wilayah – wilayah lain sejak tahun 1990-an, dan kebutuhan akan ikan hidup akan terus meningkat pada masa – masa yang akan datang (Search, 1996). Perdagangan tersebut terkonsentrasi pada tangkapan jenis ikan grouper (*Serranidae*, khususnya *Cromileptes altivelis* dan spesies *Plectropomus* dan *Epinephelus*) dan Napoleon wrasse (*Cheilinus undulatus*). Ikan – ikan tersebut menjadi konsumsi masyarakat kelas ekonomi tinggi di Hongkong, Cina, Taiwan, Singapura, dan Jepang yang rela membayar hingga ratusan dollar (US\$) untuk sajian ikan – ikan dimaksud (Johannes dan Riepen, 1995). Ikan – ikan tersebut merupakan jenis

ikan penyendiri (*sedentary*) dan mempertahankan wilayah hidupnya dengan kuat, berumur panjang, tingkat perkembangbiakan yang lambat, dan biasanya berkumpul dalam jumlah yang banyak untuk memijah. Sifat – sifat khas tersebut sangat mendukung terjadinya eksploitasi berlebihan dari spesies – spesies langka ini oleh aktifitas perdagangan ikan hidup. Spesies – spesies ikan ini telah dimasukkan sebagai spesies – spesies yang dilindungi dan tercatat pada Appendix II dan III dari Convention on International Trade in Endangered of Wild Fauna and Flora (*CITES*) (Lau dan Parry – Jones, 1999). Spesies *Cheilinus undulatus* dan *Epinephelus lanceolatus* telah didaftar pada International Union for Conservation of Nature (*IUCN*) sebagai spesies yang terancam punah (Baille dan Groombridge, 1996).

Di Indonesia jenis ikan karang umumnya tidak digolongkan sebagai ikan konsumsi utama. Nelayan memproduksi ikan karang dalam bentuk ikan kering atau asin dalam volume kecil, serta ikan segar untuk konsumsi ikan tambahan. Secara tradisional perikanan lokal umumnya menjadikan ikan pelagis sebagai sasaran tangkap (*target species*). Pada dekade terakhir ini, ikan karang dianggap mempunyai nilai ekonomis yang berarti setelah berkembangnya ekspor ikan karang hidup. Industri ikan karang hidup di Indonesia saat ini merupakan pemasok utama terbesar untuk pasaran Asia. Diperkirakan lebih dari 50 % ikan karang hidup yang ditangkap di Indonesia diekspor ke Hongkong dan Singapura. Perdagangan ini melibatkan usaha lokal dan patungan dalam berbagai skala. Penyelam – penyelam asing secara perlahan – lahan telah digantikan oleh

penyelam – penyelam lokal. Proses pergantian ini dipercepat oleh peraturan mengenai pembatasan terhadap operasi nelayan – nelayan asing di Indonesia.

E. Efek Sianida pada Organisme Laut

Telah banyak kejadian kecelakaan tertumpahnya/masuknya polutan bahan kimia natrium sianida atau kalium sianida kedalam sungai atau aliran air yang mengakibatkan kematian besar – besaran pada ikan, amfibi, serangga air, dan tumbuhan air. Polutan – polutan tersebut biasanya bersumber dari tempat penampungan larutan sianida pekat, mobil – mobil pengangkut larutan sianida, atau limbah yang mengandung bahan – bahan yang dapat terdekomposisi di dalam air membentuk gas HCN bebas (Leduc, 1984).

Di Jepang pernah terjadi kasus semacam ini, dimana lumpur yang mengandung sianida dalam jumlah besar yang berasal dari penampungan limbah suatu pertambangan emas memasuki aliran sungai akibat terjadinya guncangan gempa bumi (Yasuno, 1981). Lumpur tersebut menutupi aliran sungai sepanjang 10 km dari titik sumber pencemaran. Polutan tersebut membunuh semua biota disepanjang aliran sungai, sianida terdeteksi di dalam kolom air hanya sampai 3 hari setelah kejadian. Dalam waktu sekitar 1 bulan tumbuhan mulai terlihat pada batu – batu di permukaan air, tetapi pertumbuhan di dalam air masih sangat sedikit. Setelah 6-7 bulan polusi air, ganggang dan invertebrata telah pulih kembali, meskipun komposisi ganggang telah berubah (Yasuno, 1981).

Pada 30 Januari 2000, kasus pencemaran sungai secara besar – besaran kembali terjadi di Rumania dan merambah sungai Tisza hingga Hungaria. Polutan

sianida ini juga bersumber dari pertambangan emas di Rumania. Kerusakan ekosistem yang berat terjadi di perairan Sungai Tisza dan Szamos di Hungaria. Pada awal terjadinya pencemaran, konsentrasi sianida maksimum di perairan Sungai Szamos mencapai 20-30 mg/l dan Sungai Tisza mencapai 10-15 mg/l. Diperkirakan jumlah sianida yang mencemari lingkungan pada kasus tersebut mencapai 130 – 175 ton. Hasil penelitian patologis dan histologis terhadap contoh ikan yang mati, menunjukkan bahwa kematiannya disebabkan oleh keracunan sianida, dimana insang (*branchia*) dan darahnya berwarna merah *cherry*. Perubahan warna ini utamanya disebabkan oleh kejenuhan oksigen dan menyebabkan terbentuknya *cyanomethemoglobin* yang berwarna merah terang. Kandungan sianida total pada contoh jaringan otot dan hati ikan yang mati berkisar antara 0,22 – 3,3 mg/kg. Hasil analisis dari organ – organ yang berbeda menunjukkan bahwa pada setiap organ terkandung sianida tidak terkecuali pada otot daging (meskipun konsentrasinya sangat rendah). Konsentrasi sianida tertinggi ditemukan pada organ empedu, kemudian diikuti oleh organ ginjal, hati dan insang (Laszlo, 2000).

Sianida merupakan salah satu bahan kimia yang paling beracun yang sering meracuni ikan. Ikan diperkirakan mempunyai kepekaan terhadap sianida seribu kali lebih tinggi dari manusia. Konsentrasi HCN 0,03 mg/l dapat berakibat fatal pada spesies – spesies ikan yang sensitif, sedangkan konsentrasi 0,2 mg/l merupakan konsentrasi yang mematikan ikan pada umumnya. Konsentrasi sianida di bawah tingkatan yang mematikan dapat menimbulkan respon fisiologis dan

patologis berupa berkurangnya kemampuan berenang, gangguan terhadap kemampuan bereproduksi dan dapat mengarah kemunculnya keturunan yang cacat. Selain itu, ikan – ikan yang telah terpapar sianida juga rentan terhadap serangan pemangsa karena pergerakannya di dalam air menjadi lamban (Eisler, 1991).

Sianida bukan merupakan bahan kimia beracun yang bertahan (stabil) dalam lingkungan, pada kondisi normal tidak secara permanen menghancurkan habitat ikan. Akibat adanya kepekaan akut ikan terhadap sianida, maka ikan dapat dijadikan sebagai penanda (*detector*) biologis paling baik untuk mendeteksi keberadaan racun sianida di dalam air. Jika ikan – ikan yang telah terpapar suatu polutan sianida dapat hidup di dalam perairan, maka organisme lainnya juga dianggap dapat bertahan terhadap paparan tersebut. Di samping total kandungan sianida di dalam air, ada beberapa faktor lain yang berhubungan dengan sifat kimiawi air yang dapat berpengaruh terhadap toksisitas akut dari sianida. Faktor – faktor tersebut meliputi : Konsentrasi oksigen terlarut (Dissolved Oxygen, DO), temperatur, derajat keasaman (pH), salinitas, dan bahan – bahan lain yang terlarut di dalam air (seperti seng, amoniak, dan lain – lain). Toksisitas sianida terhadap ikan meningkat 3 kali lipat dengan menurunnya temperatur air 12 °C. Selain itu, keberadaan ion klorida dengan konsentrasi sekitar 17,0 ppt dapat menurunkan kemampuan bertahan hidup (*survaival time*) pada ikan yang terpapar sianida (Hynes. *et al.*, 1998). Efek letal dan sub letal sianida pada ikan dapat dilihat pada Tabel 1.



Tabel 1. Efek letal dan sub letal sianida pada ikan (Ingles, 1982).

EFEK LETAL		EFEK SUB-LETAL		
AKUT (Dynamic LC 50 – 96 h) mg/l CN	KRONIS (Anak Ikan /ikan dewasa) mg/l CN	Aktifitas atau Organ yang Terpengaruh	Sifat – sifat dari pengaruh	Kons. Sianida mg/l CN
0,05 – 0,2	0,0019 – 0,07	<ul style="list-style-type: none">• Pemijahan• Produksi telur• Kelangsungan hidup telur• Spermatogenesis• Abnormalitas perkembangan embrio• Penetasan• Berenang	<ul style="list-style-type: none">• Terhambat penuh• Berkurang 42%• Telur tidak terbuahi• Berkurang secara permanen• Cacat berat• 40% gagal• Berkurang 90%	0,005 0,01 0,065 0,02 0,07 0,01-0,1 0,015

Keracunan KCN dapat terjadi melalui pencernaan, penyerapan melalui kulit atau melalui pemapasan (dengan udara yang mengandung HCN, yang terbentuk akibat reaksi KCN dengan CO₂ atau asam-asam lain). Larutan pekat KCN dapat merusak kulit (korosif). Mekanisme keracunan sianida terhadap hewan bersel satu adalah melalui proses inhibisi pada enzim sitokrom-sitokrom yang bekerja pada mekanisme pengikatan oksigen pada siklus pemapasan.

