

**KAJIAN HISTOPATOLOGI GINJAL IKAN BANDENG (*Chanos chanos*) PADA
TAMBAK BUDIDAYA YANG TERCEMAR LIMBAH KADMIUM (Cd) DAN
TIMBAL (Pb) DI DESA KALANGANYAR, KECAMATAN SEDATI,
KABUPATEN SIDOARJO - JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:

MOH. HOLIL LULLOH

NIM. 115080501111031



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**KAJIAN HISTOPATOLOGI GINJAL IKAN BANDENG (*Chanos chanos*) PADA
TAMBAK BUDIDAYA YANG TERCEMAR LIMBAH KADMIUM (Cd) DAN
TIMBAL (Pb) DI DESA KALANGANYAR, KECAMATAN SEDATI,
KABUPATEN SIDOARJO - JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

MOH. HOLIL LULLOH

NIM. 115080501111031



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, Agustus 2015

Mahasiswa

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar - besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Marsoedi., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang senantiasa dengan sabar dan telaten dalam membimbing penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Maftuch, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberi dukungan dan motivasi kepada penulis untuk terus belajar dan masukan yang beliau berikan untuk penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Arief Prajitno, MS selaku dosen penguji yang memberikan saran dan masukan hingga tersusun laporan yang lebih baik lagi.
4. Bapak Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc selaku dosen penguji atas masukan yang di berikan sehingga dapat menyabarkan penulisan lebih luas lagi.
5. Keluarga tercinta Umi (Beti) dan juga Abi (Mistari) serta adik tersayang (Zaelani) senantiasa memberi dorongan yang kuat, motivasi dan do'a yang tiada putusnya kepada penulis.
6. Vendrita Damayanti Putri, Firda Ayundia dan keluarga terdekat lainnya yang memberikan doa dan semangat sehingga dapat terselesaikan laporan ini dengan baik.
7. Keluarga besar BP 2011 khususnya Widuri Indriyani, Feby, Prima dan Fransiska yang telah banyak membantu dan memberikan semangat untuk segera menyelesaikan laporan ini, serta semua pihak yang telah memberi banyak dukungan baik moril maupun materiil sehingga dapat tersusunnya laporan Skripsi ini.

RINGKASAN

Mohammad Holil Lulloh. Kajian Histopatologi Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Pada Tambak Budidaya yang Tercemar Limbah Kadmiun (Cd) dan Timbal (Pb) di Desa Kalanganyar, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo - Jawa Timur.
Prof. Ir. Marsoedi., Ph.D. dan **Dr. Ir. Maftuch, M.Si.**

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi perikanan yang cukup besar. Salah satu potensi perikanan yang dimiliki Indonesia diantaranya adalah perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu ikan yang menjadi komoditas unggulan. Budidaya ikan bandeng (*Chanos chanos*) telah lama dikenal oleh pembudidaya dan saat ini telah berkembang di hampir seluruh wilayah perairan Indonesia salah satunya di Desa Kalanganyar Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. Namun saat ini di beberapa daerah pesisir sudah banyak yang tercemar akibat limbah industri yaitu logam berat, yang berdampak dengan penurunan produksi ikan bandeng, akibat kondisi tambak yang tercemar. Diantara logam berat yang masuk ke dalam perairan, Cd dan Pb sangat berbahaya karena dapat mengganggu fungsi normal enzim dan struktur seluler ikan dan biota air lainnya sehingga menyebabkan penurunan kualitas lingkungan budidaya. Kekhawatiran masuknya logam berat (Cd dan Pb) dari perairan Kalanganyar yang dapat terakumulasi pada jaringan ikan bandeng karena perairan tersebut digunakan untuk mengairi tambak pembudidaya ikan bandeng dan sebagai komoditi masyarakat sekitar. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian histopatologi ginjal ikan bandeng pada tambak budidaya yang tercemar limbah (Cd dan Pb).

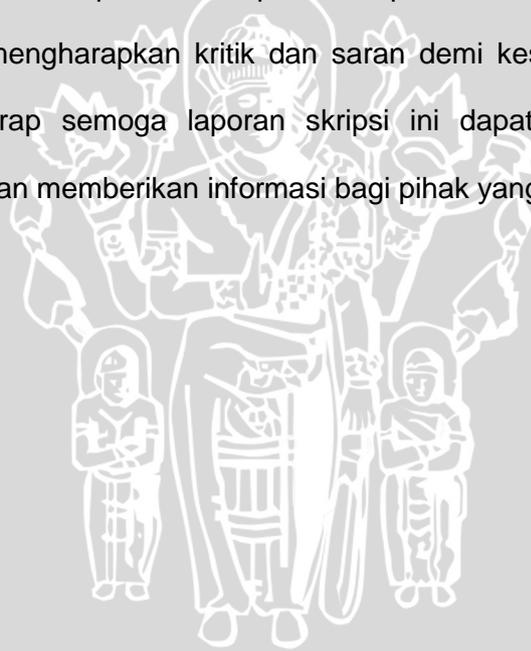
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya pencemaran Cadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada air tambak dan sedimen sungai di perairan Kalanganyar Sidoarjo dan untuk mengetahui pengaruh Cadmium (Cd) dan timbal (Pb) terhadap histopatologi ginjal pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang berada di perairan Kalanganyar Sidoarjo. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Data hasil untuk masing-masing sampel dianalisis dengan cara sebagai berikut yaitu: Analisa logam berat dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometrik Serapan Atom (AAS) dan membandingkan dengan nilai baku mutu perairan. Serta menghitung tingkat kerusakan ginjal ikan bandeng berdasarkan nilai skoring.

Hasil penelitian kandungan logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada air sungai maupun air tambak budidaya ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu Cd sebesar <0,0024 ppm dan Pb sebesar <0,0044 ppm. Sedangkan kandungan logam berat Cd dan Pb pada sedimen sungai maupun sedimen tambak budidaya ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu Cd sebesar 1,079 ppm dan Pb tidak terdeteksi. Hasil rata-rata nilai skoring kerusakan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) meliputi Atrophy, Hialiniasi Glomerulus dan *Cloudy swelling*. Atrophy pada lama pemeliharaan 3 bulan memiliki nilai tertinggi yaitu 2,44 dan rata-rata hasil skoring kerusakan Hialiniasi Glomerulus pada lama pemeliharaan 3 bulan memiliki nilai tertinggi yaitu 2,55 serta rata-rata hasil skoring kerusakan *Cloudy swelling* pada lama pemeliharaan 3 bulan memiliki nilai tertinggi yaitu 2,55. Kualitas air saat penelitian terdiri dari suhu sebesar 29°C, pH sebesar 7,5 DO sebesar 6,2 mg/L, dan salinitas sebesar 17,8 ppt.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas karunia-Nya, maka penyusunan laporan ini dapat diselesaikan. Laporan dengan judul “Kajian Histopatologi Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Pada Tambak Budidaya Yang Tercemar Limbah Kadmiun (Cd) dan Timbal Pb di Desa Kalanganyar, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo - Jawa Timur” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat dalam menambah pengetahuan dan memberikan informasi bagi pihak yang membutuhkannya.



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Kegunaan	4
1.5 Hipotesis	5
1.6 Waktu dan Tempat Penelitian	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biologi Ikan Bandeng.....	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	6
2.1.2 Habitat dan Penyebaran	6
2.2 Pencemaran Air	7
2.3 Karakteristik Logam Berat	8
2.3.1 Logam Berat Cd	8
2.3.2 Logam Berat Pb	9
2.4 Dampak Logam Berat Terhadap Organisme Perairan	9
2.5 Pengamatan Histopatologi	10
2.6 Ginjal	10
2.6.1 Pengertian Ginjal	10
2.6.2 Fungsi Ginjal	11
2.6.3 Struktur Jaringan Ginjal.....	11
2.7 Kualitas Air	13
2.7.1 Suhu	13
2.7.2 pH	13
2.7.3 Oksigen Terlarut (DO)	14
2.7.4 Salinitas	14
3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Materi Penelitian.....	16
3.1.1 Alat	16
3.1.2 Bahan	16
3.2 Metode penelitian	16

3.3	Prosedur Penelitian	17
3.3.1	Pengambilan Sampel Air	17
3.3.2	Pengambilan Sampel Ikan.....	18
3.3.3	Pembuatan Histologi Ganjil	18
3.4	Analisis Data	21
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1	Deskripsi Lokasi Penelitian.....	24
4.2	Kandungan Logam Berat dalam Air.....	24
4.3	Kandungan Logam Berat dalam Sedimen.....	25
4.3.1	Logam Berat Kadmium (Cd)	25
4.3.2	Logam Berat Timbal (Pb)	26
4.4	Hasil Pengamatan Histopatologi Ginjal Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>).....	26
4.4.1	Atrophy.....	27
4.4.2	Cloudy Swelling.....	31
4.4.3	Hialinisasi Gromerulus.....	34
4.5	Parameter Kualitas Air.....	39
4.5.1	Suhu.....	39
4.5.2	Derajat Keasaman (pH).....	39
4.5.3	Salinitas.....	39
4.5.4	Oksigen Terlarut (DO).....	40
5.	PENUTUP.....	41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	41
	DAFTAR PUSTAKA	42
	LAMPIRAN.....	46

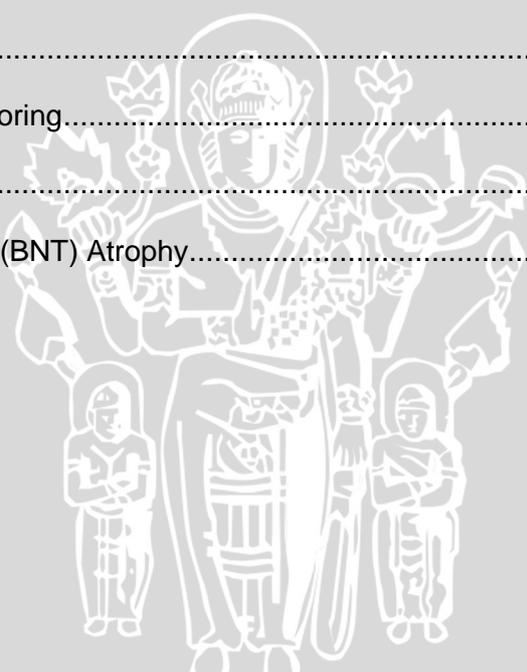


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>).....	6
2. Keadaan Normal Jaringan Ginjal Ikan Pari Kembang Normal	12
3. Jaringan Ginjal Ikan Belanak di Majalaya Yang Mengalami Kerusakan Glomerulus..	13
4. Alur skoring.....	22
5. (A) Keadaan Normal Jaringan Ginjal Ikan Ikan Pari Kembang (<i>Dasyatis Kuhlii</i>) (2 = Renal Tubule, 3 = Jaringan Limphoid) (Tresnati <i>et al.</i> , 2007), (B) Potongan Melintang Ginjal Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>) yang Mengalami Kerusakan Dengan Menggunakan Mikroskop Binokuler Olympus CX22 Dengan Pembesaran 400X dan Pewarnaan H-E, (A) Atrophy, (B) Cloudy Swelling, (C), Hialinasi Glomerulus (Dokumentasi Pribadi).....	27
6. A) Kerusakan Jaringan Ginjal Ikan Pari Kembang (<i>Dasyatis Kuhlii</i>) (1 = Glomerulus, A = Atrophy) (Tresnati <i>et al.</i> , 2007), (B) Potongan Melintang Ginjal Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>) Yang Mengalami Atrophy Dengan Menggunakan Mikroskop Binokuler Olympus CX22 Dengan Pembesaran 400x Dan Pewarnaan H-E (Hasil Pengamatan).....	28
7. Grafik Hubungan Lama Pemeliharaan dan Nilai Skoring Kerusakan (Atrophy)....	31
8. (A) Kerusakan Jaringan Ginjal Ikan Pari Kembang (<i>Dasyatis Kuhlii</i>) (Hp = Hyperplasia, Cs = <i>Cloudy Swelling</i>) (Tresnati <i>et al.</i> , 2007), (B) Potongan Melintang Ginjal Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>) Yang Mengalami <i>Cloudy Swelling</i> Dengan Menggunakan Mikroskop Binokuler Olympus CX22 Dengan Pembesaran 400x dan Pewarnaan H-E (Hasil Pengamatan).....	32
9. A) Kerusakan Jaringan Ginjal Ikan Pari Kembang (<i>Dasyatis Kuhlii</i>) (1 = Glomerulus, 2 = Jaringan Limphoid, Hp = Hypertrophy, Hg = Hialinasi Glomerulus) (Tresnati <i>et al.</i> , 2007), (B) Potongan Melintang Ginjal Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>) Yang Mengalami Hialinasi Glomerulus Dengan Menggunakan Mikroskop Binokuler Olympus CX22 Dengan Pembesaran 400x dan Pewarnaan H-E (Hasil Pengamatan).....	35
10. Grafik Hubungan Lama Pemeliharaan dan Nilai Skoring Kerusakan (Hialinasi Glomerulus).....	38