Suatu studi dilakukan terhadap bagian-bagian dari terumbu karang *Zooxanthellae* dengan menggunakan konsentrasi sianida dan waktu paparan yang bervariasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa paparan sianida dengan dosis

tinggi terumbu mati, dosis menengah mengakibatkan terumbu kehilangan *Zooxanthellae* (ganggang yang bersimbiosis dengan karang) sehingga menyebabkan terjadinya perubahan atau pemucatan warna dari karang tersebut dan pada dosis rendah terumbu kehilangan alga (*Zooxanthellae*) tetapi jumlahnya tidak cukup secara nyata menyebabkan perubahan atau kerusakan warna. Kecepatan respirasi terhambat sekitar 10 – 90 % setelah paparan sianida, tetapi dapat pulih kembali dalam waktu 1 – 2 jam setelah karang tersebut dipindahkan ke dalam air laut yang tidak terkontaminasi sianida (Hunt, 1988 dalam Jafar 1999).

Subandi dan Suryati (1997), mengemukakan bahwa kalium sianida (KCN) pada konsentrasi 1 – 10 ppm dapat menghambat pertumbuhan mikroalgae (*Chaetoceros calcitrans*) sebagai salah satu komponen terkecil dari rantai makanan pada ekosistem terumbu karang. Sianida bereaksi dengan sejumlah enzim yang mengandung logam, sianida memperlihatkan toksisitasnya terutama karena kemampuan untuk bereaksi dengan besi dalam feri sitokrom oksidase. Dengan cara demikian enzim dihambat. Karena metabolisme aerob bergantung pada sistem ini, maka jaringan tidak lagi menggunakan oksigen dan mengalami hipoksia. Dengan sistem keracunan ini menimbulkan rangsangan terhadap syaraf pernapasan pusat, sehingga terjadilah kelumpuhan (*paralysis*) dari alat-alat pernapasan yang menyebabkan kegagalan bernapas (*asphyxia*) dan bila tidak tertolong berakhir dengan kematian. Pada manusia mekanisme detoksifikasi, yaitu sekitar 80 % dari dosis sianida yang didetoksifikasi diubah oleh enzim

rhodanase dalam hati menjadi tiosianat, yang selanjutnya diekskresikan dalam urine. Sisanya akan melalui jalur-jalur lain, seperti ekskresi dalam bentuk HCN melalui parui-paru, terikat oleh hidroxocobalamin membentuk vitamin B₁₂ (*Cyanocobalamine*), teroksidasi menjadi asam format (*formie acid*) dan CO₂ atau bereaksi dengan asam amino.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

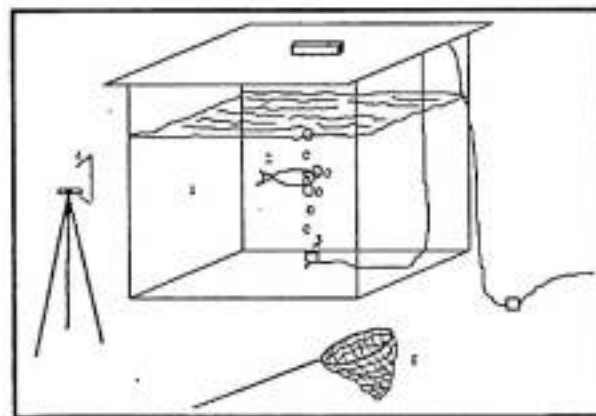
Penelitian ini dilaksanakan di pulau Barrang Lompo Kecamatan Ujung Tanah Kotamadya Makassar. Sedangkan analisis histologi dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Biota Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin dan pengamatan hasil histologi dilaksanakan di Laboratorium Forensik Polri Cabang Makassar. Adapun waktu pelaksanaannya kurang lebih dua bulan, mulai dari bulan Mei hingga bulan Juni 2003.

Materi Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah keramba jaring apung dengan ukuran luas 3,0 x 3.0 m, kurungan ikan yang berbentuk tabung, akuarium percobaan terbuat dari kaca tebal (5,0 mm), erator, serok kecil, pompa air, sarung tangan (plastik), mikroskop yang dilengkapi peralatan fotografi, kamera digital, botol sample, pipet, peralatan bedah ikan, kertas label, mikrotom dan kaca objek (objek glass) sedangkan bahan yang digunakan adalah Hewan uji ikan kerapu (*Epinephellus tauvina*), kalium sianida (KCN), air laut, formalin netral (10%), parafin, larutan xylene, akuades, larutan bouin, hematoxylene, eosin, alkohol 70%, 80%, 95%, 100% dan Canada balsem/mgk-S 59%.

Hewan uji yang digunakan dalam simulasi sianida adalah jenis ikan karang yaitu. kerapu lumpur (*Epinephellus tauvina*) hidup sebanyak 10 ekor dengan berat 0,5 - 1,0 kg yang dibeli dari nelayan pancing kemudian dimasukkan ke dalam keramba apung yang telah dipersiapkan dan diberi makanan berupa ikan rucah sebanyak 5 - 10 % dari bobot ikan per hari agar kondisinya tetap sehat hingga penelitian ini dilakukan.

Setiap perlakuan konsentrasi sianida, digunakan sebanyak 3 ekor ikan percobaan, kecuali pada perlakuan 0 ppm (kontrol) digunakan 1 ekor ikan percobaan. Ikan-ikan tersebut dimasukkan ke dalam wadah akuarium yang berukuran 1,0 x 0,5 x 1,0 m dengan ketebalan 5 mm yang sudah diisi dengan air laut dengan volume 250 liter dengan salinitas 30 - 35 ppt yang dilengkapi dengan aerator dan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Peralatan dan Bahan yang Digunakan Dalam Simulasi Cyanide Fishing. (1) Aquarium Kaca (berisi air laut yang mengandung sianida dengan konsentrasi tertentu), (2) Ikan Percobaan, (3) Aerator, (4) Video-camera dan (5) Serok.

Segera setelah ikan terpapar sianida selama kurang lebih 5 menit (mulai terkontaminasi dengan racun sianida sampai pingsan), kemudian ikan-ikan tersebut dimasukkan ke dalam kurungan berbentuk silinder yang terbuat dari jaring (diameter 50 cm) dan dimasukkan ke dalam air laut yang bersih (tidak terkontaminasi sianida) untuk menjalani proses pemulihan (*recovery*). Ikan dimasukkan kembali ke dalam keramba penampungan setelah kondisinya kembali pulih, kemudian diambil organ insang dan ikan tersebut dibedah untuk diambil organ hati setelah 1, 3 dan 5 hari, telah terjadi masa penyembuhan (*recovery*) dari kondisi terpapar (pingsan).

Metode Penelitian

I. Pelaksanaan Simulasi Sianida

Penelitian simulasi sianida ini diberikan perlakuan konsentrasi yang berbeda yaitu 0 ppm, 1,00 ppm, 3,00 dan 5,00 ppm dan untuk mendapatkan konsentrasi dapat dilihat pada Lampiran 1. Ikan percobaan yang sudah dipersiapkan dimasukkan ke dalam akuarium percobaan dengan perlakuan larutan konsentrasi sianida yaitu 1,00 ppm, 3,00 ppm dan 5,00 ppm, kemudian ikan mulai terpengaruh sampai pingsan. Segera ikan diangkat dari dalam akuarium dengan serok kecil dan dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air laut bersih yang tidak mengandung sianida dan dibiarkan selama (5 - 10 mnt) agar larutan sianida yang melekat pada ikan tersebut dapat tercuci, selanjutnya ikan dimasukkan kembali ke dalam penampungan di mana dapat terjadi proses penyembuhan (*recovery*).

II. Pengamatan dan Analisis Hasil Simulasi Sianida

Pengamatan hasil simulasi dilakukan dimana setelah ikan percobaan mengalami kondisi terpapar sampai pingsan dan kemudian terjadi pemulihan (*recovery*) meliputi pengamatan organ atau jaringan luar dan dalam. Pengamatan organ luar pada ikan meliputi pengamatan terhadap jaringan insang sedangkan untuk pengambilan contoh organ yaitu hati dilakukan dengan pertama-tama ikan tersebut dibedah untuk diambil organ yang akan diamati. Pembedahan dilakukan dari punggung menyusuri tulang punggung dan memotong otot pada bagian ekor dan berakhir pada rongga perut (kecuali insang) dengan demikian bagian perut ikan dapat terbuka dengan baik dan organ-organ dalam rongga perut tetap utuh dan dapat diambil untuk pengamatan analisis histologis. Prosedur ini mengacu pada *field procedures for assessing the exposure of fish to environmental contaminants* yang dikeluarkan oleh U.S. Geological Survey, Biological Resources Division (Schmitt, *et. al.* 1999). Sedangkan metode histoteknik mengacu pada bahan pengajaran Mikroteknik Institute Pertanian Bogor (Gunarso, 1989).

III. Metode Histoteknik / Histologi

Pengamatan dengan metode histoteknik dilakukan terhadap beberapa objek organ yaitu insang dan hati dari organisme uji. Meliputi proses- proses sebagai berikut :

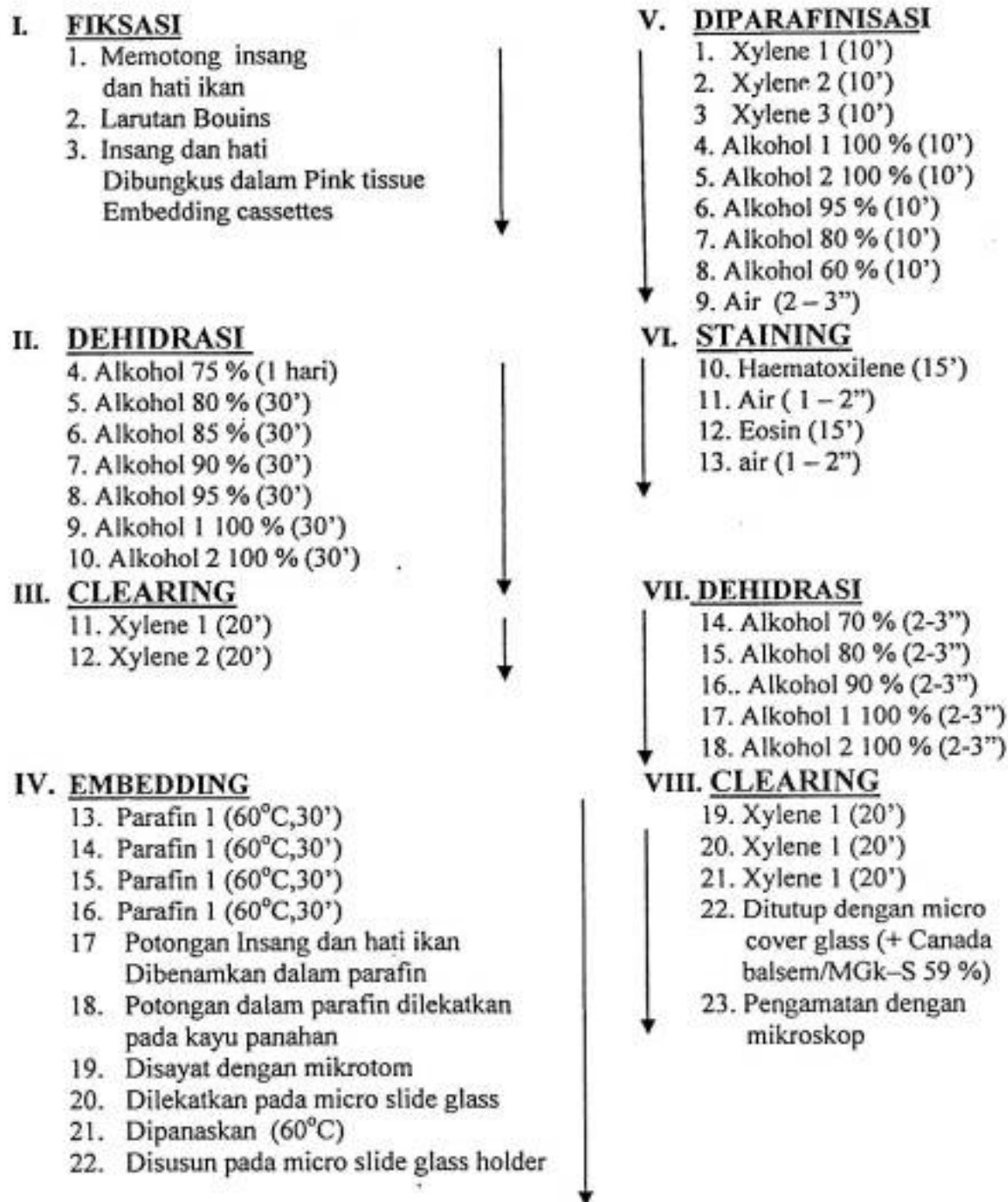
1. Memotong pada bagian insang dan hati
2. Fiksasi, yaitu suatu proses di mana potongan insang dan hati ikan dicelupkan ke dalam larutan Bouin yang bertujuan untuk mempertahankan bentuk morfologi dari sampel dan komposisi kimia jaringan.
3. Potongan insang dan hati ikan dibungkus dalam *Pink Tissue Embedding Cassettes*.
4. Dehidrasi, yaitu bertujuan untuk mengeluarkan air dari dalam jaringan, dimana sampel dimasukkan ke dalam alkohol secara bertingkat yaitu alkohol 75 % selama 1 hari, alkohol 80 %, alkohol 85 %, alkohol 90 %, alkohol 95 alkohol I 100 % dan alkohol II 100 % selama 30 menit.
5. Penjernihan (*clearing*) yaitu bertujuan untuk menghilangkan alkohol dalam jaringan, melarutkan lemak dan menghantarkan parafin ke dalam jaringan, hal ini dilakukan sampai jaringan transparan. Tata cara dalam tahap ini adalah:
 - Sampel dimasukkan ke dalam larutan xylene I selama 20 menit sampai terjadi pengembunan.
 - Selanjutnya dimasukkan ke dalam larutan xylene II selama 20 menit sampai berubah menjadi transparan.

6. Proses pemasukan parafin cair ke dalam jaringan (*impregnating*), di mana sampel dibungkus dengan kertas minyak agar panas yang ditimbulkan parafin perlahan-lahan masuk ke jaringan. Caranya yaitu dimasukkan ke dalam Parafin I, Parafin II, Parafin III, dan Parafin IV masing-masing dengan suhu 60 °C selama 30 menit.
7. Proses penanaman ke dalam parafin sebagai media (*embedding*), dimana ikan dibenamkan dalam parafin kemudian potongan tersebut diletakkan pada kayu panahan.
8. Proses pemotongan (*cutting*), dimana potongan insang dan hati ikan yang telah dibenamkan dalam parafin disayat dengan menggunakan mikrotom kemudian diletakkan pada mikro slide glass setelah itu dipanaskan dengan suhu 60 °C.
9. Proses pewarnaan (*staining*), dengan tingkatan sebagai berikut:
 - Penjernihan (*clearing*), yaitu insang dan hati ikan yang telah disayat dimasukkan ke dalam xylene I, xylene II, Xylene III masing - masing selama 10 menit yang bertujuan untuk menghilangkan parafin dari dalam jaringan.
 - Proses memasukkan air dalam jaringan (*rehidrasi*), dengan tahapan sebagai berikut:
 - a. Insang dan hati ikan yang telah disayat dimasukkan ke dalam alkohol I (100 %) dan alkohol II (100 %) kemudian alkohol 95 %, alkohol 80 %, dan alkohol 60 % masing-masing selama 10 menit.

- b. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam aquades selama 2 - 3 detik dengan tujuan untuk menyempurnakan proses rehidrasi setelah itu dimasukkan ke dalam larutan *Hematoxilene* selama 15 menit kemudian dimasukkan ke dalam larutan akuades selama 1 - 2 detik, kemudian dimasukkan ke dalam larutan eosin selama 15 menit, selanjutnya dimasukkan ke dalam larutan akuades selama. 1 - 2 detik.
- Dehidrasi, dengan menggunakan alkohol bertingkat, di mana sampel dimasukkan ke dalam alkohol 70 %, alkohol 80 %, alkohol 90 %, alkohol I 100 % dan alkohol II 100 % masing-masing selama 2 - 3 menit dengan tujuan untuk mengeluarkan air dari dalam jaringan.
 - Penjernihan dengan menggunakan larutan xylene dimana sampel dimasukkan ke dalam xylene I, xylene II dan xylene III selama 10 menit yang bertujuan untuk mengeluarkan alkohol dari dalam jaringan
 - Setelah itu, sampel ditutup dengan mikro cover glass.

10. Melakukan pengamatan preparat histologi dengan menggunakan mikroskop.

Proses-proses pembuatan preparat histologi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Pembuatan Preparat Histologi untuk Mengamati Kondisi Jaringan Insang dan Hati Ikan Kerapu Lumpur (*Epinephelus tauvina*).

Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil histologi di analisis secara deskriptif (Takashima dan Hibiya, 1985), yaitu dengan membandingkan kondisi jaringan insang dan hati yang telah terpapar sianida dan setelah melalui masa pemulihan (*recovery*) dengan yang tidak terpapar oleh sianida (kontrol).

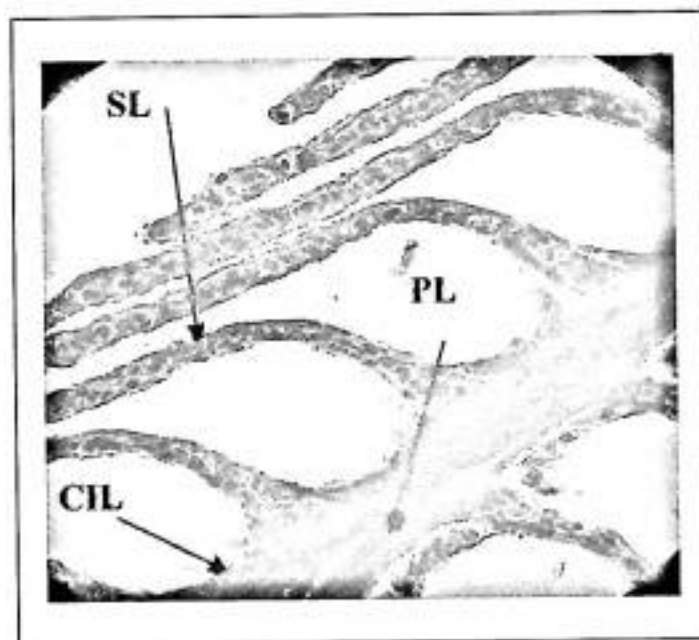


HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil ini kerusakan atau kelainan pada tingkatan jaringan atau seluler akibat dari paparan sianida terhadap organ – organ insang dan hati ikan adalah sebagai berikut :