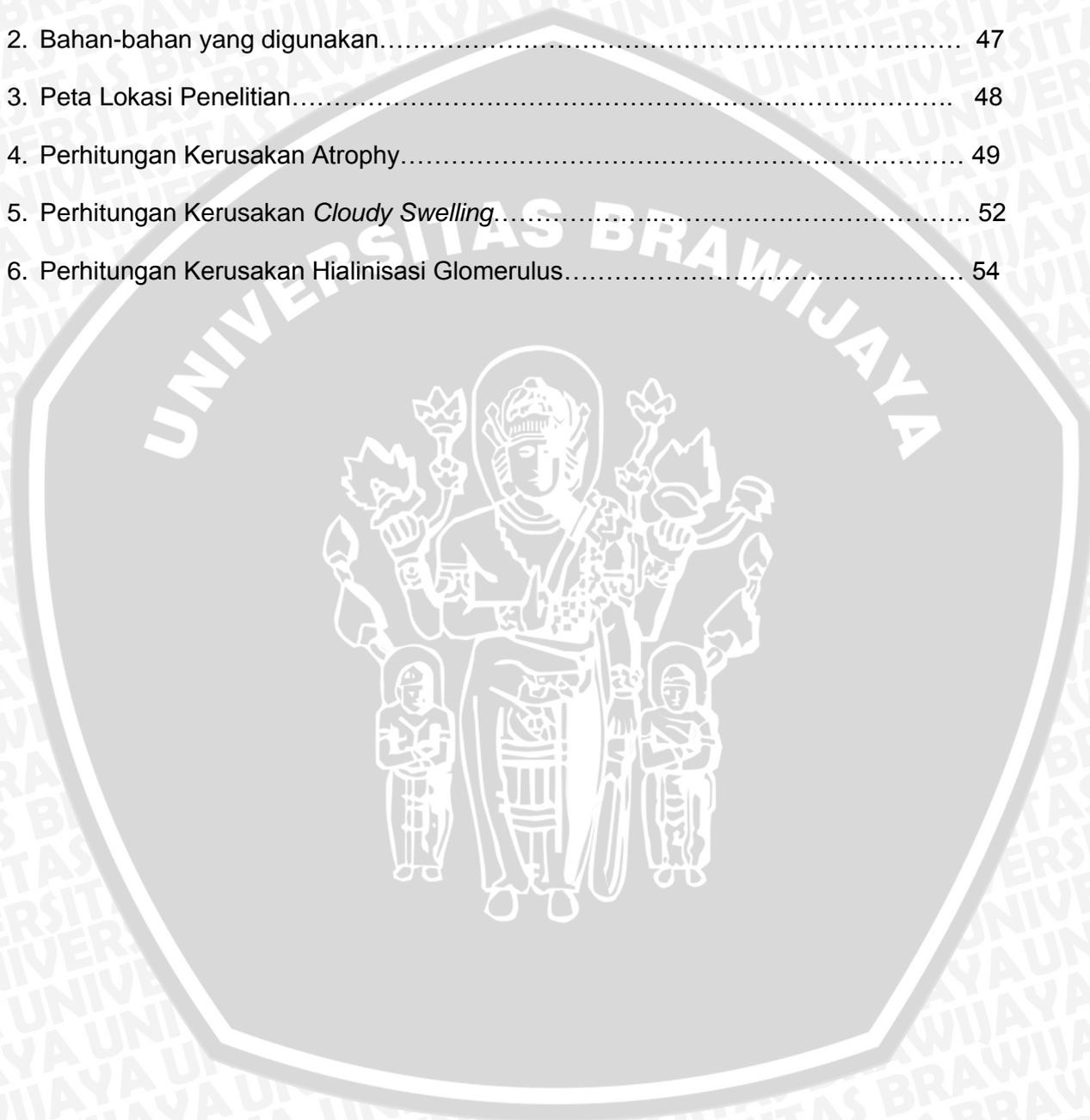
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Parameter Fisika dan Kimia Perairan yang Diukur.....	17
2. Baku Mutu Air Laut Kelas II Untuk Biota Laut	21
3. Presentase Nilai Skoring	22
4. Data Rata-Rata Nilai Skoring.....	29
5. Analisa Sidik Ragam	30
6. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Atrophy.....	30
7. Data Rata-Rata Nilai Skoring.....	33
8. Analisa Sidik Ragam	34
9. Data Rata-Rata Nilai Skoring.....	36
10. Analisa Sidik Ragam	37
11. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Atrophy.....	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat-alat yang digunakan.....	46
2. Bahan-bahan yang digunakan.....	47
3. Peta Lokasi Penelitian.....	48
4. Perhitungan Kerusakan Atrophy.....	49
5. Perhitungan Kerusakan <i>Cloudy Swelling</i>	52
6. Perhitungan Kerusakan Hialinisasi Glomerulus.....	54



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi perikanan yang cukup besar. Salah satu potensi perikanan yang dimiliki Indonesia diantaranya adalah perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Menurut Kordi dan Tamsil (2010), pada tahun 2005 dalam menyumbang pasokan ikan dunia Indonesia berada pada urutan keempat setelah Vietnam, dengan urutan sebagai berikut: Cina 32,4 juta ton (67%), India 2,8 juta ton (6%), Vietnam 1,4 juta ton (3%), Indonesia 1,2 juta ton (2%) dan Thailand 1,1 juta ton.

Potensi perikanan budidaya yang sangat besar, terdiri dari perairan laut (*marine aquaculture*), perairan tawar (*freshwater aquaculture*), dan tambak / air payau (*brackishwater aquaculture*). Dengan hasil budidaya perairan mencapai 57,7 juta ton, terdiri atas 47 juta ton hasil budidaya laut, 5 juta ton budidaya tambak, dan 5,7 juta ton budidaya air tawar (Kordi *et al.*, 2010).

Potensi akuakultur air payau salah satu diantaranya adalah sistem tambak yang saat ini telah dimanfaatkan 100% dan sebagian besar digunakan memelihara ikan bandeng (*Chanos chanos*) dan udang (*Penaeus sp.*). Salah satu produk perikanan air payau yang sering dikonsumsi masyarakat adalah ikan bandeng karena memiliki harga jual yang cukup terjangkau bagi segala lapisan masyarakat (Susanto, 2010).

Namun di beberapa daerah terutama daerah pantai yang terletak di kota besar dan dekat dengan kawasan industri, daerah pesisir sudah banyak yang tercemar akibat pembuangan limbah pabrik yang terbuang ke laut. Logam berat yang dapat mencemari perairan yang menyebabkan penurunan kualitas lingkungan yang akan berimbas terhadap usaha budidaya, terutama yang terletak dikawasan pesisir seperti kawasan pertambakan. Logam berat tersebut antara lain Pb, Fe, Cd, dan Hg. Logam berat tersebut merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik.

Logam - logam berat tersebut dapat terakumulasi sebagai racun ditubuh organisme jika terus terpapar air yang mengandung logam berat (Gunradi *et al.*, 2007).

Lingkungan perairan merupakan salah satu faktor penting dalam usaha pembudayaan ikan. Hal ini tidak terlepas dari hasil kegiatan manusia yang dapat menimbulkan pencemaran logam berat yang dapat mempengaruhi aspek ekologis maupun aspek biologis. Sungai merupakan sumber pembawa limbah padat dan limbah cair industri maupun rumah tangga dari aktivitas manusia. Seperti pada sungai Gedangan yang berada di Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo. Menurut penelitian Novianto *et al.* (2012), diketahui bahwa muara sungai Gedangan telah tercemar logam berat Cd dan Pb yang cukup tinggi. Pencemaran ini disebabkan oleh adanya industri - industri yang ada di Kecamatan Sedati yang membuang limbahnya ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu. Pabrik yang kemungkinan sebagai sumber penghasil limbah logam berat yaitu: Pabrik Firma KHING GUAN, PT Pita Mas, PT Nachindo Tape Industry di desa Betro Kecamatan Sedati dan beberapa pabrik di antaranya Pabrik Pengolahan Udang, PT Maspion, Avians Brand dan PT Jaffa Comfeed Indonesia. tbk yang juga membuang limbahnya ke sungai yang alirannya ke desa Kalanganyar, dimana air sungai tersebut digunakan untuk mengairi tambak ikan bandeng (*Chanos chanos*).

Masuknya air yang mengandung logam berat Cd dan Pb ke tambak ikan bandeng (*Chanos chanos*) menjadi kekhawatiran bagi petani yang berada di desa kalanganyar Sidoarjo. Ikan bandeng (*Chanos chanos*) dapat mengadsorpsi logam Cd dan Pb langsung dari air melalui insang, kulit kemudian masuk ke organ - organ dalam, seperti ginjal. Jika kandungan logam berat konsentrasinya terlalu tinggi pada tubuh ikan bandeng (*Chanos chanos*) akan menyebabkan pertumbuhan terhambat dan kerusakan pada jaringan - jaringan yang terakumulasi logam berat tersebut.

Menurut Yun (2004), keberadaan dari suatu toksikan dapat mempengaruhi kerja dari enzim - enzim biologis. Toksikan ini mempunyai kemampuan berikatan dengan enzim, ikatan ini terjadi karena logam berat mempunyai kemampuan untuk

menggantikan gugus logam yang berfungsi sebagai co-faktor enzim. Akibat dari terbentuknya ikatan antara substrat enzim dan logam berat akan mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan dalam sistem fisiologis.

Hal ini yang kemudian menjadi dasar dari munculnya penyakit sebagai manifestasi dari keracunan oleh toksikan. Kerusakan / histopatologi yang dapat terjadi pada organ ginjal yaitu dapat berupa *atrophy*, *hipertrophy*, *hyperplasia*, peradangan glomerulus, nekrosis, dan *cloudy swelling* (Tresnati *et al.*, 2007).

Oleh karena itu perlu dilakukan kajian histopatologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tambak budidaya yang tercemar limbah (Cd dan Pb) untuk mengetahui bagaimana keadaan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang dipelihara di tambak yang tercemar logam berat tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu komoditas yang memiliki keunggulan komparatif dan strategis dibanding dengan komoditas perikanan lain, karena persyaratan hidupnya tidak menuntut kriteria kelayakan yang tinggi. Tetapi masalah yang sering dihadapi para pembudidaya ikan bandeng (*Chanos chanos*) di Desa Kalanganyar Kecamatan Sedati, Sidoarjo yaitu semakin banyaknya limbah industri yang mengandung logam berat dibuang ke sungai Gedangan yang airnya juga dimanfaatkan sebagai budidaya ikan bandeng (*Chanos chanos*). Kualitas air budidaya yang tidak baik seperti masuknya bahan pencemar terutama logam berat ke dalam tambak yang menyebabkan gangguan atau kerusakan pada organ - organ dalam ikan seperti ginjal. Sehingga perlu dilakukan kajian histopatologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tambak budidaya yang tercemar logam berat.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- (1) Apakah terdapat kandungan logam berat berupa Cadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada air tambak dan sedimen di perairan Kalanganyar Sidoarjo?

- (2) Apakah ada pengaruh dari logam berat Cadmium (Cd) dan timbal (Pb) terhadap histopatologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang berada di perairan Kalanganyar Sidoarjo?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- (1) Untuk mengetahui berapa besar kandungan logam berat berupa Cadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada air tambak dan sedimen yang berada di perairan Kalanganyar Sidoarjo.
- (2) Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari adanya logam berat berupa Cadmium (Cd) dan timbal (Pb) terhadap histopatologi ginjal pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang berada di perairan Kalanganyar Sidoarjo.

1.4 Kegunaan

Dengan penelitian ini diharapkan memberikan informasi mengenai keadaan histopatologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tambak budidaya yang tercemar limbah logam berat (Cd dan Pb).

1.5 Hipotesis

H_0 : Diduga Cadmiun (Cd) dan timbal (Pb) tidak mempengaruhi keadaan histopatologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tambak budidaya yang tercemar.

H_1 : Diduga Cadmiun (Cd) dan timbal (Pb) mempengaruhi keadaan histopatologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tambak budidaya yang tercemar.

1.6 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2015. Pengambilan sampel ikan bandeng (*Chanos chanos*) dilakukan di Tambak Candisari Desa Kalanganyar, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Pembuatan preparat histopatologi dilakukan di Laboratorium Histologi Kedokteran Rumah Sakit Saiful Anwar (RSSA)

Malang dan pengamatan preparat histopatologi dilakukan di Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Sedangkan untuk analisa logam berat dan analisa fisikakimia dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Nelson 1984 dalam Mas'ud 2011 klasifikasi ikan bandeng adalah sebagai berikut:

Phylum	: Chordate
Subphylum	: Vertebrate
Superklas	: Gnathostomata
Klas	: Osteichthyes
Subklas	: Teleostei
Ordo	: Gonorynchiformes
Subordo	: Chanoidei
Famili	: Chanidae
Genus	: Chanos
Species	: <i>Chanos chanos</i>

Menurut Moyle and Joseph (2000), morfologi Ikan bandeng yaitu bentuk tubuhnya ramping, mulut terminal, tipe sisik cycloid, jari - jari semuanya lunak, jumlah sirip punggung antara 13 - 17, sirip anal 9 - 11, sirip perut 11 - 12, sirip ekornya panjang dan bercagak, jumlah sisik pada gurat sisi ada 75 - 80 keping, panjang maksimum 1,7 in biasanya 1,0 in.



Gambar 1. Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) (Google Image, 2015).

2.1.2 Habitat dan Penyebaran

Secara geografis ikan bandeng ini hidup didaerah tropis maupun sub tropis antara 30°LS - 40°LS dan antara 40°BT - 100°BB. Ikan bandeng ini suka hidup bergerombol dalam kelompok kecil antara 10 - 20 ekor, berenang dipermukaan perairan pantai terutama pada saat air pasang (Mas'ud, 2011).

Ikan ini tergolong dalam jenis ikan *euryhaline* yaitu mempunyai daya tahan (toleransi) yang tinggi terhadap perubahan kadar garam perairan 0 - 60 ‰. Salinitas yang baik untuk pertumbuhan ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu berkisar antara 20 - 30 ‰. Selain itu juga ikan bandeng (*Chanos chanos*) memiliki ketahanan terhadap suhu perairan yang tinggi yaitu mencapai 40°C (Giril *et al.*, 1986 dalam Mas'ud, 2011).

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) di alam bebas hidup di laut, telurnya di temukan pada jarak 8 - 26 km dari pantai pada laut yang dalamnya lebih dari 40 in, telurnya terapung melayang dekat permukaan air. Ikan bandeng (*Chanos chanos*) memijah diwaktu malam sekitar 20.00 - 22.00 dan telurnya menetas sesudah 24 jam. Larva ikan bandeng (*Chanos chanos*) dalam pertumbuhannya mendekati pantai dan diketemukan dua kali setahun di dekat pantai - pantai yang berpasir di tempat - tempat tertentu (Mas'ud, 2011). Ikan bandeng (*Chanos chanos*) termasuk jenis ikan pelagis yang mencari makanan didaerah permukaan dan sering di jumpai diperairan dekat pantai atau daerah litoral (Mas'ud, 2011).

2.2 Pencemaran Air

Limbah industri telah diketahui dapat menyebabkan terjadinya pencemaran, khususnya pada perairan. Limbah industri yang masuk ke perairan secara langsung ataupun secara tidak langsung akan memberikan dampak buruk pada perairan (Guedenon, 2012 dalam Puspita, 2012). Salah satu limbah industri dan sangat berbahaya adalah logam berat. Bahan pencemar ini jika berada diatas ambang batas dalam suatu perairan dapat menimbulkan ketidakseimbangan ekologis.

Selama beberapa tahun terakhir pencemaran air oleh logam berat telah menjadi masalah diseluruh dunia termasuk di Indonesia akibat semburan lumpur lapindo sidoarjo, sebab logam berat tidak bisa dihancurkan dan dapat terakumulasi dalam perairan (Ozturk *et al.*, 2009). Logam - logam berat yang dapat membahayakan dan sering mencemari lingkungan antara lain yaitu merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), dan khromium (Cr) serta nikel (Ni) (Fardiaz, 2006).

Peningkatan kadar logam berat pada air akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme dapat berubah menjadi racun pada biota (Rochyatun *et al.*, 2006).

2.3 Karakteristik Logam Berat

2.3.1 Logam Berat Cd

Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat non esensial yang kehadirannya didalam tubuh menyebabkan perubahan biokimia bahkan pada tingkat yang tinggi dapat pula menyebabkan perubahan neurologis. Sumber utama logam pencemar adalah ekstraksi logam, pertambangan, peleburan dan pemurnian logam. Sumber lain adalah fosil bahan bakar seperti batu bara dan minyak bumi. Sumber yang paling banyak adalah hasil sampingan dari kegiatan industri yang memproduksi produk yang mengandung logam berat dalam berbagai macam bentuk dan bahkan juga dari luapan lumpur lapindo yang merusak lingkungan perairan akibat unsur logam berat yang terkandung didalamnya (Khan dan Qayyum, 2002).