A. Jaringan / Sel Insang

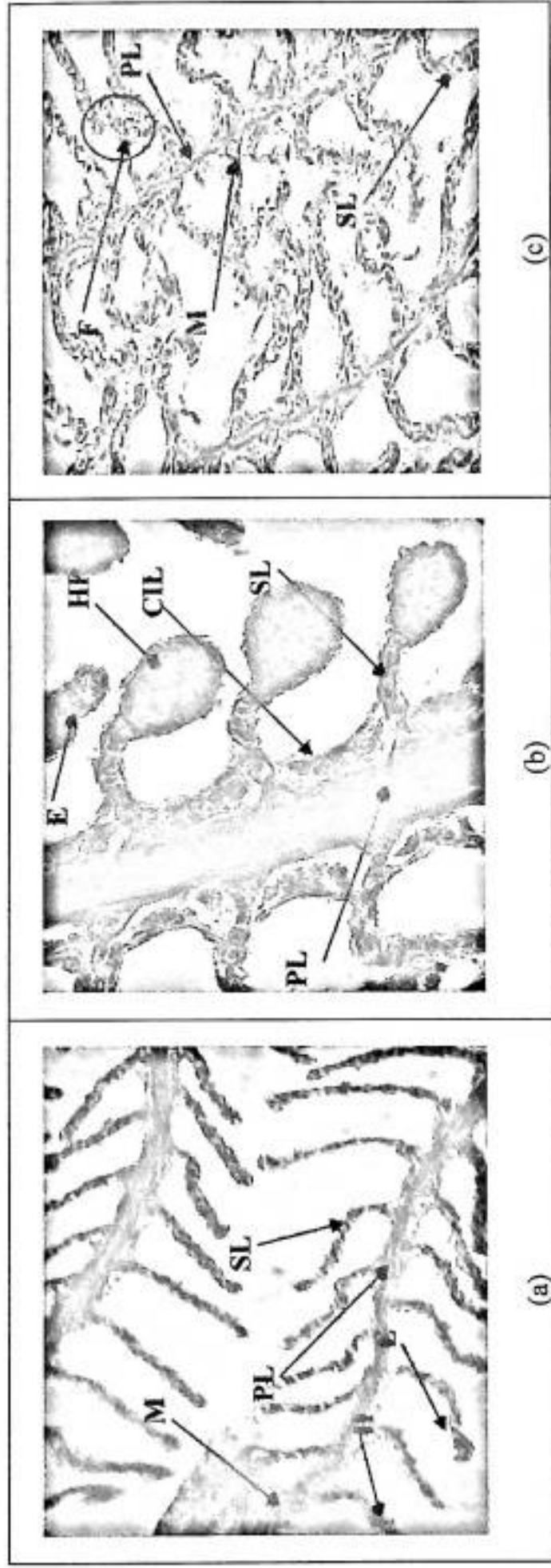
Hasil pengujian histologis insang ikan percobaan kerapu (*Epinephellus tauvina*) yang telah terpapar sianida pada beberapa variasi konsentrasi dan mengalami beberapa variasi masa pemulihan (recovery) dan juga ikan yang tidak terpapar sianida (kontrol) dapat dilihat pada Gambar 3,4,5,6 dan 7.



Keterangan :

PL = Primary Lamella CIL = Cell Inter Lamella
SL = Secondary Lamella

Gambar 3. Kondisi Jaringan / Sel Insang Ikan Kerapu (*Epinephellus tauvina*) Tanpa Perlakuan Sianida (kontrol). HE. 400 X.



Keterangan :

PL = Primary Lamella

CIL = Cell Inter Lamella

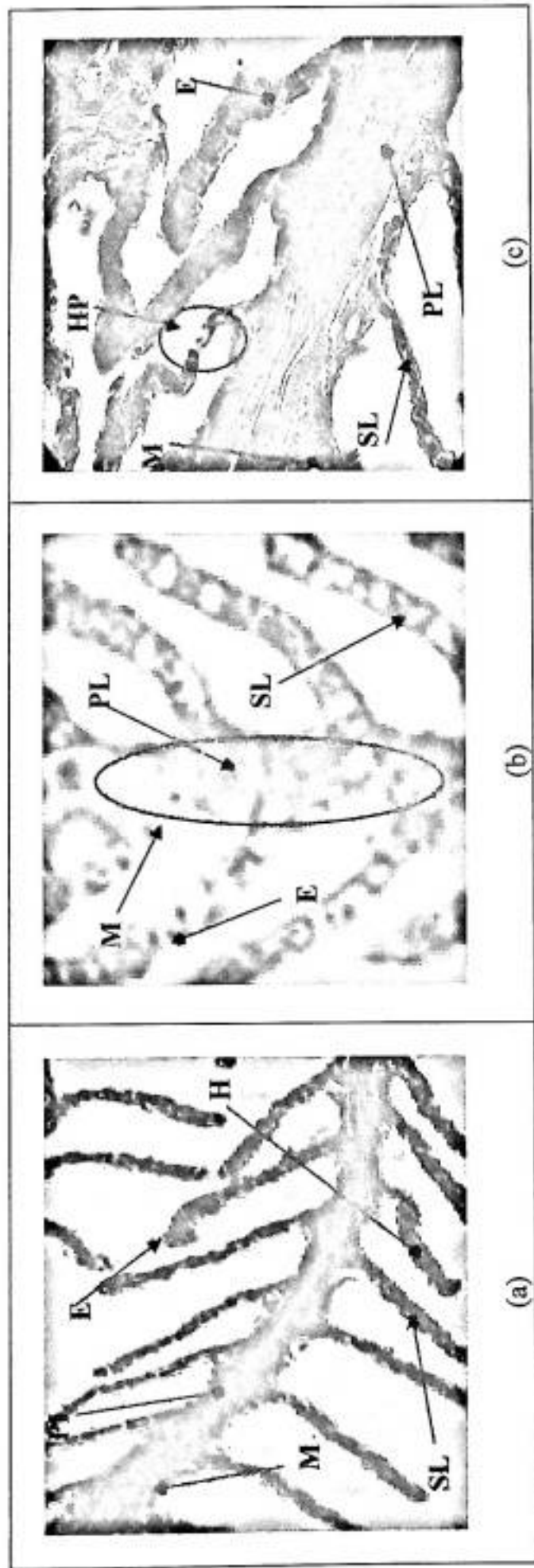
SL = Secondary Lamella

E = Epithelium

M = Mucous Cell

F = Fusion

Gambar 4. Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel insang Ikan Kerapu (*Epinephellus tauvina*) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 100 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 100 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (*recovery*) hari Pertama (1).



Keterangan :

PL = Primary Lamella

CIL = Cell Inter Lamella

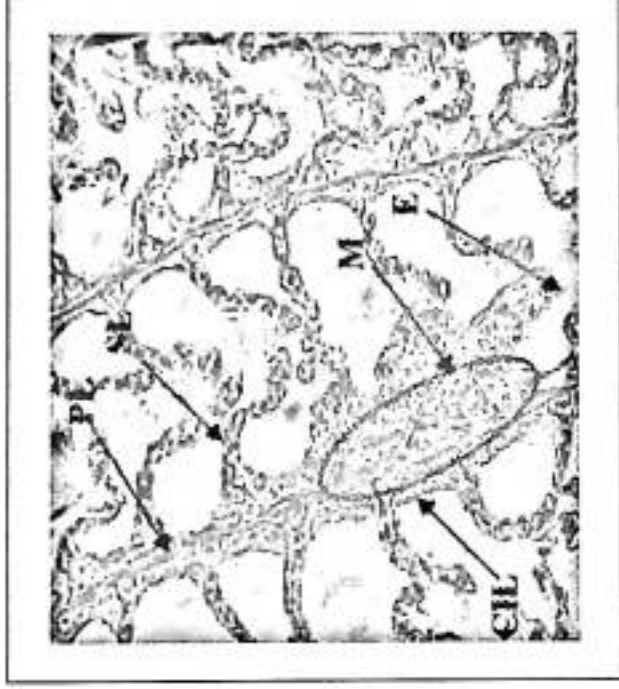
SL = Secondary Lamella

E = Epithelium

M = Mucous Cell

HP = Hyperplasia

Gambar 5. Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel insang Ikan Kerapu (*Epinephelus tauvina*) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 200 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 100 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (*recovery*) hari Ketiga (III).



Keterangan :

PL = Primary Lamella

SL = Secondary Lamella

M = Mucous Cell

CIL = Cell Inter Lamella

E = Epithellium

Gambar 6. Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel insang Ikan Kerapu (*Epinephellus tauvina*) Pasca Paparan Sianida 3,00 ppm, HE 100 X dan Melalui Masa Pemulihan (*recovery*) HariKelima (v)

Hasil penelitian histologi insang pada media kontrol 0 ppm (Gambar 3) menunjukkan bahwa insang masih normal dan tidak ada kerusakan. Di sini tampak bahwa pada organel-organel insang yaitu lamella primer, lamella sekunder dan sel inter lamella yang menghubungkan antara lamella sekunder dengan yang lainnya masih nampak normal sehingga proses pertukaran gas-gas dan ion-ion dalam insang tidak terganggu karena tidak adanya akumulasi senyawa kimia sianida. Keadaan demikian menyebabkan kebutuhan akan oksigen terpenuhi.