Kandungan logam berat dalam perairan dapat mengurangi keragaman spesies dan produktivitas hasil budidaya. Selain itu, konsumsi ikan hasil budidaya yang telah tercemar akan menyebabkan manusia terpapar logam berat. Penelitian sebelumnya menunjukkan logam Cd dapat menyebabkan penyakit itai-itai dan logam Pb dapat menurunkan sintesis hemoglobin, gangguan fungsi ginjal, sendi, sistem reproduksi dan kardiovaskular serta kerusakan sistem saraf pusat (Jarup, 2002).

2.3.2 Logam Berat Pb

Timbal merupakan logam berat yang sangat beracun dan dapat dideteksi secara praktis pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologis (Widaningrum *et al.*, 2007). Timbal atau timah hitam, bahasa ilmiahnya Plumbum (Pb), mempunyai ukuran kecil, padat dan berwarna abu - abu. Timbal banyak digunakan dalam industri seperti produksi baterai penyimpanan untuk mobil, amunisi, pelapis kabel, pipa, pewarna dan campuran dalam pembuatan pelapis serta bahan bakar (Fardiaz, 2002).

Keracunan timbal yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam timbal dapat terjadi karena masuknya timbal ke dalam tubuh suatu organisme. Timbal juga bisa berdampak pada organisme perairan, yang masuk ke dalam tubuh organisme melalui rantai makanan, insang, atau difusi melalui permukaan kulit, sehingga apabila organisme tersebut dikonsumsi oleh manusia dapat berpengaruh dan dapat membahayakan kesehatan manusia (Sudarmaji, 2006).

2.4 Dampak Logam Berat Terhadap Organisme Perairan

Kontaminasi logam berat pada ekosistem perairan secara intensif berhubungan dengan pelepasan logam berat oleh limbah domestik, limbah industri dan aktivitas manusia lainnya. Perairan yang tercemar akan mengalami penurunan kualitas, yang menyebabkan daya dukung perairan tersebut menurun terhadap organisme akuatik yang hidup di dalamnya. Masalah pencemaran air menimbulkan dampak biologi, ataupun fisik dan kimia. Dampak biologi yang dapat dilihat dari adanya kematian masal atau berupa kelainan struktural maupun fungsional ke arah abnormal (Alkassasbeh *et al.*, 2009 *dalam* Pratiwi, 2010).

Ikan yang hidup dalam air yang tercemar limbah industri dalam jangka waktu yang lama akan mengalami kelainan struktural ataupun fungsional, juga mengalami perubahan histologi (Hardi, 2003 *dalam* Damayanti, 2010).

2.5 Pengamatan Histopatologi

Histologi berasal dari bahasa Yunani yaitu histos yang berarti jaringan dan logos yang berarti ilmu. Jadi histologi berarti suatu ilmu yang menguraikan struktur dari hewan secara terperinci dan berhubungan dengan struktur pengorganisasian sel dan jaringan serta fungsi - fungsinya (Bevelander, 1998).

Pemeriksaan histopatologi dapat memberikan gambaran perubahan pada jaringan ikan yang terkena penyakit ataupun gangguan lainnya. Untuk menentukan penyakit pada ikan diagnosa merupakan langkah awal yang perlu untuk dilakukan. Pada proses ini terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya adalah tanda - tanda klinis yang meliputi tingkah laku, ciri - ciri eksternal maupun cirri - ciri internal serta perubahan patologi. Untuk mengetahui perubahan jaringan pada ikan yang terserang penyakit perlu dilakukannya pemeriksaan secara histologi untuk mengetahui atau mendeteksi adanya kelainan melalui pengamatan secara mikro anatomi terhadap perubahan abnormal tingkat jaringan (Asniatih *et al.*, 2013).

2.6 Ginjal

2.6.1 Pengertian Ginjal

Ginjal merupakan organ bagian dalam yang menyaring sisa-sisa proses metabolisme untuk dibuang, zat-zat yang diperlukan tubuh diedarkan lagi melalui darah (Farida, 2012).

Ginjal ikan terletak pada posisi retroperitoneal dibagian ventral dari tulang punggung, di bawah kolum vertebrae (Ferguson, 1989 *dalam* Farida, 2012). Secara mikroskopis, ginjal terlihat berwarna coklat muda atau tua atau hitam, dengan bentuk yang bervariasi. Ginjal terbagi atas dua bagian yaitu bagian anterior dan bagian posterior.

2.6.2 Fungsi Ginjal

Ginjal mempunyai peran dalam ekskresi metabolisme, pencernaan dan tempat penyimpanan berbagai unsur dari organisme. Ginjal berfungsi untuk filtrasi dan mengekskresi bahan yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, termasuk logam berat yang toksik (Ferguson, 1989 *dalam* Mulyanto, 1992).

Fungsi ginjal pada organisme antara lain untuk zat - zat ekskresi yang tidak dibutuhkan tubuh organisme seperti senyawa nitrogen, asam urat dan bahan - bahan beracun yang terbawa dalam sistem sirkulasi: mengatur keseimbangan; air dan elektrolit dalam tubuh dan mempertahankan keseimbangan asam - basa menghasilkan hormon rennin (Mulyanto, 1992).

2.6.3 Struktur Jaringan Ginjal

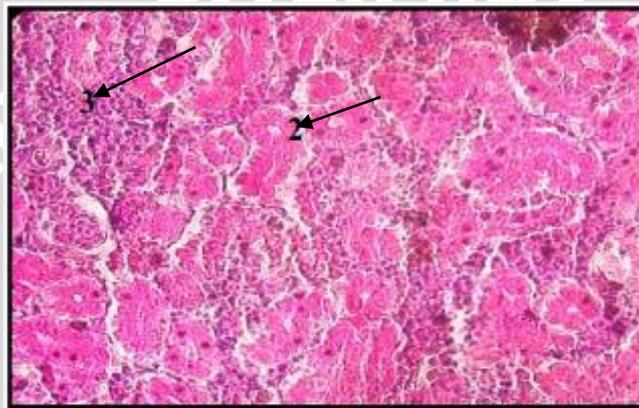
2.6.3.1 Histologi

Histologi adalah ilmu yang mempelajari tentang struktur jaringan secara detail menggunakan mikroskop pada sediaan jaringan yang dipotong tipis, salah satu dari cabang-cabang biologi. Histologi dapat juga disebut sebagai ilmu anatomi mikroskopis (Supartina, 2012).

Ginjal ikan terletak pada posisi retroperitoneal dibagian ventral dari tulang punggung, di bawah kolum vertebrae (Ferguson, 1989 *dalam* Damayanti, 2010). Secara mikroskopis, ginjal terlihat berwarna coklat muda atau tua atau hitam, bentuknya bervariasi menurut spesies. Ginjal terbagi atas bagian anterior dan posterior. Bagian anterior berfungsi sebagai organ limphomeiloid, sedangkan bagian posterior berfungsi sebagai organ ekskretori.

Ginjal mempunyai peran utama dalam ekskresi metabolisme, pencernaan dan tempat penyimpanan berbagai unsur. Ginjal berfungsi untuk filtrasi dan mengekskresi bahan yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, termasuk logam berat. Hal ini menyebabkan ginjal sering mengalami kerusakan akibat daya toksik logam (Tresnati *et al.*, 2007). Pada

ginjal terdapat lisosom, lisosom adalah tempat akumulasi dari endoproduk dari Lipid peroksida yang disebut lipofuschim. Di ginjal, lipofuschim akan berikatan dengan logam dengan cara; logam diikat tidak kuat oleh grup asam di luar granula dan mempunyai kemampuan menjaga keseimbangan kation-kation dalam sitoplasma atau dengan cara logam diperangkap dalam bentuk tidak beracun dipusat perkembangan granula. Hal ini menyebabkan ginjal sering mengalami kerusakan oleh daya toksik logam. Kondisi normal ginjal ikan pari kembang disajikan pada Gambar 2.

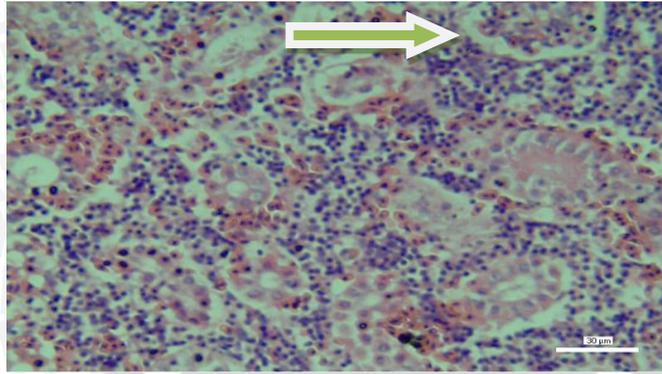


Gambar 2. Keadaan Normal Jaringan Ginjal Ikan Pari Kembang (*Dasyatis Kuhlii*) (2= Renal Tubule, 3= Jaringan Limphoid) (Tresnati *et al.*, 2007).

2.6.3.2 Histopatologi

Menurut Wikipedia (2006), Histopatologi adalah cabang biologi yang mempelajari kondisi dan fungsi jaringan dalam hubungannya dengan penyakit. Histopatologi sangat penting dalam kaitan dengan diagnosis penyakit karena salah satu pertimbangan dalam penegakan diagnosis.

Menurut Nurchayatun (2007), Glomerulus berbentuk bulat yang terdiri dari pusatan sel mesengial kompak yang dikelilingi oleh kapiler gromelurus yang disajikan pada Gambar 3. Penyebab kerusakan glomerulus cukup beragam salah satunya adalah logam berat.



Gambar 3. Jaringan Ginjal Ikan Belanak di Majalaya yang Mengalami Kerusakan Glomerulus (Pembesaran 400X) (Nurchayatun, 2007).

2.7 Kualitas Air

2.7.1 Suhu

Salah satu indikator untuk mengetahui kualitas air adalah suhu. Suhu air sangat berkaitan erat dengan konsentrasi jenuh oksigen terlarut dalam air dan laju konsumsi oksigen hewan air. Suhu air optimal bagi Ikan bandeng (*Chanos chanos*) terletak antara 26°C - 33°C. Pada suhu 18°C - 25°C, ikan bandeng (*Chanos chanos*) masih dapat bertahan hidup, tetapi nafsu makannya mulai menurun. Suhu air 12°C - 18°C, mulai berbahaya bagi ikan bandeng (*Chanos chanos*), sedangkan pada suhu dibawah 12°C, ikan bandeng (*Chanos chanos*) mati kedinginan (Mulyanto, 1992).

Menurut Kim dan Ho (1970) dalam Mubarak *et al.* (1990), kisaran suhu 26°C - 31,6°C merupakan kisaran optimum bagi ikan karena pada kisaran suhu tersebut metabolisme ikan dapat berlangsung dengan baik sehingga pertumbuhan ikan berlangsung dengan baik pula.

2.7.2 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Widiastuti (1983), nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion H^+ di dalam tanah, semakin masam tanah tersebut. Pada tanah yang alkalis kandungan OH^- lebih banyak dari pada H^+ . Bila kandungan H^+ dan OH^- sama, maka bersifat netral. PH diluar ambang batas dapat menyebabkan menurunnya daya tahan yang mengakibatkan stress.

pH merupakan faktor pembatas yang mempengaruhi dan menentukan kecepatan reaksi metabolisme, pH 7,0 - 8,0 merupakan kisaran pH yang optimum bagi ikan bandeng (Herman, 2012). Hal ini juga didukung oleh Kordi (2009), juga mengatakan bahwa ikan bandeng masih dapat tumbuh optimal pada kisaran pH antara 6.5 - 9.

2.7.3 Oksigen Terlarut (DO)

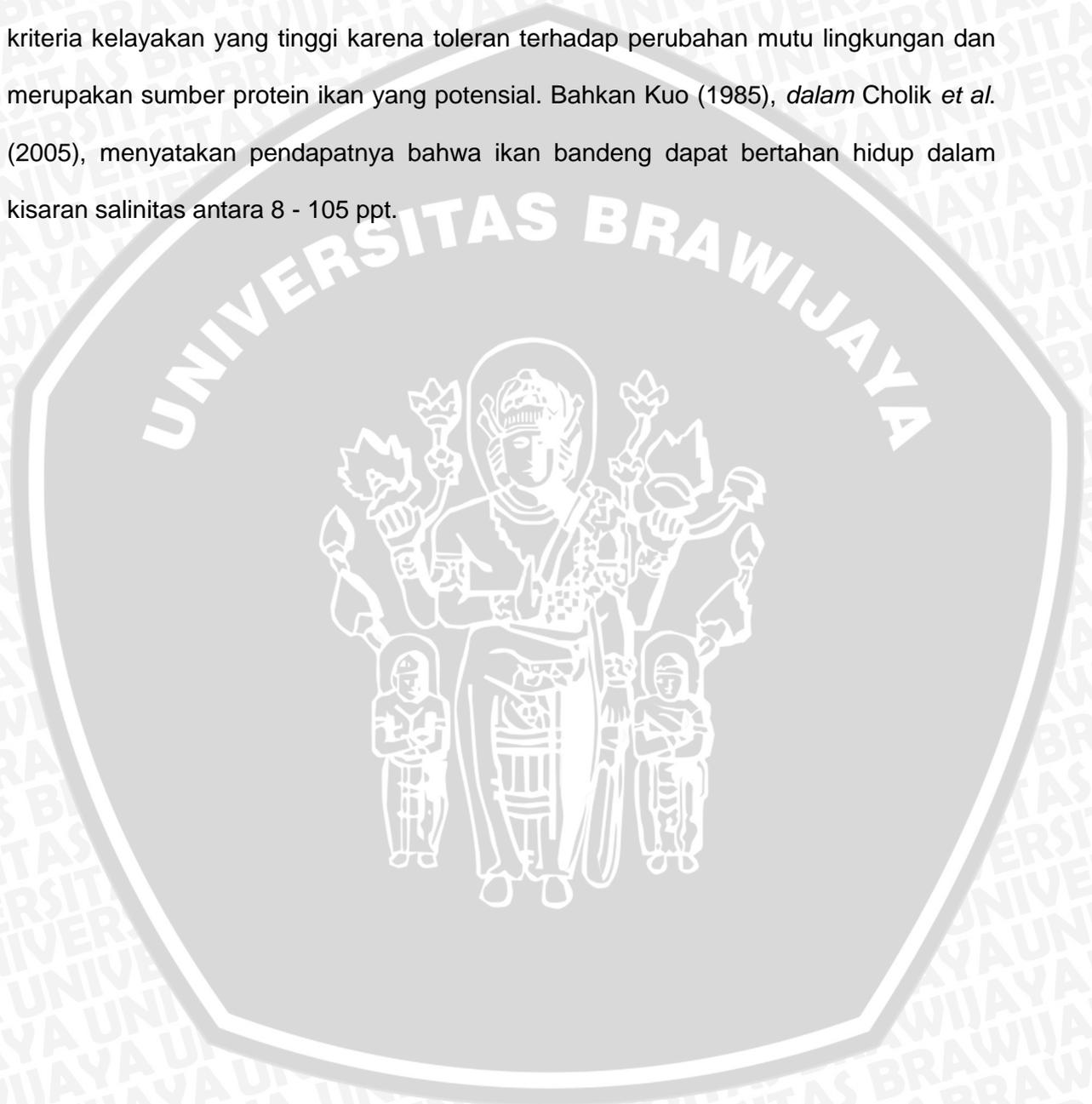
Kandungan gas oksigen dalam air merupakan salah satu penentu karakteristik kualitas air yang terpenting dalam kehidupan akuatis. Konsentrasi oksigen dalam air mewakili status kualitas air pada tempat dan waktu tertentu (saat pengambilan sampel air). Keberadaan dan besar kecilnya muatan oksigen didalam air dapat dijadikan indikator ada atau tidaknya pencemaran disuatu perairan (Asdak, 2004).

Menurut Ismail *et al.* (1998), ukuran partikel yang sangat halus disertai dengan sudut dasar sedimen yang datar menyebabkan air didalam sedimen tidak mengalir keluar dan tertahan didalam substrat. Hal ini akan menghasilkan penurunan kadar oksigen. Semakin tinggi sedimentasi maka semakin berkurang kandungan oksigen terlarut. Konsentrasi oksigen terlarut berubah - ubah dalam siklus harian, pada waktu fajar, konsentrasi oksigen terlarut rendah dan akan semakin tinggi pada siang hari yang disebabkan oleh fotosintesis. Kandungan oksigen optimum untuk budidaya ikan bandeng adalah 3,0 - 8,0.

2.7.4 Salinitas

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) mampu menyesuaikan diri terhadap salinitas air, sehingga dapat hidup di air tawar (salinitas antara 0 - 5 ppt) maupun air asin (salinitas > 30 ppt). Namun karena ikan bandeng dibudidayakan untuk tujuan komersial maka rentang salinitas optimal perlu dipertahankan. Pada rentang salinitas optimal (20 - 25 ppt), koloni dari ganggang - ganggang dasar (klekap) yang menjadi makanan alami bagi Ikan bandeng dapat tumbuh dengan baik, sehingga dapat mengurangi biaya pembelian pakan (Ahmad *et al.*, 2004).

Menurut William *et al.* (1987) dalam Mayunar (2002), Ikan bandeng merupakan salah satu komoditas yang memiliki keunggulan komparatif dan strategis dibandingkan komoditas perikanan lainnya karena teknologi pembesaran dan pembenihannya telah dikuasai dan berkembang di masyarakat, persyaratan hidupnya tidak memerlukan kriteria kelayakan yang tinggi karena toleran terhadap perubahan mutu lingkungan dan merupakan sumber protein ikan yang potensial. Bahkan Kuo (1985), dalam Cholik *et al.* (2005), menyatakan pendapatnya bahwa ikan bandeng dapat bertahan hidup dalam kisaran salinitas antara 8 - 105 ppt.



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian tentang Kajian Histopatologi Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) pada Tambak budidaya yang Tercemar Limbah kadmium (Cd) dan timbal (Pb) di Desa Kalanganyar, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo - Jawa Timur antara lain adalah sectio set, *coolbox*, botol sampel, kertas label, pH meter, DO meter, thermometer dan salinometer.

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian tentang Kajian Histopatologi Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) pada Tambak budidaya yang Tercemar Limbah kadmium (Cd) dan timbal (Pb) di Desa Kalanganyar, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo - Jawa Timur antara lain adalah larutan Davidson, es batu, sampel air dan sampel ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*).

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode penelitian deskriptif merupakan salah satu metode penelitian yang banyak digunakan pada penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan suatu kejadian, fakta - fakta dari suatu masalah. Menurut Anita *et al.*, (2012), metode deskriptif adalah pengambilan data dengan cara mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa dan kejadian - kejadian sekarang. Metode deskriptif memusatkan perhatian pada masalah - masalah aktual sebagaimana adanya ada saat pengambilan data. Penelitian deskriptif berkaitan berdasarkan pengumpulan fakta, identifikasi dan meramalkan hubungan antar variabel. Sedangkan menurut Anita *et al.*, (2012), metode dekriptif biasanya digunakan dengan memberikan gambaran secara khusus berdasarkan fakta yang ada, yaitu yang berusaha

mendeskripsikan dan menginterpretasikan sesuatu, misalnya kondisi atau hubunganyang ada, pendapat yang berkembang, proses yang sedang berlangsung, akibat atau efek yang terjadi atau tentang kecenderungan yang sedang berlangsung.

Metode deskriptif yang digunakan yaitu metode deskriptif komparatif. Metode deskriptif komparatif merupakan metode yang mencari pemecahan masalah dengan membandingkan sebab akibat yang berhubungan dengan suatu kejadian yang sedang diselidiki. Menurut Sugiyono (2006), penelitian komparatif adalah penelitian yang membandingkan keberadaan satu variabel atau lebih pada dua atau lebih sampel yang berbeda, atau pada waktu yang berbeda.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel Air

Sampel air diambil secara langsung dari petak tambak ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu Tambak Candisari kemudian ditempatkan pada botol air mineral 1,5 L. Air yang diambil dari petak Tambak Candisari adalah air permukaan, dan kemudian diletakkan pada *coolbox* untuk selanjutnya dianalisis di Laboratorium Kualitas Air Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I Malang. Parameter - parameter yang diamati disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter fisika dan kimia perairan yang diukur

Parameter	Satuan	Alat	Metode
Fisika			
1. Suhu	°C	Termometer	Pemuaian
2. Salinitas	‰	Salinometer	Salinometrik
Kimia			
1. pH		pH meter	Elektrometri
2. Oksigen terlarut	mg/l	DO meter	Elektrometri
3. Timbal (Pb)	ppm	Spektrofotometer	AAS
4. Kadmium (Cd)	ppm	Spektrofotometer	AAS

3.3.2 Pengambilan Sampel Ikan

Pengambilan sampel ikan dilakukan dengan menggunakan jaring. Sampel yang diambil adalah ikan bandeng (*Chanos chanos*) dengan lama pemeliharaan yang berbeda, yakni ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang dipelihara pada tambak setelah dipelihara 1 bulan, 2 bulan dan setelah dipelihara 3 bulan, dengan ukuran yang sama pada lama pemeliharaan. Sampel ikan bandeng (*Chanos chanos*) tersebut diletakan pada *coolbox* yang berisi es batu untuk kemudian dibawa ke laboratorium dan dibedah untuk diambil ginjalnya.

3.3.3 Pembuatan Histopatologi Ginjal

Pengambilan organ ikan bandeng (*Chanos chanos*) dilakukan dengan cara membedah ikan bandeng (*Chanos chanos*) dengan menggunakan gunting. Pengguntingan dilakukan dari anus sampai tutup insang. Setelah itu dilakukan pengambilan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) dengan menggunakan bantuan pinset kemudian dimasukan ke dalam botol film dan diberi larutan fiksasi yaitu larutan Davidson dan dilanjutkan dengan pembuatan preparat untuk histopatologi dan pengamatan preparat hasil histopatologi.

Tahapan pembuatan preparat histologi (Setiawan, 2009) adalah sebagai berikut:

1. Tahap Fiksasi

Sampel ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang akan diamati jaringannya difiksasi dengan larutan buffer yaitu formalin 10% selama 24 jam. Agar fiksasi jaringan dengan larutan tersebut berlangsung sempurna, maka perbandingan antara organ dan larutan yaitu 1 : 10, sedangkan lamanya fiksasi minimal 2 hari.

2. Tahap Dehidrasi

Tahap dehidrasi bertujuan untuk penarikan air secara bertahap menggunakan alat auto tecnicon selama 20 jam. Tabung auto tecnicon terdiri atas Alkohol 70% selama 1

jam, Alkohol 80% selama 1 jam, Alkohol 90% selama 2 jam, Alkohol Absolut I selama 2 jam dan Alkohol Absolut II selama 2 jam.

3. Tahap Clearing

Tahap *clearing* bertujuan untuk mentransparankan serta menggantikan larutan alkohol dari jaringan, yaitu dengan mencelupkan sampel ke dalam larutan alkohol :xylol 1 perbandingan 1:1 dan selama 30 menit, kemudian xylol I dan xylol II masing-masing selama 30 menit.

4. Tahap Impregnasi

Tahap impregnasi bertujuan untuk menyamakan keadaan jaringan dengan bahan pengeblokan dengan (*embedding*). Dilakukan dengan mencelupkan bahan campuran xylol : paraffin 3:1 ; 1:1 dan 1:3 masing-masing selama 30 menit, dilanjutkan dengan paraffin murni sebanyak 2x60 menit. Seluruh rangkaian dilakukan dalam incubator pada suhu 58°C - 60°C.

5. Tahap Embedding

Parafin di cairkan di dalam inkubator pada suhu 60°C. Cetakan berukuran 2x2x2 cm diisi dengan paraffin cair, bagian bawah cetakan didinginkan diatas balok es sehingga paraffin pada dasar cetakan agak memadat. Cetakan paraffin selanjutnya dibiarkan dalam suhu ruang agar parafinnya memadat.

6. Tahap Sectioning

Water bath disiapkan dengan suhu 40°C - 50°C dan disiapkan wadah berisi air dingin. Kemudian blok yang diinginkan dipasang di mikrotom yang sudah diatur pada ketebalan 4 - 7 µm. putaran mikrotom dibuat konstan sampai blok yang berisi sampel teriris. Setelah itu irisan dipindahkan ke dalam baskom yang berisi air dingin, kemudian ditempelkan pada gelas obyek (untuk persiapan pewarnaan HE) yang sudah dilapisi perekat polyisin. Selanjutnya dicelupkan ke dalam air hangat dalam *water bath* agar irisan mengembang, kemudian sampel dikeringkan pada oven dengan suhu 50°C - 60°C kurang lebih selama 30 menit.

7. Teknik Pewarnaan dengan Menggunakan He

Menurut Muntiha (2001), pewarnaan dengan menggunakan HE dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

- Deparafinisasi : Hasil sayatan jaringan dimasukkan berturut-turut ke dalam xylol 1 selama 5 menit, xylol 2 selama 5 menit dan xylol 3 selama 5 menit.
- Hidrasi : Hasil sayatan dimasukkan berturut-turut ke dalam alkohol absolute selama 4 menit, alkohol 96% selama 3 menit, alkohol 90% selama 3 menit, alkohol 80% selama 2 menit, alkohol 70% selama 2 menit, terakhir sampel dimasukan ke dalam air mengalir selama 10 menit.
- Cat utama : Pewarna hematoksilin ditambahkan selama 5 menit dan eosin 1% selama 3 - 5 menit.
- Dehidrasi : Hasil sayatan jaringan dimasukkan ke dalam alkohol 70% selama 2 menit, alkohol 80% selama 2 menit, alkohol 90% selama 3 menit, alkohol 96% selama 4 menit dan alkohol absolute selama 5 menit.
- Clearing : Hasil sayatan jaringan dimasukkan ke dalam xylol n 1 selama 5 menit, xylol 2 selama 5 menit dan xylol 3 selama 5 menit.

8. Teknik Mounting

Preparat dilem dengan menggunakan DPX mouting medium, kemudian ditutup dengan cover glass jangan sampai terjadi gelembung. Preparat dibiarkan dalam suhu ruangan sampai lem mengering kemudian diamati dibawah mikroskop. Dengan pewarnaan HE, inti yang bersifat asam akan berwarna ungu tua oleh hematoksilin yang bersifat basa, sedangkan sitoplasma yang bersifat basa akan berwarna merah oleh eosin yang bersifat asam. Kemudian dilanjutkan pengamatan di laboratorium dengan menggunakan mikroskop untuk mengetahui jaringan yang rusak pada ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*).

3.4 Analisis Data

Data hasil untuk masing - masing sampel dianalisis dengan cara: hasil kandungan logam berat dibandingkan dengan nilai baku mutu air sebagai mana yang disajikan pada Tabel 2. Serta menganalisis histopatologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) dan dilakukan perlakuan skoring. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan analisa regresi (sidik ragam, uji BNT). Parameter utama yang diamati adalah histopatologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) sedangkan parameter penunjang yang diukur adalah kualitas air (suhu, pH, DO dan salinitas).

Tabel 2. Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut.

Parameter	Jenis Logam Berat	Satuan	Baku Mutu
Air	Kadmium (Cd)	ppm	0,001(mg/l)*
	Timbal (Pb)	ppm	0,008(mg/l)*
	Kadmium (Cd)	ppm	0,01(mg/l)**
	Timbal (Pb)	ppm	0,03(mg/l)**

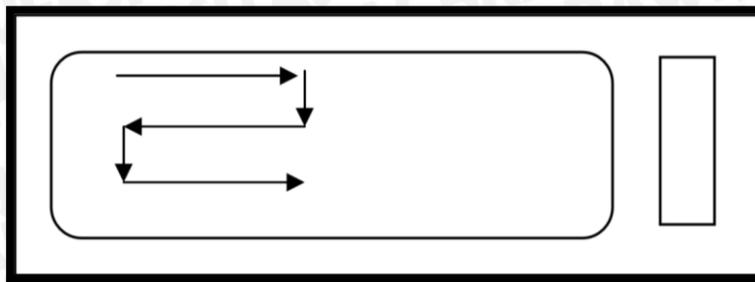
Keterangan:

* Kriteria baku mutu kelas II PP No. 82 Tahun 2001.

** Berdasarkan Kep. Men.LH No.51 thn. 2004 Baku Mutu Air Laut, untuk Biota Laut

Hasil uji histopatologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) dianalisis secara deskriptif. Untuk mengetahui tingkat kerusakan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diduga tercemar limbah Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb), maka dilakukan analisis skoring dengan metode kuantitatif yakni menganalisa nilai skoring dengan menghitung presentase kerusakan pada ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*).

Cara menghitung jumlah area yang terwarnai dilakukan secara manual dengan menghitung persentasenya. Pembacaan dimulai dari tepi kiri (sesuai dengan posisi ekor preparat) kearah kepala kemudian turun ke bawah dan bergeser kembali kearah ekor kembali (gerak zig zag) yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur skoring (Siswandari, 2005)

Menurut Pantung *et al.*, (2008), untuk melihat kerusakan jaringan pada tiap filamen dilakukan perbesaran sampai 400x. Kemudian dibagi menjadi beberapa luasan bidang pandang dimana pada satu bidang pandang dihitung persentase tingkat kerusakan jaringan ginjal tergantung pada tingkat dan luasan perubahan. Nilai skoring disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Presentase Nilai Skoring (Pantung *et al.*, 2008).