Hasil pengamatan pada masa pemulihan 1 hari setelah terpapar sianida dengan konsentrasi 1,00 ppm (Gambar 4a) menunjukkan pengaruh dari toksisitas sianida terhadap kerusakan insang masih relatif ringan. Hal ini dapat dilihat dari penampang insang dimana kondisi insang masih terlihat utuh. Namun demikian adanya perubahan pada bagian-bagian insang yaitu sel – sel epitel pada lamella sekunder mengalami *hypertropi* yang ditandai dengan bertambahnya ukuran sel atau jaringan tubuh sebagai reaksi non kompensator terhadap masuknya senyawa kimia sianida ke dalam lapisan luar jaringan insang, Keadaan ini menyebabkan akumulasi sianida pada jaringan tersebut akan menghambat pengikatan gas – gas dan ion – ion dalam respirasi. Selain itu, pada lamella terjadi pengikatan sel-sel mukus sebagai reaksi terhadap absorpsi racun senyawa sianida secara langsung yang selanjutnya sel-sel mukus tersebut mengikat racun sianida sehingga permukaan lamella terdapat lendir (*mucous secretion*) yang secara perlahan-lahan mengganggu proses respirasi.

Hasil pengamatan pada masa pemulihan 1 hari setelah terpapar sianida dengan konsentrasi 3,00 ppm (Gambar 4b) menunjukkan kerusakan pada bagian-bagian insang terutama pada lamella sekunder yang mengalami *medial hyperplasia* yang mengakibatkan ukuran rongga (*capillary lumen*) mengalami pemyempitan dan sel yang berada di tengah lamella mengalami pergeseran ke tepi pada lamella sekunder. Sel-sel epitel pecah (rusak) sebagai akibat dari besarnya konsentrasi racun sianida (CN⁻) yang diabsorpsi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Heath (1987) bahwa masuknya toksis kimia dapat menyebabkan kerusakan insang ikan seperti *nekrosis*, *hyperplasia* dan lepasnya *epithelium* akibatnya proses pertukaran pada insang mengakibatkan oksigen yang dapat diikat untuk kebutuhan metabolisme sangat sedikit sehingga mengakibatkan ikan mati lemas.

Hasil pengamatan pada masa pemulihan 1 hari setelah terpapar sianida dengan konsentrasi 5,00 ppm (Gambar 4c) menunjukkan kondisi histologi insang mengalami kerusakan yang semakin jelas, dimana lamella primer yang mengandung banyak sel lendir sudah mulai berkurang, akibat dari racun sianida yang konsentrasi lebih tinggi ini bereaksi dengan lendir sehingga merusak sel lendir insang. Keadaan demikian mengakibatkan terjadinya penggabungan dua atau lebih lamella menjadi satu (*fusion*) yang dapat mengakibatkan kematian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ariens (1986) yang menyatakan bahwa jika suatu hewan uji kontak dengan suatu zat maka akan terjadi efek biologi atau efek toksik setelah penyerapan zat tersebut. Pada konsentrasi ini daya racunnya lebih tinggi, dimana semakin banyak racun sianida terakumulasi

dan semakin lama menyerang bagian lebih dalam dari jaringan insang mengakibatkan fungsi insang tidak dapat bekerja dengan baik.

Hasil pengamatan pada masa pemulihan 3 hari setelah terpapar sianida dengan konsentrasi 1,00 ppm (Gambar 5a) dengan masa pemulihan hari ketiga menunjukkan pengaruh dari toksisitas racun sianida terhadap kerusakan insang masih terlihat relatif ringan. Hal ini dapat dilihat dari bagian-bagian insang terlihat utuh yang disebabkan oleh masa pemulihan (*recovery*) dari ikan percobaan dan juga disebabkan oleh konsentrasi racun senyawa kimia sianida yang diberikan hanya 1,00 ppm, walaupun demikian tetap terdapat perubahan pada bagian insang berupa hipertropi pada jaringan epitel dan sel mukus mulai tampak. Hipertropi akan mempengaruhi proses ikan yang mampu mempertahankan perbedaan keseimbangan zat-zat terlarut dalam air. Hal ini disebabkan pembesaran ukuran sel, sehingga akumulasi yang terjadi akan mengakibatkan hambatan dalam mengikat gas dan ion-ion dan secara perlahan – lahan akan merusak bagian insang sehingga mengganggu proses respirasi.

Hasil pengamatan pada masa pemulihan 3 hari setelah terpapar sianida dengan konsentrasi 3,00 ppm (Gambar 5b) menunjukkan pengaruh dari toksisitas racun sianida terhadap kerusakan insang terlihat dengan jelas. Ini ditandai dengan adanya sel-sel lendir atau mucus (*mucous secretion*) yang menyelimuti lamella primer sebagai akibat dari konsentrasi racun senyawa sianida yang diabsorpsi. Semakin lama kontak insang dengan racun senyawa sianida menyebabkan terjadinya iritasi pada bagian-bagian insang, sehingga mengakibatkan proses pertukaran ion-ion

dan gas melalui insang terganggu. Akibatnya oksigen yang dapat diikat untuk kebutuhan metabolisme sangat sedikit sehingga mengakibatkan ikan mati lemas.

Hasil pengamatan pada masa pemulihan 3 hari setelah terpapar sianida dengan konsentrasi 5,00 ppm (Gambar 5c) menunjukkan pengaruh dari toksisitas racun sianida terhadap kerusakan pada bagian – bagian insang yang sangat jelas walaupun di berikan perlakuan masa pemulihan (*recovery*). Ini ditandai dengan sel-sel lendir (*mucous secretion*) yang banyak terdapat pada lamella primer sudah mulai berkurang dan terjadi penebalan pada sebagian lamella primer, akibat dari senyawa racun sianida yang konsentrasinya lebih tinggi. Ini menyebabkan semakin rendahnya kemampuan insang untuk menyuplai oksigen untuk pernapasan dan proses metabolisme semakin kecil, sehingga mengakibatkan kematian pada ikan. Bagian insang lain yang mengalami kerusakan adalah lamella sekunder, dimana pada insang terlihat masih mengalami *hyperplasia*. Ini ditandai dengan ukuran rongga (*capillary lumen*) mengalami penyempitan dan sel yang berada di tengah lamella mengalami pergeseran ke tepi. Hal ini dapat dilihat pada penampang insang yang pada bagian-bagian tertentu dari lamella sekunder, sel-sel epitel tampak kosong dan dapat dikatakan lepas, sehingga proses pernapasan menjadi terganggu. Hal ini sesuai dengan Heath (1987) yang mengemukakan bahwa *hyperplasia* akibat zat beracun akan mengganggu proses pertukaran ion-ion dan gas-gas melalui insang yang mengakibatkan kematian pada ikan.

Hasil pengamatan pada masa pemulihan 5 hari setelah terpapar sianida dengan konsentrasi 3,00 ppm (Gambar 6) menunjukkan pengaruh dari toksisitas racun senyawa sianida terhadap kerusakan pada bagian – bagian insang sangat jelas, dimana jumlah sel lendir (mucous) pada lamella primer masih terlihat jelas. Hal ini dikarenakan zat kimia yang diabsorpsi secara langsung akan berikatan dengan lendir yang kemudian secara perlahan-lahan akan merusak bagian-bagian insang dan menyebabkan insang tidak berfungsi dengan baik. Bertambahnya sel-sel lendir seiring dengan konsentrasi racun sianida yang diberikan, pada lamella primer mengakibatkan gangguan osmoreguasi semakin besar sehingga ikan sangat sulit untuk bernapas, meskipun pada konsentrasi tersebut tidak secara langsung dapat mematikan. Hal ini sesuai pernyataan Supriharyono (1984), bahwa racun yang bersifat sub lethal biasanya tidak mematikan secara langsung tapi menghambat proses fisiologis, perubahan morfologi dan tingkah laku ikan.

Organ insang merupakan salah satu organ yang melakukan kontak langsung dengan toksikan yang terkandung dalam air, yaitu melalui proses inhibisi pada enzim sitokrom oksidasi yang bekerja pada mekanisme pengikatan oksigen pada siklus pernapasan, sehingga berakibat pada jaringan insang mengalami kerusakan akibat racun sianida. Untuk memfasilitasi pengambilan oksigen dan ekskresi karbondioksida, maka jarak antara darah dengan air sangat dekat. Darah mengalir pada permukaan dalam lamella, dimana darah dan air hanya dipisahkan oleh satu lapis sel tipis yang sangat peka. Pada percobaan ini insang ikan melakukan kontak langsung dengan larutan kalium sianida (KCN) dimana larutan kalium sianida mempunyai sifat racun

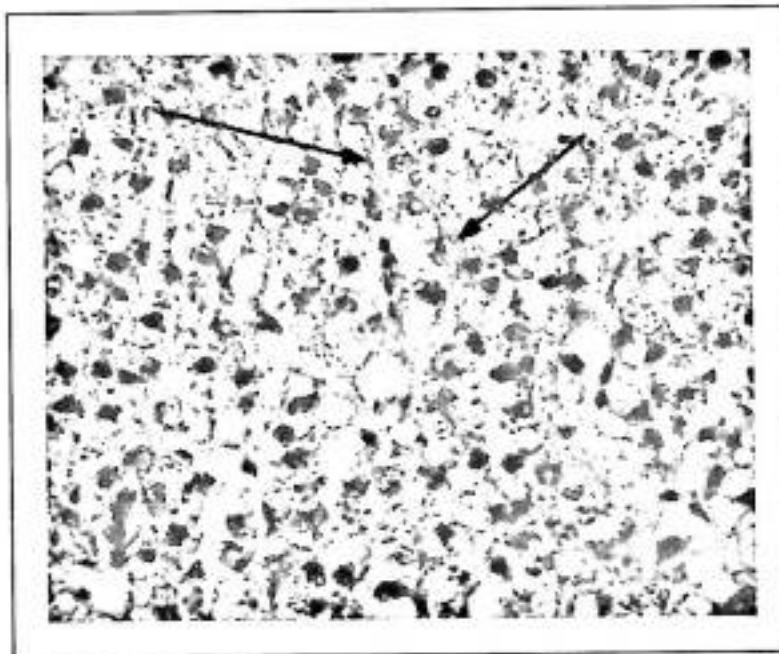
yang kuat juga memiliki sifat basa yang tinggi (pH tinggi) dan sangat korosif terhadap jaringan yang peka seperti jaringan epitel pada lamella insang.