Nilai Skoring	Persentase Kerusakan (%)	Keterangan
0	0	Tidak terdapat kerusakan
1	1 – 25	Sedikit
2	26 – 50	Sedang
3	51 – 75	Banyak
4	76 – 100	Sangat Banyak

Setelah diperoleh hasil nilai skoring, kemudian dihitung frekuensi kejadian patologi ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) menggunakan rumus jumlah sel ginjal yang menunjukkan gejala patologis dibagi jumlah sel ginjal yang diamati dan dikalikan 100%. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan regresi dengan 2 variabel yang terdiri dari Y adalah variable terikat yaitu variable yang dipengaruhi, dan X variable bebas yaitu variable yang mempengaruhi, dengan persamaan Yregresi: $a + bx$

Dimana:
 Y= Nilai skoring kerusakan ginjal
 X= Lama pemeliharaan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel berada di tambak Candisari dan sungai Gedangan di Desa Kalanganyar, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo - Jawa Timur (Lampiran 3). Kabupaten Sidoarjo merupakan kota *delta* karena dilingkupi oleh dua sungai besar yaitu sungai Porong dan sungai Brantas Hilir. Luas wilayahnya 71.424,25 ha terletak antara 112,5°-112,9° BT dan 7,3°-7,5° LS. Batas wilayah kabupaten Sidoarjo adalah sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik
Sebelah Timur	: Selat Madura
Sebelah Barat	: Kabupaten Mojokerto
Sebelah Selatan	: Kabupaten Pasuruan

Kecamatan Sedati dengan luas 79,43 km² merupakan kecamatan pantai yang sebagian besar wilayahnya berupa tambak dengan kepadatan penduduk yang relatif rendah; yaitu 1041 jiwa/km². Desa yang berada di Kecamatan Sedati meliputi: Betro, Gisik Cemandi, Pabean, Pranti, Pulungan, Segoro Tambak, Sedati Agung, Sedati Gede, Semampir, Banjar Kemuning, Pepe, Kwangsang dan Kalanganyar.

Desa Kalanganyar memiliki luas 135.000 m² dengan jumlah penduduk 8.450 jiwa. Desa Kalanganyar ini merupakan lokasi tempat pengambilan sampel penelitian yaitu di Tambak Candisari dengan luas tambak keseluruhan kurang lebih 10 Ha. Ikan yang dibudidayakan yaitu ikan bandeng (*Chanos chanos*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

4.2 Kandungan Logam Berat dalam Air

Hasil pengamatan terhadap kandungan logam berat Cd dan Pb di air tambak maupun air sungai diperoleh nilai yaitu kandungan logam berat Cd kurang dari 0,0024

ppm sedangkan Pb kurang dari 0,0044 ppm, hasil ini menunjukkan bahwa Cd dan Pb telah melebihi ambang batas baku mutu kualitas perairan jika didasarkan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 thn. 2004 Baku Mutu Air Laut, untuk Biota Laut, yaitu kadmium (Cd) sebesar 0,001 ppm dan timbal (Pb) sebesar 0,008 ppm. Sedangkan berdasarkan standar yang ditetapkan melalui PP No. 82 Tahun 2001 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu Cd sebesar 0,01 ppm dan Pb sebesar 0,03 ppm, maka dapat dinyatakan bahwa kondisi kualitas air yang ditinjau berdasarkan kandungan logam berat Cd dan Pb berada diatas ambang batasan (tercemar). Tetapi perbedaan antara dua standar ini perlu disikapi secara lebih hati - hati walaupun salah satu diantara kedua standar tersebut mengindikasikan bahwa kondisi perairan masih dalam kondisi yang normal.

Berdasarkan hasil pengamatan diatas menunjukkan kandungan logam berat Cd dan Pb memiliki nilai yang relatif rendah, dikarenakan pada saat pengambilan air tambak maupun air sungai pada saat air laut mengalami pasang, diduga akibat pertukaran air secara terus menerus tersebut terbawa aliran sungai menyebabkan kandungan timbal (Pb) dan cadmium (Cd) relatif rendah. Menurut Said *et al.* (2009), tinggi rendahnya konsentrasi logam berat diperairan disebabkan oleh banyaknya jumlah masukan logam berat ke perairan dan semakin besar limbah masuk ke dalam suatu perairan, semakin besar konsentrasi logam berat diperairan.

4.3 Kandungan Logam Berat dalam Sedimen

4.3.1 Logam Berat Kadmium (Cd)

Hasil pengamatan kandungan logam berat Cd di sedimen tambak maupun sungai yaitu sebesar 1,079 ppm. Hasil ini melebihi ambang batas berdaasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, logam berat kadmium diperairan untuk kelas II tidak boleh melebihi 0,01 mg/l. Menurut Connell dan Miller (1995), pengaruh logam berat, seperti Cd dan Hg, mengakibatkan perubahan secara histologi sataupun morfologis dalam jaringan berbagai

jenis ikan dan krustasea bahkan logam - logam berat dalam konsentrasi yang relatif rendah sudah menghambat laju pertumbuhan dan perkembangbiakan vertebrata dan invertebrata. Selain itu, menurut Palar (1994), biota-biota yang tergolong bangsa udang - udangan (crustacea) akan mengalami kematian dalam selang waktu 24 - 504 jam bila di dalam badan perairan di mana biota tersebut hidup terlarut logam atau persenyawaan Cd pada rentang konsentrasi antara 0.005 - 0.15 ppm.

4.3.2 Logam Berat Timbal (Pb)

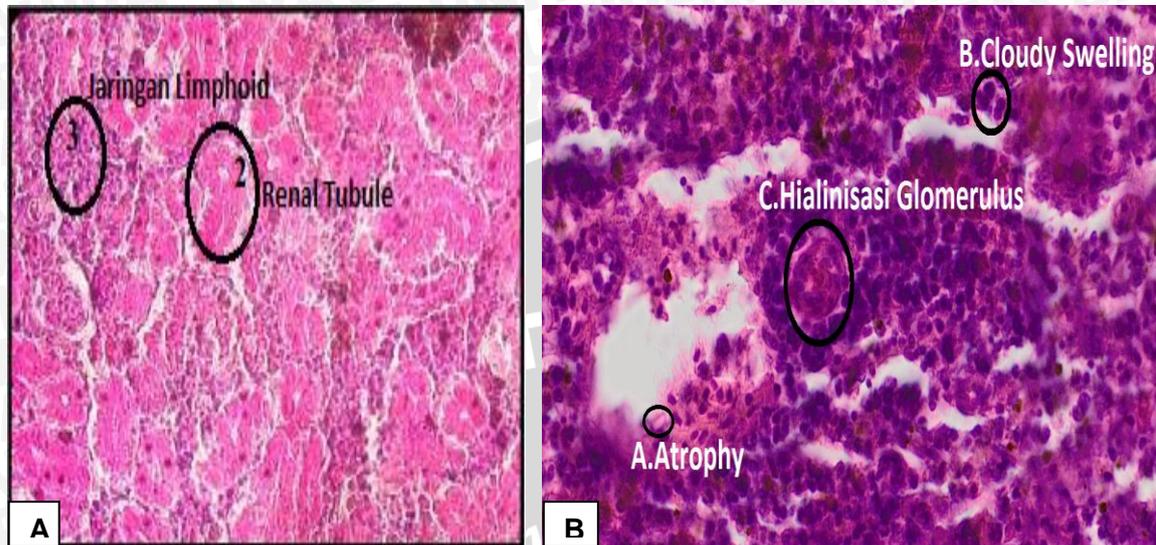
Hasil pengamatan terhadap kandungan logam Pb di sedimen tambak maupun sungai diperoleh nilai yang tidak terdeteksi (tt). Ini menunjukkan bahwa kandungan logam Pb di sedimen pada saat pengambilan contoh masih berada di bawah batas deteksi alat. Menurut Forstner (1979) dalam Connell dan Miller (1995), ada beberapa proses yang mempengaruhi pelepasan logam dari sedimen yaitu kepekatan garam yang tinggi, perubahan keadaan redoks, perubahan pH, kehadiran zat - zat pembentuk kompleks dan transformasi biokimiawi.

Meskipun konsentrasi logam berat Pb dalam sedimen yang terdeteksi tidak, akan tetapi informasi tersebut sangat penting dalam mengidentifikasi sumber logam di perairan. Berdasarkan penjelasan diatas, diduga Desa Kalanganyar, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo tercemar limbah kadmium (Cd) dan timbal (Pb), meskipun kandungan Pb pada sedimen tidak terdeteksi.

4.4 Hasil Pengamatan Histopatologi Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Berdasarkan hasil penelitian bahwa kerusakan yang terjadi pada ginjal ikan bandeng (*chanos chanos*) pada tambak budidaya yang diduga tercemar limbah kadmium (Cd) dan timbal (Pb) adalah atrophy, *cloudy swelling* dan hyalinesasi glomerulus (Gambar 5B) dengan membandingkan pada ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) normal (Gambar 5A). Menurut Tresnati *et al.* (2007), kerusakan atau histopatologi yang dapat terjadi pada organ ginjal ikan yaitu dapat berupa atrophy, hipertrophy, hyperplasia, peradangan

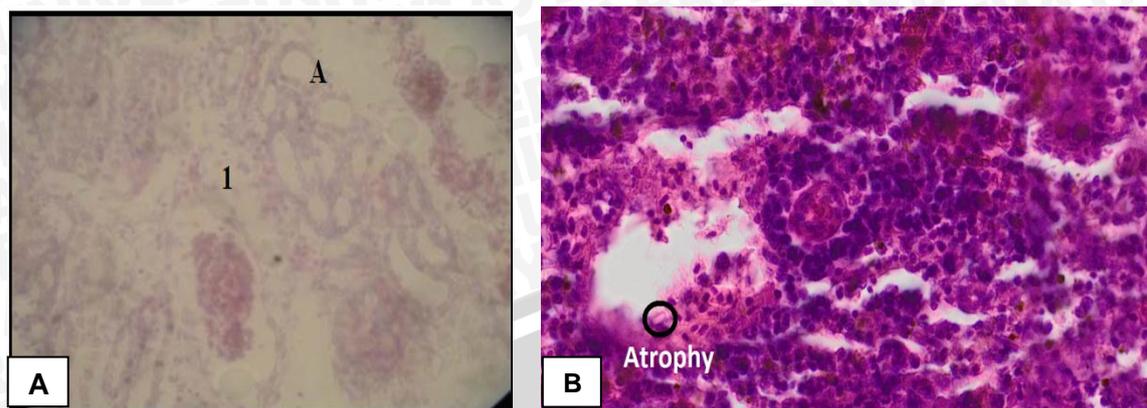
glomerulus, gumpalan darah, jaringan ikat, nekrosis, cloudy swelling (pembengkakan sel).



Gambar 5. (A) Keadaan Normal Jaringan Ginjal Pari Kembang (*Dasyatis kuhlii*) (2 = Renal Tubule, 3 = Jaringan Limphoid) (Tresnati *et al.*, 2007), (B) Potongan Melintang Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang Mengalami Kerusakan dengan Menggunakan Mikroskop Binokuler Olympus CX22 dengan Pembesaran 400x dan Pewarnaan H-E, (A) Atrophy, (B) *Cloudy Swelling* (C), Hialinisasi Glomerulus (Hasil Pengamatan).

4.4.1 Atrophy

Atrophy merupakan menyusutnya ukuran jaringan akibat sel - selnya mengecil atau keadaan dimana sel mengalami nekrosis yang didahului oleh mengecilnya nucleus atau inti sel, bahkan nucleus hilang sama sekali. Hal ini sesuai pendapat Tresnati *et al.*, (2007), atrophy adalah suatu keadaan yang tidak wajar dimana jumlah dan volume sel berada dibawah normal dan garis luar sel menjadi tidak dapat dibedakan bahkan seringkali nukleus menjadi kecil bahkan hilang sama sekali sehingga dapat mengakibatkan kematian sel. Ini disebabkan penyerapan nutrisi jauh berkurang akibat tingginya tingkat pencemar dalam ginjal. Untuk lebih jelasnya kerusakan ginjal yang mengalami atrophy disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. (A) Kerusakan Jaringan Ginjal Ikan Pari Kembang (*Dasyatis kuhlii*) (1 = Glomerulus, A = Atrophy) (Tresnati *et al.*, 2007), (B) Potongan Melintang Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang Mengalami Atrophy Menggunakan Mikroskop Binokuler Olympus CX22 Dengan Pembesaran 400X dan Pewarnaan H-E (Hasil Pengamatan).

Gambar 6A menunjukkan ginjal ikan pari kembang (*Dasyatis kuhlii*) yang mengalami atrophy dimana nucleus tidak nampak sama sekali, sedangkan pada (Gambar 6B) menunjukkan bahwa ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang mengalami kerusakan atrophy, inti selnya mengecil bahkan tidak terlihat sama sekali. Terjadinya kerusakan atrophy ini diduga karena pencemaran kadmium (Cd) dan timbal (Pb) yang sudah melebihi ambang batas. Mekanisme terjadinya atrophy berawal dari darah yang mengandung logam berat dipompa menuju ginjal, diginjal darah yang mengandung logam berat akan menurunkan kinerja hemoglobin sebagai pembawa oksigen. Dari kekurangan oksigen tersebut sel pada ginjal akan mengalami nekrosis atau kematian sel dimana didahului dengan membran sel mengerut sehingga sel mengecil bahkan hilang sama sekali yang disebut atrophy.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tresnati *et al.* (2007), ginjal ikan pada bak dengan konsentrasi kadmium sebesar 0,1 ppm telah mengalami atrophy, dimana ukuran dari renal tubule dan glomerulus semakin menciut dan terjadi necrosis. Takashima dan Hibiya (1995), mengemukakan bahwa atrophy merupakan kerusakan sel yang disebabkan oleh menurunnya pertumbuhan sel dibawah normal sehingga membentuk suatu rongga dalam jaringan, dan necrosis yang merupakan kerusakan jaringan karena matinya sel. Atrophy adalah menyusutnya ukuran jaringan akibat sel -

selnya mengecil. Ini disebabkan penyerapan nutrisi jauh berkurang akibat tingginya tingkat pencemar dalam ginjal. Tingkat kerusakan ginjal berupa *necrosis* bahkan sudah tidak bisa lagi menyerap nutrisi karena sel-selnya sudah mati.

Sebelum data diolah menggunakan regresi, data nilai skoring didapatkan berdasarkan usia ikan bandeng dan tingkat kerusakan ginjal dan setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan (Lampiran 4). Berikut adalah rata - rata nilai skoring dari kerusakan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) berupa atrophy disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Rata - Rata Nilai Skoring

Lama Pemeliharaan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
1	1	1,33	1,66	4	1,33
2	1,66	2	2,33	4	2
3	2,33	2,33	2,66	7,33	2,44

Berdasarkan Tabel 4 diatas , dapat disimpulkan bahwa semakin lama ikan bandeng (*Chanos chanos*) dipelihara pada tambak yang diduga tercemar limbah Cd dan Pb, maka semakin tinggi nilai kerusakan yang terjadi. Pada lama pemeliharaan 3 bulan ikan bandeng (*Chanos chanos*) memiliki nilai kerusakan yang paling tinggi yakni 2,44. Kemudian diikuti dengan lama pemeliharaan selama 2 bulan yakni 2 dan yang paling rendah adalah lama pemeliharaan selama 1 bulan yakni 1,33.

Semakin lama ikan bandeng (*Chanos chanos*) dipelihara pada tambak yang tercemar limbah Cd dan Pb maka semakin besar nilai kerusakan yang terjadi pada ginjalnya. Hal ini diduga karena semakin lama ikan bandeng (*Chanos chanos*) hidup pada perairan yang tercemar maka akan semakin banyak pula logam berat yang terakumulasi ke dalam tubuh ikan sehingga menyebabkan kerusakan pada ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) tersebut.

Perbedaan lama pemeliharaan ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tambak yang diduga tercemar limbah Cd dan Pb memberikan pengaruh terhadap nilai skoring kerusakan. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan lama pemeliharaan terhadap nilai skoring kerusakan dapat diketahui dari analisa sidik ragam yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F _{hitung}	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,87	0,93	10,85*	5,14	10,92
Acak	6	0,51	0,08			
Total	8	2,39	-			

Keterangan : (*) = Berbeda nyata

Tabel 5 diatas menunjukkan bahwa nilai $F_{hitung} > F_{5\%} < F_{tabel\ 1\%}$ yang memiliki arti berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan lama waktu pemeliharaan dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai skoring kerusakan organ ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*). Sehingga harus dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui pengaruh tiap lama pemeliharaan yang disajikan pada Tabel 6.

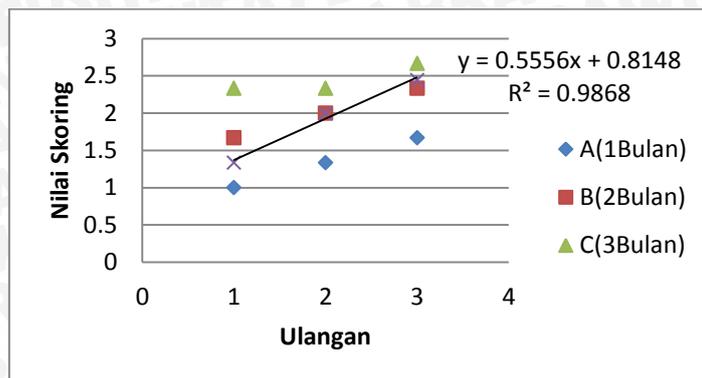
Tabel 6. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Atrophy

	Rerata Perlakuan	1	2	3	Notasi
		1,33	2	2,44	
1	1,33	-	-	-	a
2	2	0,66 ^{ns}	-	-	ab
3	2,44	1,11*	0,44 ^{ns}	-	b

Keterangan : (*) = Berbeda nyata
(^{ns}) = Tidak berbeda nyata

Berdasarkan Tabel 5 di atas, diketahui hasil uji beda nyata terkecil (BNT) antara pengaruh lama pemeliharaan terhadap nilai skoring kerusakan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu perlakuan 1 tidak berbeda nyata dengan dengan perlakuan 2, perlakuan 1 berbeda nyata dengan perlakuan 3, tetapi perlakuan 2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3.

Untuk mengetahui hubungan antara lama pemeliharaan terhadap nilai skoring kerusakan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) maka dilakukan analisa regresi dan uji polynomial orthogonal yang disajikan pada Gambar 7, dimana didapatkan hasil pola hubungan linier dengan persamaan garis sebagai berikut ini $Y = 0,5556x + 0,8148$ dan $R^2 = 0,9868$.

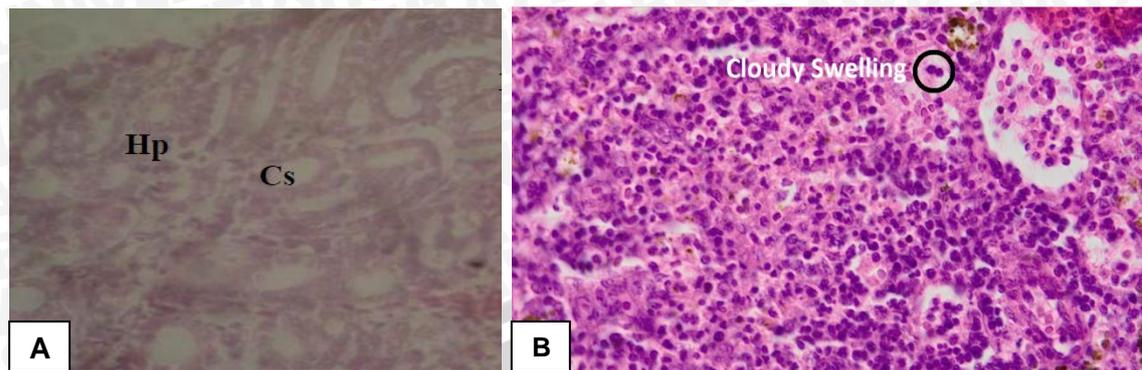


Gambar 7. Grafik Hubungan Lama Pemeliharaan dan Hasil Nilai Skoring Kerusakan Atrophy

Grafik diatas menunjukkan bahwa semakin lama pemeliharaan ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tambak yang diduga tercemar limbah industri Cd dan Pb maka semakin besar nilai skoring atrophy yang terjadi. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Tresnati, *et al.* (2007), yang menyebutkan bahwa paparan logam berat yang walaupun konsentrasinya rendah namun apabila terkontaminasi cukup lama dalam tubuh ikan akan mengakibatkan terganggunya jaringan - jaringan pada tubuh ikan.

4.4.2 Cloudy Swelling

Cloudy swelling merupakan keadaan dimana sel mengalami kekeruhan atau pembengkakan sehingga inti (nukleus) sel terdesak. Sesuai pendapat Tresnati *et al.* (2007), *cloudy swelling* adalah kondisi dimana jaringan lymphoid yang tampak mengalami kekeruhan atau pengembunan pada lapisan permukaan jaringan. Dijelaskan pula, Takashima dan Hiyah (1995), degenerasi bengkak keruh atau *cloudy swelling* terjadi akibat kelebihan cairan dalam sel sehingga sel akan membengkak dan inti sel (nukleus) akan terdesak ke tepi. Sel tersebut kekurangan pasokan oksigen dan nutrisi yang salah satunya disebabkan karena sel tercemar oleh logam berat dari perairan yang dikonsumsi oleh organisme. Untuk lebih jelasnya struktur sel ginjal yang mengalami *cloudy swelling* yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. (A) Kerusakan Jaringan Ginjal Ikan Pari Kembang (*Dasyatis kuhlii*) (Hp = Hyperplasia, Cs = *Cloudy Swelling*) (Tresnati *et al.*, 2007), (B) Potongan Melintang Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang Mengalami *Cloudy Swelling* dengan Menggunakan Mikroskop Binokuler Olympus CX22 dengan Pembesaran 400X dan Pewarnaan H-E (Hasil Pengamatan).

Gambar 8A menunjukkan ginjal ikan pari kembang (*Dasyatis kuhlii*) yang mengalami *cloudy swelling* dimana mengalami kekeruhan atau pengembunan bahkan nukleusnya terdesak ketepi, sedangkan pada (Gambar 8B) menunjukkan bahwa ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang mengalami *cloudy swelling*, inti selnya terdesak karena dalam sel mengalami kelebihan cairan dan sel nampak keruh. Terjadinya *cloudy swelling* ini diduga karena pencemaran kadmium (Cd) yang sudah melebihi ambang batas. Menurut Murdjani (2002), kerusakan awal berupa pembengkakan sel (*cloudy swelling*) epitel pembatas tubulus renalis, sehingga menyebabkan lumen tubulus tampak sempit, tidak berbentuk bulat dan menyatu. Hal ini akan menyebabkan terjadinya degenerasi dan nekrosis (kematian sel) epitel pembatas tubulus renalis.

Menurut Anderson (1995), mekanisme terjadinya *cloudy swelling* berawal dari sel melakukan kestabilan lingkungan eksternal dengan cara mengeluarkan energi metabolik untuk memompa ion natrium keluar dari sel. Terakumulasinya bahan beracun logam berat didalam sel ginjal menyebabkan terganggunya proses metabolisme sehingga sel tidak mampu memompa ion natrium keluar cukup banyak, akibatnya konsentrasi ion natrium didalam sel lebih tinggi dan air dapat masuk kedalam sel. Masuknya air berlebihan ke dalam sel menyebabkan terjadinya *cloudy swelling*, sehingga ukuran sel bertambah yang mengakibatkan inti sel terdesak ke tepi.

Sebelum data diolah menggunakan regresi, data nilai skoring di kumpulkan berdasarkan usia ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang dipelihara selama 3 bulan dengan tingkat kerusakan ginjal dan setiap perlakuan di lakukan 3 kali ulangan (Lampiran 5). Berikut adalah rata - rata nilai skoring dari kerusakan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) berupa *Cloudy Swelling* yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Rata - Rata Nilai Skoring

Lama Pemeliharaan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
1	1,33	1,66	2	5	1,66
2	2	2,33	2,33	6,66	2,22
3	2	2,66	3	7,66	2,55

Berdasarkan Tabel 7 di atas dapat diketahui bahwa, semakin lama ikan bandeng (*Chanos chanos*) dipelihara pada tambak yang diduga tercemar limbah logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) maka semakin tinggi nilai kerusakan yang terjadi pada organ ginjalnya. Pada lama pemeliharaan 3 bulan memiliki nilai kerusakan yang paling tinggi yaitu 2,55. Kemudian diikuti dengan lama pemeliharaan 2 bulan yaitu 2,22 dan yang paling rendah adalah lama pemeliharaan 1 bulan yaitu 1,66.

Semakin lama ikan bandeng (*Chanos chanos*) dipelihara pada tambak yang diduga tercemar limbah logam berat Cd dan Pb, maka semakin besar nilai kerusakan yang terjadi pada organ ginjalnya. Hal ini karena semakin lama ikan hidup pada media yang tercemar maka akan semakin banyak pula logam berat yang terakumulasi kedalam tubuh organisme tersebut sehingga menyebabkan kerusakan pada ginjal.

Perbedaan lama pemeliharaan ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tambak yang diduga tercemar limbah logam berat Cd dan Pb memberikan pengaruh terhadap nilai skoring kerusakan *cloudy swelling*. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan lama pemeliharaan terhadap nilai skoring kerusakan *cloudy swelling* dapat diketahui dari analisa sidik ragam yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F _{hitung}	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,20	0,60	4,45 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	0,81	0,13			
Total	8	2,08	-			

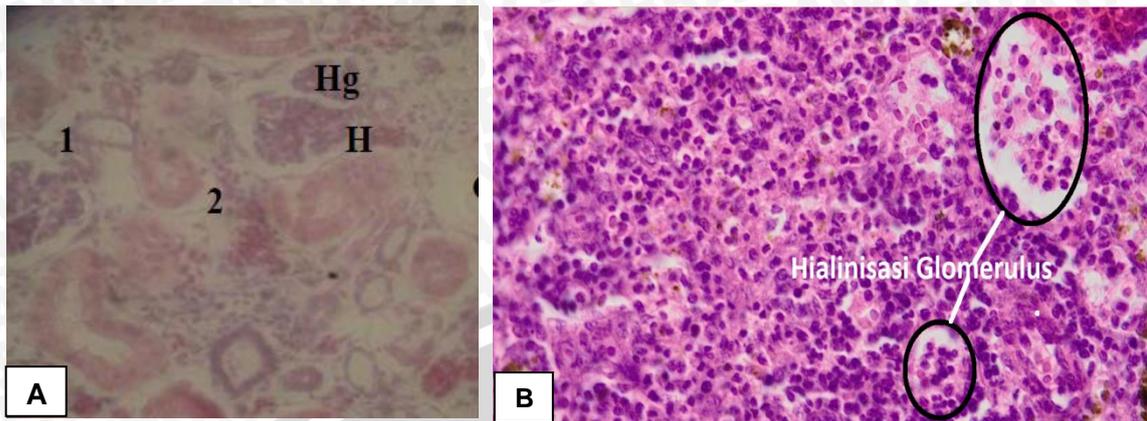
Keterangan (ns) = Tidak berbeda nyata

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa nilai $F_{hitung} < F_{5\%}$ dan $F_{1\%}$ yang berarti perbedaan lama pemeliharaan tidak berbeda nyata terhadap nilai skoring kerusakan *Cloudy Swelling*. Maka dari itu tidak dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil.

4.4.3 Hialinisasi Glomerulus

Glomerulus berbentuk bulat yang terdiri dari pusatan sel mesengial kompak yang dikelilingi oleh kapiler glomerulus (Supartinah, 2012). Menurut Yamase (1993) dalam Tresnati *et al.* (2007), bentuk glomerulus atau dikenal juga dengan jalinan kapiler, tidak berbentuk bulat utuh melainkan menyerupai angka enam. Glomerulus yang tersusun dari kapiler darah berfungsi sebagai penyaring selektif dari darah terutama dalam filtrasi darah normal. Oleh karena itu dengan adanya logam berat, kandungan darah tidak dalam keadaan normal sehingga menyebabkan perkembangan organ ginjal menjadi abnormal dengan berbagai kerusakan yang salah satunya dapat terjadi pada glomerulus ginjal.

Menurut Tresnati, *et al.* (2007), hialinisasi glomerulus merupakan akibat dari penyumbatan pada permukaan glomerulus tersebut sehingga perkembangan produksi glomerulus menjadi abnormal. Untuk lebih jelasnya struktur sel ginjal mengalami hialinisasi glomerulus disajikan pada Gambar 8.



Gambar 9. (A) Kerusakan Jaringan Ginjal Ikan Pari Kembang (*Dasyatis kuhlii*) (1 = Glomerulus, 2 = Jaringan Lymphoid, H = Hiperplasia, dan Hg = Hialinisasi Glomerulus) (Tresnati *et al.*, 2007), (B) Potongan Melintang Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang Mengalami Hialinisasi Glomerulus dengan Menggunakan Mikroskop Binokuler Olympus CX22 dengan Pembesaran 400X dan Pewarnaan H-E (Hasil Pengamatan).

Gambar 9A menunjukkan ginjal ikan pari kembang (*Dasyatis kuhlii*) yang mengalami hialinisasi glomerulus dimana selnya transparan bahkan samapai mengalami nekrosis sehingga bentuk glomerulus tidak nampak jelas, sedangkan pada (Gambar 9B) menunjukkan bahwa ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang mengalami hialinisasi glomerulus beberapa selnya tidak nampak begitu jelas. Terjadinya hialinisasi glomerulus ini diduga karena pencemaran kadmium (Cd) yang sudah melebihi ambang batas, dimana kadmium (Cd) berasal dari pemurnian pembuangan timbal (Pb). Mekanisme terjadinya hialinisasi glomerulus berawal dari sel - sel yang menyusun glomerulus mengalami atrophy atau hyaline (transparan). Dimana darah yang dipompa ke ginjal mengandung logam berat akan menurunkan kinerja hemoglobin sebagai pembawa oksigen. Dari kekurangan oksigen tersebut sel pada ginjal akan mengalami nekrosis atau kematian sel dimana didahului dengan sel mengecil bahkan hilang sama sekali yang disebut atrophy.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tresnati *et al.* (2007), ginjal ikan pada bak dengan konsentrasi kadmium sebesar 0,025 ppm, ikan mati dalam waktu 6 jam dengan memperlihatkan kondisi glomerulus dan renal tubule nampak tidak jelas, tampak produksi granula berlebih yang menutupi bagian - bagian ginjal yang merupakan

adaptasi organisme dalam merespon masuknya substansi logam yang berlebih. Hyalinisasi glomerulus merupakan salah satu perubahan yang menyebabkan menurunnya fungsi ginjal, berupa penumpukan massa sitoplasma yang tampak menggelembung. Menurut Takashima dan Hibiya (1995), kondisi ini ditandai dengan glomerulus dan renal tubule yang merupakan komponen dasar ginjal nampak tidak jelas dan terjadi produksi granula secara berlebih. Hyalinisasi glomerulus adalah gejala kerusakan ginjal yang dapat ditemukan pada tingkat pencemaran yang rendah.