Dapat disimpulkan bahwa kerusakan yang terjadi pada insang ikan percobaan disebabkan oleh sifat basa dari kalium sianida (KCN) tersebut. Hal ini didasarkan pada faktor tipe-tipe kerusakan yang ditemukan seperti sekresi lendir yang berlebihan (*mucous secretion*), bertambahnya ukuran sel (*hypertropi*), ukuran rongga sel mengalami penyempitan ke tepi (*hyperplasia*) dan juga penggabungan dua atau lebih lamella menjadi satu (*lamella fusion*) sangat relevan dengan pengaruh sifat basa larutan kalium sianida (KCN) tersebut.

Gambar 4, 5, dan 6 menunjukkan persentase kerusakan sel insang yang teramati pada ikan percobaan pada setiap pemulihan. Persentase kerusakan sel insang tertinggi ditemukan pada konsentrasi 5,00 ppm dengan masa pemulihan hari pertama, kemudian dengan konsentrasi 3,00 dan 5,00 ppm dengan masa pemulihan hari ketiga. Pada jaringan atau sel insang yang diberikan perlakuan beberapa konsentrasi racun sianida dan telah melewati masa pemulihan atau recovery masih terdapat kerusakan yang dapat diamati dan akhirnya mengalami kematian. Secara umum tampak bahwa peningkatan konsentrasi sianida nampaknya berbanding lurus dengan peningkatan persentase ikan yang mengalami kerusakan sel insang.

B. Jaringan / Sel Hati

Hasil pengujian histologis hati ikan percobaan kerapu (*Epinephellus tauvina*) yang telah terpapar sianida pada beberapa variasi konsentrasi dan mengalami beberapa variasi masa pemulihan (*recovery*) dan juga ikan yang tidak terpapar sianida (kontrol). Dapat dilihat pada Gambar 7, 8, 9 dan 10.

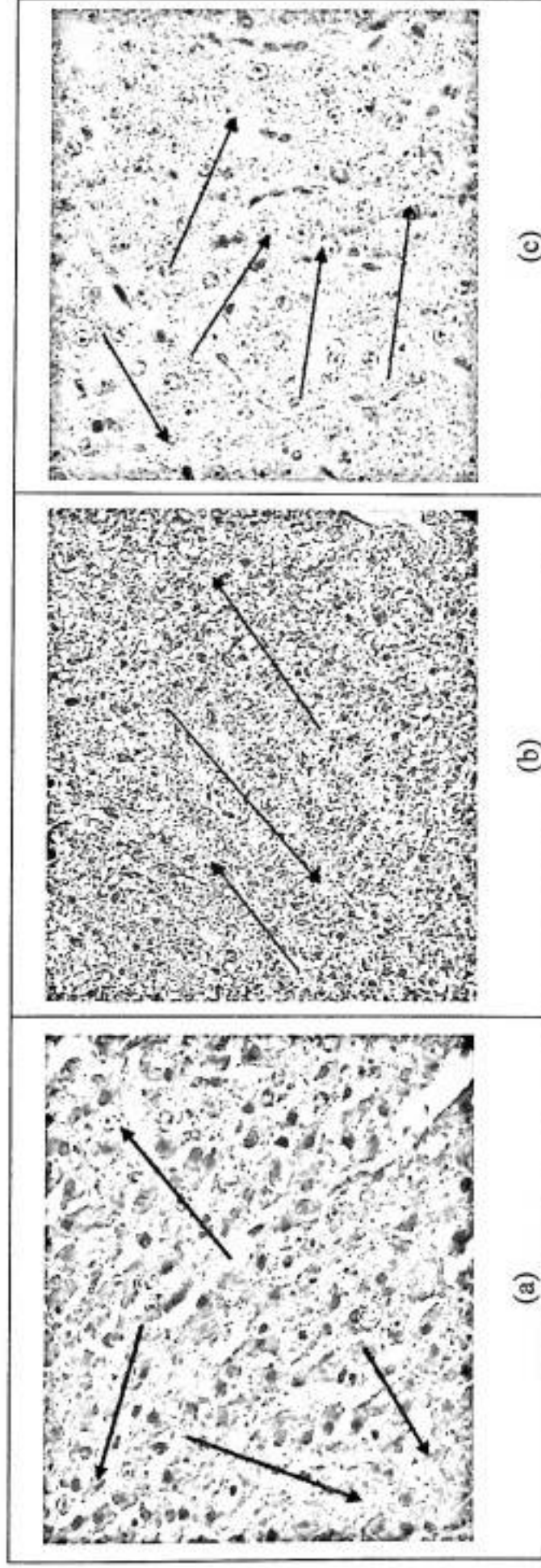


Keterangan :

IC = Inti Cell

S = Sitoplasma

Gambar 7. Kondisi Jaringan / Sel Hati Ikan Kerapu (*Epinephellus tauvina*) Tanpa Perlakuan Sianida (Kontrol). HE. 400 X.



Keterangan :

IC = Inti Cell

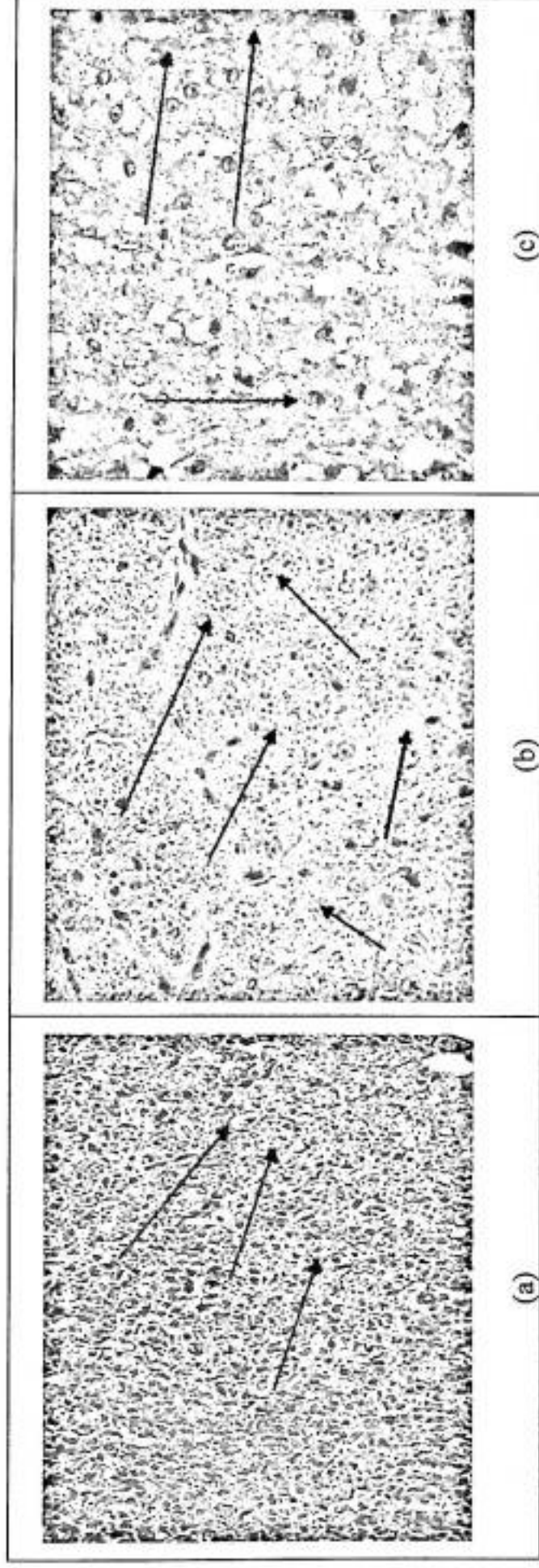
N = Nekrosis

S = Sitoplasma

G = Granula

CS = Cloudy Swelling

Gambar 8. Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel Hati Ikan Kerapu (*Epinephellus taivina*) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 400 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 400 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (*recovery*) Hari Pertama (I).