Sebelum data diolah menggunakan regresi, data nilai skoring didapatkan berdasarkan usia ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang dipelihara selama 3 bulan dan tingkat kerusakan ginjal dan setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan (Lampiran 6). Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil rata - rata skoring hialinisasi glomerulus dari kerusakan ginjal yang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Data Rata - Rata Nilai Skoring

Lama Pemeliharaan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
1	1	1,33	1,66	4	1,33
2	1,66	2	2,66	6,33	2,11
3	2,33	2,66	2,66	7,66	2,55

Berdasarkan tabel 9 diatas dapat diketahui, semakin lama ikan bandeng (*Chanos chanos*) dipelihara pada tambak yang diduga tercemar limbah Cd dan Pb, maka semakin tinggi nilai kerusakan hialinisasi glomerulus yang terjadi. Pada lama pemeliharaan 3 bulan memiliki nilai kerusakan yang paling tinggi yakni 2,55. Kemudian diikuti dengan lama pemeliharaan 2 bulan yakni 2,11 dan yang paling rendah adalah pada lama pemeliharaan 1 bulan yakni 1,33.

Menurut Purnomo dan Muchyiddin (2007), akumulasi logam berat sebagai logam beracun pada suatu perairan merupakan akibat dari adanya buangan limbah ke sungai. Meskipun kadar logam berat dalam aliran sungai itu relatif kecil akan tetapi sangat mudah diserap dan terakumulasi secara biologis oleh tanaman atau hewan air dan akan

terlibat dalam sistem jaring makanan. Hal tersebut menyebabkan pembentukan bioakumulasi, yaitu logam berat akan terkumpul dan meningkat kadarnya dalam tubuh organisme air yang hidup, termasuk ikan bandeng. Kemudian melalui transformasi akan terjadi pemindahan dan peningkatan kadar logam berat tersebut secara tidak langsung melalui rantai makanan.

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan lama pemeliharaan terhadap nilai skoring kerusakan hialinasi glomerulus ginjal dapat diketahui dari analisa sidik ragam yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F _{hitung}	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	2,29	1,14	8,45*	5,14	10,92
Acak	6	0,81	0,13			
Total	8	3,11	-			

Keterangan (*) = Berbeda nyata

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa nilai $F_{hitung} > F_{5\%} < F_{1\%}$ yang memiliki arti perbedaan lama pemeliharaan berbeda nyata terhadap nilai skoring kerusakan hialinasi glomerulus. Maka dari itu dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil.

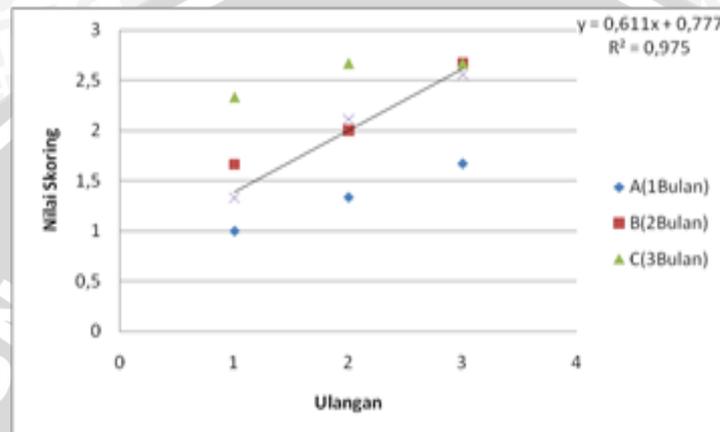
Tabel 11. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Hialinasi Glomerulus

	Rerata Perlakuan	1	2	3	Notasi
		1,33	2,11	2,55	
1	1,33	-	-	-	a
2	2,11	0,66 ^{ns}	-	-	ab
3	2,55	1,11*	0,44 ^{ns}	-	b

Keterangan : (*) = Berbeda nyata
(^{ns}) = Tidak berbeda nyata

Berdasarkan Tabel 11 di atas, diketahui hasil uji beda nyata terkecil (BNT) antara pengaruh lama pemeliharaan terhadap nilai skoring kerusakan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu perlakuan 1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2, perlakuan 1 berbeda nyata dengan perlakuan 3, tetapi perlakuan 2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan 3.

Untuk mengetahui hubungan antara lama pemeliharaan terhadap nilai skoring kerusakan ginjal ikan bandeng (*Chanos chanos*) maka dilakukan analisa regresi dan uji polynomial orthogonal yang disajikan pada Gambar 10, dimana didapatkan hasil pola hubungan linier dengan persamaan garis sebagai berikut ini $Y = 0,611x + 0,777$ dan $R^2 = 0,975$.



Gambar 10. Grafik Hubungan Lama Pemeliharaan dan Hasil Nilai Skoring Kerusakan Hialiniasi Glomerulus.

Grafik diatas menunjukkan bahwa semakin lama pemeliharaan ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tambak yang diduga tercemar limbah industri Cd dan Pb maka semakin besar nilai skoring hialiniasi glomerulus yang terjadi. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Tresnati, *et al.* (2007), yang menyebutkan bahwa paparan logam berat yang walaupun konsentrasinya rendah namun apabila terkontaminasi cukup lama dalam tubuh ikan akan mengakibatkan terganggunya jaringan - jaringan pada tubuh ikan.

4.5 Parameter Kualitas Air

4.5.1 Suhu

Hasil pengamatan terhadap suhu perairan tambak memperlihatkan nilai suhu air tambak sebesar 29°C, hasil ini menunjukkan kondisi suhu air tambak masih normal jika di bandingkan dengan surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun

2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut yaitu suhu berkisar antara 28°C - 32°C.

4.5.2 pH (Derajat Keasaman)

Hasil pengamatan terhadap nilai pH secara umum pada penelitian ini didapat pH air tambak sebesar 7,5. Hal ini menunjukkan hasil pengamatan pH air tambak dalam kondisi normal sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut yaitu pH berkisar antara 7 - 8.5. Keberadaan pH diperairan penting untuk reaksi-reaksi kimia dan senyawa - senyawa yang mengandung racun. Sebagian besar material - material yang bersifat racun akan meningkat toksisitasnya pada kondisi pH rendah (Williams, 1979 dalam Anggraeni, 2002).

4.5.3 Salinitas

Hasil pengamatan terhadap nilai salinitas dapat secara umum pada penelitian ini di dapat salinitas air tambak sebesar 17,8 ppt, hal ini menunjukkan hasil pengamatan salinitas air tambak dibawah kondisi normal jika dibandingkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut yaitu salinitas antara 33 - 34 ‰. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi nilai salinitas terutama pasang surut dan intensitas penguapan.

4.5.4 DO (Oksigen Terlarut)

Konsentrasi oksigen terlarut yang diperoleh dari hasil pengamatan kisaran nilai oksigen terlarut yang diperoleh di air tambak sebesar 6,2 ppm, hasil ini menunjukkan kisaran oksigen terlarut pada pengamatan ini dalam kondisi normal sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut yaitu >5 mg/l.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Hasil kandungan logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada air sungai maupun air tambak budidaya ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu Cd sebesar $<0,0024$ ppm dan Pb sebesar $<0,0044$ ppm. Sedangkan kandungan logam berat Cd dan Pb pada sedimen sungai maupun sedimen tambak budidaya ikan bandeng (*Chanos chanos*) yaitu Cd sebesar 1,079 ppm dan Pb tidak terdeteksi.
- Kandungan logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) dapat menyebabkan kerusakan atrophy dengan nilai skoring tertinggi pada lama pemeliharaan 3 bulan yakni 2,44 dan *cloudy swelling* dengan nilai skoring tertinggi pada lama pemeliharaan 3 bulan yakni 2,55 serta hialinisasi glomerulus dengan nilai skoring tertinggi pada lama pemeliharaan 3 bulan yakni 2,55.

5.2 Saran

Perlu dilakukan pengendalian pencemaran logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) di daerah tambak Candisari yaitu dengan penanaman mangrove disekitar tambak maupun pintu masuk air tambak untuk mengurangi dampak pencemaran logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T dan M. J. R. Yakob. 2004. Budidaya Bandeng (*Chanos chanos*) Intensif di Tambak. Prosiding Seminar Teknologi Perikanan Pantai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Lokal Penelitian dan Perikanan Pantai. Bali. 98 hlm.
- Asniatih., M. Idris dan K. Sabilu. 2013. Studi Histopatologi pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. Jurnal Mina Laut Indonesia. **3** (12) : 13 - 21.
- Anita, H., D. Siswanto dan P. Susetyorini. 2012. The Proses of An Extradition Request To Ecuador United States Embassy In England. Diponegoro Law Review. **1** (2) : 1 - 9.
- Anderson, P. S. 1995. Patofisiologi Konsep Klinis Proses. Proses Penyakit. Ahli Bahasa : Peter Anugerah. Jakarta : EGC. Penerbit Buku Kedokteran. 220 hlm.
- Anggraeni., I. 2002. Kualitas Air Perairan Laut Teluk Jakarta selama Periode 1996-2002. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor. 123 hlm.
- Asdak, C. 2004. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 147 hlm.
- Bevelander, G dan J. Ramaley. 1998. Dasar - dasar Histologi. Penerbit Erlangga :Jakarta. 102 hlm.
- Cholik, F., A. G. Jagat raya., R. P. Poernomo dan A. Jauzi. 2005. Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa. Masyarakat Perikanan Nusantara (MPN) dengan Taman Akuarium Air Tawar TMII. Jakarta. 415 hlm.
- Connell. D. W dan G. J Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). 520 hlm.
- Damayanti, F. N. 2010. Pengaruh Pencemaran Logam Berat terhadap Kondisi Histologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn) dalam Karamba Jaring Apung di Blok Jangari Waduk Cirata. Skripsi. Universitas Padjadjaran, Jatinangor. 62 hlm.
- Fardiaz, S., 2006. Polusi Air dan Udara. Kanisius : Yogyakarta. 190 hlm.
- Farida. L. 2012. Referat Anatomi Fisiologi Ginjal. Kanisius : Universitas Muhammadiyah Semarang. 53 hlm.
- Gunradi, Rudy, S. dan J. Suprpto. 2007. Penelitian Endapan Lumpur Di Daerah Porong Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur. Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan Dan Non Lapangan Tahun 2007. Pusat Sumber Daya Geologi. 224 hlm.
- Herman. H. dan Yuniarti. M. S. 2012. Pengaruh Padat Penebaran *Glacilaria* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) pada Budidaya Sistem Polikultur. Jurnal Perikanan dan Kelautan. **3** (3) : 13 - 21.

- Ismail, A., Manadiyanto dan S. Hermawan. 1998. Kajian Usaha Bandeng Umpan dan Bandeng Konsumsi pada Tambak di Kamal Jakarta Utara. Seminar Teknologi Perikanan Pantai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Loka Penelitian Perikanan Pantai. Bali. 120 hlm.
- Jarup, L., 2002. Cadmium (Cd) Overload and Toxicity, Nephrol Dial Transplantat. **17** (2) : 35-39.
- Kordi. M. G. H. dan Tamsil. A. 2010. Pembenuhan Ikan Laut Ekonomis Secara Buatan. Lily Publisher : Yogyakarta. 267 hlm.
- Khan, M. H and K. Qayyum. 2002. Determination of Trace Amounts of Iron, Copper, Nickel, Cadmium and Lead in Human Blood by Absorption Spectrometry. Pakistan Journal of Biological Sciences. **5** (10) : 1104 - 1107.
- Mas'ud. F. 2011. Prevalensi dan Derajat Infeksi *Dactylogyrus* sp. Pada Insang Benih Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Tradisional, Kecamatan Glagah, Kabupaten Lamongan Jawa Timur. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Ilmu Kelautan. **3** (1) : 27-39.
- Mayunar. 2002. Budidaya Bandeng Umpan Semi Intensif dengan Sistem Modular pada Berbagai Tingkat Kepadatan. Laporan Kegiatan Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jepara. 211 hlm.
- Moyle. P. B. and Joseph. J. Cech-Jr. 2000. Fishes An Introduction to Ichthyology. 4 Edition. Prentice-Hall Inc. USA. 1054 p.
- Mubarak, H., S. Ilyas., W Ismail., I. S. Wahyuni. 1990. Petunjuk Teknis Budidaya Ikan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta. 94 hlm.
- Mulyanto. 1992. Lingkungan Hidup Untuk Ikan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta 138 hlm.
- Muntiha, M. 2001. Teknik Pembuatan Preparat Histopatologi dari jaringan Hewan dengan Pewarnaan Hemaktosilin dan Eosin H dan E. Temu Teknis Fungsional Non Peneliti. 43 hlm.
- Murdjani, M. 2002. Identifikasi dan Patologi Bakteri *Vibrio alginoliticus* Pada Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*). Disertasi. Program Pascasarjana. Universitas Brawijaya. Malang. 55 hlm.
- Nelson, J. S. 1984. Fishes of The World. 2 Edition. Jonh Wiley Son Inc. USA. 121p.
- Novianto, R. T. W. D, Rachmadiarti. F, dan Raharjo. 2012. Analisis Kadar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Udang Putih (*Penaeus merguensis*) di Pantai Gesek Sedati Sidoarjo. Lentera Bio. **1** (2) : 63-66.
- Nurchayatun. S. 2007. Kerusakan Ginjal Ikan Belanak yang Diakibatkan Oleh Logam Berat Timbel (Pb). Jurnal Sains Dan Teknologi. **4** (1) : 98-108.