Keterangan :

IC = Inti Cell

N = Nekrosis

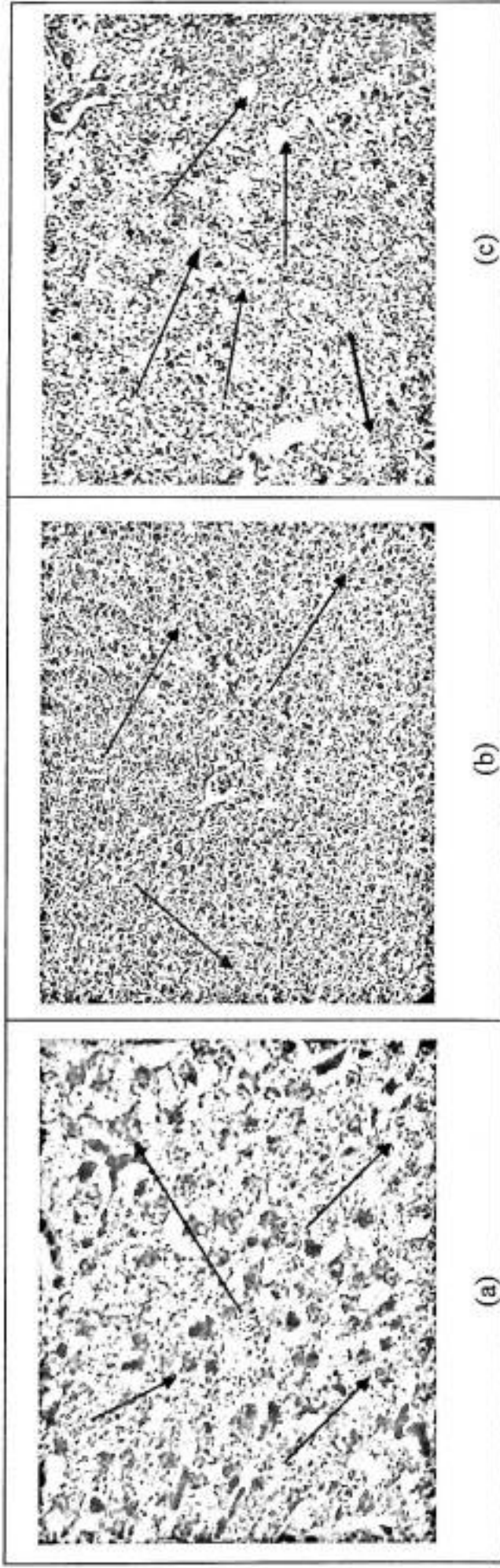
S = Sitoplasma

G = Granula

CS = Cloudy Swelling

Vd = Vacuolar Degeneration

Gambar 9. Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel Hati Ikan Kerapu (*Epinephellus taurina*) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 400 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 400 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (*recovery*) Hari Ketiga (III)



Keterangan :

IC = Inti Cell

N = Nekrosis

S = Sitoplasma

G = Granula

CS = Cloudy Swelling

Gambar 10. Kelainan-Kelainan Patologis (Pathological Changes) Pada Jaringan / Sel Hati Ikan Kerapu (*Epinephellus tauvina*) Pasca Paparan Sianida 1,00 ppm, HE 400 X (a); 3,00 ppm, HE 400 X (b) dan 5,00 ppm, HE 400 X (c) dan Melalui Masa Pemulihan (*recovery*) Hari Kelima (V).

Perubahan-perubahan histologis yang teramati pada berbagai studi terhadap hati ikan yang terpapar polutan meliputi peningkatan jumlah vakuola di dalam sitoplasma, pembesaran *lysosome*, perubahan bentuk inti sel, nekrosis (kematian sel pada area yang terlokalisasi), *ischemia* (penyumbatan pada sirkulasi pembuluh darah kapiler), degenerasi lemak dan pelepasan glikogen. Kedua perubahan yang disebutkan terakhir dapat disebabkan oleh kekurangan makanan dan atau peningkatan hormon stress (cortisol dan adrenalin), bukan disebabkan oleh pengaruh langsung dari paparan bahan kimia (Heath, 1987).

Perubahan-perubahan patologis yang disebabkan oleh paparan sianida pada ikan meliputi pendarahan bawah kulit (*subcutaneous hemorrhaging*), nekrosis sel hati, dan kerusakan-kerusakan hati lainnya. Paparan 10 µg HCN selama 9 hari menyebabkan nekrosis pada sel-sel hati, meskipun pada jaringan insang tidak teramati adanya kerusakan. Perubahan histopatologis yang keras terjadi pada sel hati ikan pada paparan 20 dan 30 µg HCN selama 18 hari (Leduc 1984).

Temuan-temuan di atas sejalan dengan hasil analisis histologi yang dilakukan terhadap organ hati ikan percobaan (*Epinephellus tauvina*) yang terpapar dengan berbagai variasi konsentrasi sianida (1,00; 3,00; dan 5,00 ppm) dan mengalami beberapa variasi masa pemulihan (1, 3 dan 5) hari dan diperoleh hasil analisis histologis organ hati ikan percobaan tersebut adalah sebagai berikut :

- Jaringan / sel hati yang tidak terpapar senyawa sianida kontrol (Gambar 7) dapat dilihat bahwa bagian – bagian tersebut, yaitu inti sel dan sitoplasma yang dapat dilihat dengan jelas. Ini diakibatkan karena tidak ada perlakuan konsentrasi sianida yang diberikan.
- Terdapat kelainan atau perubahan pada sel hati yang ditemukan pada jenis ikan percobaan, yaitu inti sel membengkak atau membesar, sitoplasma berawan atau berkabut dan terbentuk granula halus yang menyerap warna eosin di dalam sitoplasma (*cloudy swelling*). Perubahan ini terjadi karena perlakuan konsentrasi racun senyawa sianida yang diberikan yakni 1,00 ppm, setelah melalui masa pemulihan hari pertama dan hari kelima (Gambar 8a dan 10a).
- Terdapat kelainan atau perubahan pada sel hati yang ditemukan pada jenis ikan percobaan, yaitu terjadi perubahan bentuk pada inti sel dimana mengalami pengecilan, terjadi kematian sel pada area yang terlokalisasi (*nekrosis*). Perubahan ini terjadi karena perlakuan konsentrasi racun senyawa sianida yang diberikan yakni 3,00 ppm, setelah melalui masa pemulihan hari pertama dan hari kelima (Gambar 8b dan 10b) sedangkan untuk 1,00 ppm terjadi pada masa pemulihan hari hari ketiga (Gambar 9a)
- Terdapat kelainan atau perubahan pada sel hati yang ditemukan pada jenis ikan percobaan, yaitu inti sel mengalami perubahan bentuk dimana terjadi pengecilan, terjadi kematian sel pada area yang terlokalisasi (*nekrosis*) dan sitoplasma berawan / berkabut dan terbentuk granula di dalam sitoplasma. Eosin memberikan warna seragam terhadap sitoplasma (*cloudy swelling*). Perubahan ini terjadi

karena perlakuan konsentrasi racun senyawa sianida yang diberikan relatif besar yaitu 5,00 ppm, setelah melalui masa pemulihan hari pertama dan hari kelima (Gambar 8c dan 10c) sedangkan untuk 3,00 ppm, ini terjadi pada masa pemulihan hari ketiga (Gambar 9b).

- Terdapat kelainan atau perubahan pada sel hati yang ditemukan pada jenis ikan percobaan, yaitu sel hati terdapat vacuolar-vacuolar di dalam inti sel (*vacuolar degeneration*). Perubahan ini hanya terdapat pada perlakuan konsentrasi sianida yang diberikan yaitu 5,00 ppm dan hanya dalam masa pemulihan hari ke tiga (Gambar 9c).

Persentase kerusakan sel insang dengan tingkatan yang parah ditemukan pada konsentrasi 5,00 ppm yaitu berupa kerusakan “fusion” dengan masa pemulihan hari pertama, kemudian dengan disusul konsentrasi 3,00 ppm berupa kerusakan “sekresi mukus” dan 5,00 ppm dengan masa pemulihan hari ketiga yaitu berupa kerusakan “hyperplasia” sedangkan pada jaringan atau sel hati terjadi kelainan dengan tingkatan yang parah ditemukan pada konsentrasi 3,00 ppm dengan masa pemulihan hari pertama dan hari kelima sedangkan untuk konsentrasi 1,00 ppm terjadi pada masa pemulihan hari ketiga yaitu berupa “nekrosis”. dan juga kerusakan berupa ‘vacuolar degeneration” terjadi pada konsentrasi 5,00 ppm dengan masa pemulihan hari ketiga. Kerusakan atau kelainan yang terjadi pada jaringan insang dan hati tersebut diatas umumnya tidak dapat pulih dan akhirnya mati.

Untuk mempermudah uraian pembahasan Gambar 3 dan Gambar 4, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengamatan pada Jaringan Normal dan Kelainan – Kelainan yang Terjadi pada Insang dan Hati Ikan Kerapu Lumpur (*Epinephellus tauvina*) dengan Perlakuan Konsentrasi yang berbeda dan Setelah Melalui Masa Pemulihan.

No	Kelainan atau Kerusakan jaringan	Konsentrasi Sianida dan Masa Pemulihan											
		0,00 ppm			1,00 ppm			3,00 ppm			5,00 ppm		
		1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
	Insang												
1	<i>Hipertropi</i>	-	-	-	+	+	0	-	-	-	-	-	0
2	<i>Sekresi mukus</i>	-	-	-	+	+	0	-	+	+	-	+	0
3	<i>Hyperplasia</i>	-	-	-	-	-	0	+	-	-	-	+	0
4	<i>Fusion</i>	-	-	-	-	-	0	-	-	-	+	-	0
5	<i>Epithellium</i>	-	-	-	+	+	0	+	-	-	-	+	0
	Hati												
1	<i>Cloudy Swelling</i>	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
2	<i>Nekrosis</i>	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+
3	<i>Vacuolar Degeneration</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

Keterangan : (+) = Ada

(-) = Tidak Ada

(o) = Tidak Ada Data

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian studi dampak sianida pada insang dan hati ikan kerapu lumpur (*Epinephellus tauvina*) dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kerusakan atau kelainan jaringan atau sel yang terjadi pada ikan percobaan kerapu lumpur (*Epinephellus tauvina*) meliputi kerusakan sel insang ditemukan pada pemulihan hari pertama dengan konsentrasi 1,00 ppm yaitu berupa hypertropi, mucous secretion dan epithellium, pada konsentrasi 3,00 ppm berupa hyperplasia dan epithelium; dan pada konsentrasi 5,00 ppm berupa kerusakan fusion. Pemulihan hari ketiga dengan konsentrasi 1,00 ppm berupa hypertropi, mucous secretion dan epithelium; pada konsentrasi 3,00 ppm berupa kerusakan mucous secretion dan pada konsentrasi 5,00 ppm berupa mucous secretion, hyperplasia dan epithellium. Pemulihan hari kelima dengan konsentrasi 3,00 ppm berupa mucous secretion.
2. Kerusakan atau kelainan jaringan atau sel hati ditemukan pada pemulihan hari pertama dengan konsentrasi 1,00 ppm yaitu berupa cloudy swelling, pada konsentrasi 3,00 ppm berupa nekrosis, pada konsentrasi 5,00 ppm berupa cloudy swelling dan nekrosis. Pada pemulihan hari ketiga dengan konsentrasi 1,00 ppm berupa nekrosis, pada konsentrasi 3,00 ppm berupa cloudy swelling dan nekrosis dan pada konsentrasi 5,00 ppm berupa vacuolar degeneration. Pada pemulihan hari kelima dengan konsentrasi 1,00 ppm berupa cloudy swelling, pada

konsentrasi 3,00 ppm berupa nekrosis dan pada konsentrasi 5,00 ppm berupa cloudy swelling dan nekrosis.

3. Perlakuan masa pemulihan, yaitu 1, 3 dan 5 hari tidak memberikan pengaruh yang signifikan, ini ditandai dengan adanya kerusakan jaringan atau sel pada insang dan hati masih dapat dilihat dengan jelas.
4. Secara umum tampak bahwa peningkatan konsentrasi sianida nampaknya berbanding lurus dengan peningkatan persentase ikan yang mengalami kerusakan jaringan insang dan jaringan hati.

Saran

Dari hasil penelitian ini, diperlukan penelitian lebih lanjut dalam rangka menemukan parameter uji yang lebih efektif dan efisien untuk identifikasi ikan yang ditangkap dengan menggunakan racun sianida (*cyanide fishing*).

DAFTAR PUSTAKA

- Adisuko, I, 2002. **Karakteristik Pasar Ikan Karang Hidup**. PT. Meta Epsi **Minatara**. Disampaikan dalam Temu Bisnis Budidaya Ikan Kerapu. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol Ball. Lovina Singaraja Bali, 23 Mei 2002.
- Arients, EJ, E. Mutshler, and A.M.Simone, 1989. **Pengantar Toksikologi Umum**. Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Brandt A.1984. **Fish Catching Methods of the World**. 3th ed. England. Fishing News Book Ltd.
- Baillie J., and B.Groombridge. 1996. **IUCN Red List of Threatened Animals**. IUCN. Gland. Switzerland
- Dahuri, R., 2000. **Pendayagunaan Sumberdaya Kelautan**. Lembaga Informasi dan Studi Pembangunan Indonesia (LISPI). Jakarta
- Eisler R. 1991. **Cyanide Hazard to Fish, Wildlife, and Invertebrates: A Synoptic Review: Contaminant Hazard Review Report 23**, U.S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Service.
- Gunarso, W., 1989. **Bahan Pengajaran Mikroteknik Institut Pertanian**. Bogor.
- Galves.R., G.H. Therese, C.Bautista, and M.T.Tungpalan.1989. **Sociocultural Dynamics of Blast Fishing and Sodium Cyanide Fishing in Two Fishing Villages in The Lingayen Gulf Area**. ICLARM Conference Proceeding.
- Heath AG. 1987. **Water Pollution and Fish Physiology**. CRC Press. Inc.Boca Raton. Florida.
- Hynes, T.P. 1998. **Mining and Mineral Sciences Laboratories Report MMSL**. Barskaun-Kyrgyz Republic.
- Ingles J.C. 1982. **Toxic of Cyanide. Presentation at a Seminar on " Alkaline Chlorination for Gold Mill Operators**. Vancouver-Canada.
- Jafar, M. 1999. **Studi Hubungan Antara Konsentrasi Sianida Terhadap Jumlah Zoozanthellae pada Juvenil Kima Lubang (*Tridacna crocea*)**. Skripsi Jurusan Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin

- Johannes R.E., and M.Riefen. 1995. **Environmental, Economic and Social Implications of The Reef Fish Trade in Asia and Western Pacific**. Report to The Nature Conservancy and the South Pacific Commission.
- Lau P.P.F, and Parry-Jones. 1999. **The Hongkong Trade in Live Reef Fish for Food**. TRAFFIC. East Asia and World Wide Fund for Nature Hongkong. Hongkong.
- Leduc G. 1984. **Cyanide in Water: Toxicological Significance**. *Aquatic Toxicology*. Volume 2.
- Laszlo F. 2000. **Cyanide Pollution-Summary of Ministry of Environment**. Institute for Water Pollution Control of VITUKI Plc. Budapest – Hungary.
- Mc Allister. D.E., N.B. Caho, and C.T. Shih, 1998. **Cyanide Fisheries: Where Did They Start ?**. Ocean Voice International. Canada.
- Rubec.P.J.1986. **The Effects of Sodium Cyanide on Coral Reefs and Marine Fish in The Philippines**. The First Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society. Manila.
- Search. D,1996. **The market analysis of live reef fish in Hongkong and China**. Report prepared by Dragon Search for the Queensland Dept. of Primary Industries.
- Supriharyono., 1989. **Laporan Penelitian Monitoring Logam Berat Di Pantai Semarang (1988 – 1989)**. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro. Semarang.
- Schmitt, C. J. and GM.Dethloff , 1999. **Biomonitoring of Environmental Status and Trends (Best) Program: Field Procedures for Assessing the Exposure of Fish to Environmental Contaminants U.S. Geological Survey**. Biological Resources Division Columbia. Information and Technology Report USG S/BRD - 1999 - 007.
- Subandi N., E. Suryati. 1997. **Pengaruh Kalium Sianida (KCN) terhadap pertumbuhan microalgae (Chaetoceros calcitrans) pada ekosistem terumbu karang**. Di dalam : Prosiding Seminar Kelautan LIPI-UNHAS. Ambon. Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut, PUSLITBANG Oseanologi – LIPI..

Yasuno M. 1981. **Recovery Processes of Benthic Flora and Fauna in a Stream After Discharge of Slag Containing Cyanide.** Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol . 21.

Takashima, F., dan T. Hibiya, 1985. **Fish Histology, Normal and Pathological Features,** Kodansha. Tokyo.

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 28 Desember 1979 di Kota Ambon. Merupakan anak kedelapan dari pasangan Alm H. Ismail Bin Bungko dengan Hj. Kasaming Bin Parakkasi. Sebelum memasuki perguruan tinggi, penulis menyelesaikan pendidikan pada Sekolah Dasar Al Hilaal

Tual Maluku Tenggara tahun 1992. Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Tual Maluku Tenggara tahun 1995 dan Sekolah Menengah Umum 1 Tual Maluku Tenggara tahun 1998.

Pada bulan Agustus 1998 penulis diterima sebagai mahasiswa program strata satu di Universitas Hasanuddin Makassar (UNHAS pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Jurusan Perikanan Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan). Selama mengikuti perkuliahan di Perikanan, penulis juga aktif di lembaga kemahasiswaan baik itu intern maupun ekstern, yaitu sebagai pengurus himpunan Manajemen Sumberdaya Perairan (MSP) periode 1999-2000, pengurus senat periode 2000-2001, pengurus Badan Legislatif Mahasiswa Kemapi periode 2002-2003, pengurus HMI Kom Perikanan periode 1999-2000 dan pengurus Cabang HMI Makassar Timur periode 2001-2002.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Cara Memperoleh Larutan Stok KCN yang Diaplikasikan dalam Penelitian.

- ↻ Ditimbang KCN sebesar = 76,5 gr (berbentuk kristal), kemudian dilarutkan ke dalam 10 liter air = $76,5 \text{ gr} / 10 \text{ liter air}$ atau = $7,65 \text{ gr} / \text{liter}$
- ↻ Kemurnian dari Kristal KCN sekitar = 85 % ,untuk mencari KCN dalam gram = $0,85 \times 7,65 = 6,5025 \text{ g (KCN)}$ atau = $6,5025 \text{ g KCN}$, dimana berat molekul K = 39,1; C = 12 dan N = 14, jadi untuk berat molekul KCN = 65,1 sedangkan untuk berat molekul CN^- = 26
- ↻ Untuk mencari CN^- dalam gram = $\text{BM CN}^- / \text{BM KCN} \times 6,5025 \text{ gr}$
= $26 / 65,1 \times 6,5025 \text{ gr} = 2,597 \text{ gr/l (CN)}$
- ↻ Berat sianida = 2,597 g/l, diambil 100 ml menjadi = 0,2597 gr CN^- , dimana
Volume air wadah = 250 liter air laut = $0,2597 \text{ gr} / 250 \text{ liter}$ dibawah ke ml / l
= $259,7 \text{ mg/l} = 259,7 \text{ mg} / 250 \text{ liter} = 1,0388 \text{ mg/l}$, dibulatkan menjadi
= 1,04 ppm.
- ↻ Larutan CN^- yang digunakan dalam simulasi, yaitu untuk 1,00 ppm 100 ml larutan sianida, 3,00 ppm diambil 300 ml dan 5,00 ppm diambil 500 ml.