- Ozturk, M., Ozozen, G., Minareci, O., and Minareci E., 2009. Determination of Heavy Metals In Fish, Water and Sediments of Avsar Dam Lake In Turkey, Environ. Health. Sci. Eng., 2009. **6** (2) : 73-80.
- Palar. S. 1994. Estimation of Source of Heavy Metal Contamination in Sediments of Gomti River (India) Using Principal Component Analysis, Water, Air, and Soil Pollution. Springer. **16** (6) : 321 - 341.
- Pantung, N., Helander, K. G and Cheevaporn. V. 2008. Histopathological Alterations of Hybrid Walking Catfish (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) in Acute and Subacute Cadmium Exposure. Environment Asia. **1** (1) : 22 - 27.
- Pratiwi. L. 2010. Toxic Metals and Antioxidants: Part II. The Role of Antioxidants in Arsenic (As) and Cadmium (Cd) Toxicity. Journal of Clinical Therapeutic. **8** (6) : 106 - 128.
- Puspita. M. 2012. Evaluasi Kadar Cemar Pb dan Cd Dalam Air Pada Pantai dan Daerah Perikanan di Sekitar Kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang. 39 hlm.
- Purnomo, T. dan Muchyiddin., 2007. Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Kecamatan Gresik. Jurnal Neptunus. **14** (1) : 68 - 77.
- Rochyatun, E., & Rozak, A., 2006. Distribusi Logam Berat Dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane, Makara Sains **10** (3) : 35 - 40.
- Said, I., Jalaluddin, M. N., Upe, A., & Wahab, A. W. 2009. Penetapan konsentrasi logam berat krom dan timbal dalam sedimen estuaria sungai matang pondo Palu. Jurnal Chemica. **10** (2) : 40 - 47.
- Siswandari, W. 2005. Nilai Diagnostik Pemeriksaan Imunositokimia Limfosit Sediaan Apus Darah Tepi Dibandingkan Analisis Kromosom Pada Penderita Dengan Dugaan Sindroma Fragile X. (Tesis). Semarang. Program Pendidikan Dokter Spesialis Patologi Klinik. Universitas Diponegoro Semarang. 74 hlm.
- Setiawan, N. 2009. Teknik Sampling. [http : // pustaka. unpad. ac. Id / wp-content / uploads / 2009 / 03 / teknik / sampling 1. pdf](http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/03/teknik/sampling1.pdf). Diakses tanggal 15 April 2015. 47 hlm.
- Sudarmaji, Mukono, j., & Coire, I. P., 2006. Toksikologi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. Jurnal Kesehatan Lingkungan. **2** (1) : 129 - 142.
- Sugiyono. 2006. Statistik Untuk Penelitian. Calfabeta. Bandung. 253 hlm
- Supartina. A. 2012. Texbook of Fish Disease (Translated by : D. A. Controy and R. L.Herman). TFH Publication Germany. 302 p.
- Susanto. E. 2010. Pengolahan Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) Duri Lunak. Seri penyuluhan bagi masyarakat pesisir. 11 hlm.

Takashima. F dan T. Hiyah. 1995. An Atlas of Fish Histology. Normal and Phatological Features. Second Edition. Kondansha LTD. Tokyo. Vol 166, pp. 321 - 341.

Tresnati. J dan Iqbal. M. dan Sitty. A. 2007. Kerusakan Ginjal Ikan Pari Kembang (*DasyatisKuhlII*) yang Diakibatkan Oleh Logam Berat Timbel (Pb). Jurnal Sains Dan Teknologi **7** (3) : 153 - 160.

Widaningrum, Miskiyah, & Suismono, 2007. Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternative pencegahan cemarannya. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian **3** (2) : 17 - 27.

Widiastuti. W. 1983. Beberapa Masalah Mendesak dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup. Widyapura No. 1 tahun VII / 1990. Pusat penelitian dan Pengembangan dan Perkotaan dan Lingkungan DKI. Jakarta. 87 hlm.

Wikipedia Indonesia. 2006. Pencemaran Diambil melalui [http : // id. wikipedia. org. / wiki / pencemaran](http://id.wikipedia.org/wiki/pencemaran). Diakses tanggal 15 April 2015. 15 hlm.

Yun. A. 2004. Pengaruh logam timbal (Pb) terhadap jaringan ginjal ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). Maspari Journal. **8** (1) : 42 - 47.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat - alat yang digunakan



Termometer



Sectionset



pH Meter



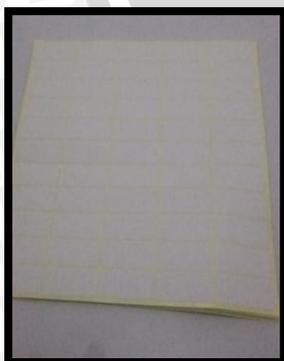
DO Meter



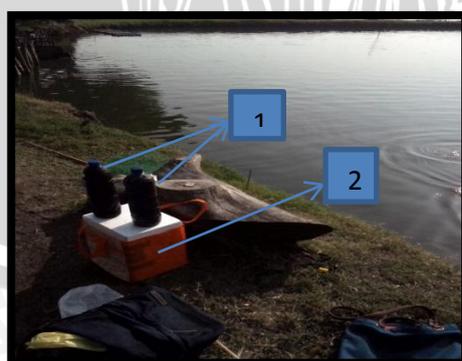
Salinometer



Botol Sampel



Kertas Label



1. Botol Air Mineral 1,5 Liter, 2. Coolbox

Lampiran 2. Bahan - bahan yang digunakan



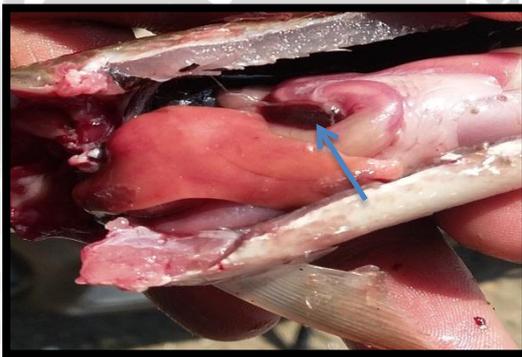
Es Batu



Sampel Air dan Sedimen



Larutan Davitson



Ginjal Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)



Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Lampiran 3. Peta Lokasi Penelitian



Lampiran 4. Perhitungan Kerusakan Atrophy

a. Atrophy

Perhitungan

$$\text{Total A} = 1+1,33+1,66$$

$$= 4$$

$$\text{Total B} = 1,66+2+2,33$$

$$= 6$$

$$\text{Total C} = 2,33+2,33+2,66$$

$$= 7,33$$

$$\text{A rata - rata} = \frac{4}{3}$$

$$= 1,33$$

$$\text{B rata - rata} = \frac{6}{3}$$

$$= 2$$

$$\text{C rata - rata} = \frac{7,33}{3}$$

$$= 2,44$$

Tabel Rerata Kerusakan Atrophy Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	1	1,33	1,66	4	1,33
B	1,66	2	2,33	6	2
C	2,33	2,33	2,66	7,33	2,44
				17,33	

Perhitungan Sidik Ragam

$$\begin{aligned} 1. \text{ Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{G^2}{N} \\ &= \frac{17,33^2}{9} \\ &= 33,36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Jumlah Kuadrat (JK Total)} &= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + C_3^2) - \text{FK} \\ &= (1^2 + 1,33^2 + 1,66^2 + 1,66^2 + 2^2 + 2,33^2 + 2,33^2 + 2,33^2 + 2,66^2) - 33,36 \\ &= (1 + 1,76 + 2,75 + 2,75 + 4 + 5,42 + 5,42 + 5,42 + 7,07) - 33,36 \\ &= (28,52) - 33,36 \\ &= 35,59 - 33,3 = 2,23 \end{aligned}$$

Lampiran 4 (Lanjutan)

$$\begin{aligned}
 3. \text{ JK Perlakuan} &= \frac{\sum(\sum xi)^2}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(TA^2 + TB^2 + TC^2)}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(4^2 + 6^2 + 7,33^2)}{3} - 33,36 \\
 &= 1,89
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ JK galat/acak} &= \text{JK Total} - \text{JK perlakuan} \\
 &= 2,23 - 1,89 \\
 &= 0,34
 \end{aligned}$$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F _{hitung}	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,89	0,94	11,75**	5,14	10,92
Acak	6	0,34	0,08			
Total	8	2,33	-			

Keterangan (**) = Berbeda sangat nyata

Dikarenakan nilai F hitung memiliki nilai yang lebih besar dari pada F tabel 5% dan kurang dari F tabel 1%, maka perhitungan dilanjutkan pada proses perhitungan Beda Nyata Terkecil (BNT).

- Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil

$$\begin{aligned}
 \text{SED} &= \sqrt{\frac{2 \text{KT}_{\text{acak}}}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 0,08}{3}} = 0,23
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT } 5\% &= t_{5\%} (\text{db}_{\text{acak}}) \times \text{SED} \\
 &= 2,44691 \times 0,23 \\
 &= 0,56
 \end{aligned}$$

$$\text{BNT } 1\% = t_{1\%} (\text{db}_{\text{acak}}) \times \text{SED} = 3,70743 \times 0,23 = 0,85$$

Lampiran 4 (Lanjutan)

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Rerata Perlakuan	1	2	3	Notasi
	1,33	2	2,44	
1 1,33	0 ^{ns}	-	-	a
2 2	0,66 ^{ns}	0 ^{ns}	-	ab
3 2,44	1,44*	0,44 ^{ns}	0 ^{ns}	b

Keterangan (*) = Berbeda nyata
(ns) = Tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT), diketahui bahwa hasil yang diperoleh berbeda nyata, dalam hal ini maka dilakukan perhitungan lanjutan dengan menggunakan *Polynomial Orthogonal*.

- Perhitungan Polynomial Orthogonal

Tabel Polynomial Orthogonal

Perlakuan	Hasil (Ti)	Pembanding	
		Linear	Kuadratik
1	4	-1	1
2	6	0	-2
3	7,33	1	1
Q = ΣCi x Ti		4,34	1
Hasil Kuadrat		2	6
Kr = (ΣCi)² x		6	18
r_{ulangan}			
JK = $\frac{Q^2}{Kr}$		3,13	0,05

Tabel sidik ragam regresi

Sidik ragam	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,86	0	36,32**	5,14	10,92
Linear	1	3,13	3,13	0,64 ^{ns}		
Kuadratik	1	0,05	0,05			
Acak (galat)	6	0,34	0,08			
Total	8	2,23	0,29			

Keterangan (*) = Berbeda nyata
(ns) = Tidak berbeda nyata



Lampiran 5. Perhitungan Kerusakan *Cloudy Swelling*

Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Total A} &= 1,33+1,66+2 \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A rata - rata} &= \frac{5}{3} \\ &= 1,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total B} &= 2+2,33+2,33 \\ &= 6,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B rata - rata} &= \frac{6,66}{3} \\ &= 2,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total C} &= 2+2,66+3 \\ &= 7,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C rata - rata} &= \frac{7,66}{3} \\ &= 2,55 \end{aligned}$$

Tabel Rerata Kerusakan *Cloudy Swelling* Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	1,33	1,66	2	5	1,66
B	2	2,33	2,33	6,66	2,22
C	2	2,66	3	7,66	2,55
				19,33	

Perhitungan Sidik Ragam

$$\begin{aligned} 1. \text{ Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{G^2}{N} \\ &= \frac{19,33^2}{9} \\ &= 41,53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Jumlah Kuadrat (JK Total)} &= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + C_3^2) - \text{FK} \\ &= (1,33^2 + 1,66^2 + 2^2 + 2^2 + 2,33^2 + 2,33^2 + 2^2 + 2,66^2 + 3^2) - 41,53 \\ &= (1,77 + 2,77 + 4 + 4 + 5,44 + 5,44 + 4 + 7,11 + 9) - 41,53 \\ &= 43,55 - 41,53 \\ &= 2,02 \end{aligned}$$

Lampiran 5 (Lanjutan)

$$\begin{aligned} 3. \text{ JK Perlakuan} &= \frac{\sum(\sum xi)^2}{r} - \text{FK} \\ &= \frac{(5^2 + 6,66^2 + 7,66^2)}{3} - \text{FK} \\ &= \frac{(25 + 44,44 + 58,77)}{3} - 41,53 \\ &= 1,20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ JK galat/acak} &= \text{JK Total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 2,02 - 1,20 \\ &= 0,81 \end{aligned}$$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F _{hitung}	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	1,20	0,60	4,45 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	0,81	0,13			
Total	8	2,02	-			

Keterangan (ns) = tidak berbeda nyata.

Dikarenakan nilai F hitung memiliki nilai yang lebih kecil dari pada F table 5% maka perhitungan tidak dilanjutkan ke uji Beda Nyata Terkecil.

Lampiran 6. Perhitungan Kerusakan Hyalinisasi Glomerulus

Perhitungan

$$\text{Total A} = 1+1,33+1,66$$

$$= 4$$

$$\text{Total B} = 1,66+2+2,33$$

$$= 6$$

$$\text{Total C} = 2,33+2,66+3$$

$$= 8$$

$$\text{A rata - rata} = \frac{4}{3}$$

$$= 1,33$$

$$\text{B rata - rata} = \frac{6}{3}$$

$$= 2$$

$$\text{C rata - rata} = \frac{8}{3}$$

$$= 2,66$$

Tabel Kerusakan Hialinisasi Glomerulus Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
A	1	1,33	1,66	4	1,33
B	1,66	2	2,66	6,33	2,11
C	2,33	2,66	2,66	7,66	2,55
				18	

Perhitungan Sidik Ragam

$$\begin{aligned} 1. \text{ Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{G^2}{N} \\ &= \frac{18^2}{9} \\ &= 36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Jumlah Kuadrat (JK Total)} &= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + C_3^2) - FK \\ &= (1^2+1,33^2+1,66^2+1,66^2+2^2+2,66^2+2,33^2+2,66^2+2,66^2) - 36 \\ &= (1+1,77+2,77+2,77+4+7+5,44+7+7) - 36 \\ &= 38,75 - 36 \\ &= 2,75 \end{aligned}$$

Lampiran 6 (Lanjutan)

$$\begin{aligned} 3. \text{ JK Perlakuan} &= \frac{\sum(\sum xi)^2}{r} - \text{FK} \\ &= 4^2 + 6,33^2 + 7,66^2 : 3 - \text{FK} \\ &= 16 + 40,06 + 58,67 : 3 - 36 \\ &= 114,75 : 3 - 36 \\ &= 38,24 - 36 = 2,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ JK galat/acak} &= \text{JK Total} - \text{JK perlakuan} \\ &= 2,75 - 2,25 \\ &= 0,50 \end{aligned}$$

Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F _{hitung}	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	2,24	1,12	9,33*	5,14	10,92
Acak	6	0,50	0,12			
Total	8	2,75	-			

Keterangan (*) = Berbeda nyata

Dikarenakan nilai F hitung memiliki nilai yang lebih besar dari pada F tabel 5% dan lebih kecil dari F tabel 1%, maka perhitungan dilanjutkan pada proses perhitungan Beda Nyata Terkecil (BNT).

- Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2 \text{KT}_{\text{acak}}}{r}} \\ &= \text{Akar } 2 \times 0,12 : 3 = 0,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t_{5\%}(\text{db}_{\text{acak}}) \times \text{SED} \\ &= 2,44691 \times 0,08 \\ &= 0,195 \end{aligned}$$

$$\text{BNT } 1\% = t_{1\%}(\text{db}_{\text{acak}}) \times \text{SED} = 3,70743 \times 0,08 = 0,296$$

Lampiran 4 (Lanjutan)

Tabel Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Rerata Perlakuan		1	2	3	Notasi
		1,33	2,11	2,55	
1	1,33	0 ^{ns}	-	-	a
2	2,11	0,77 ^{ns}	0 ^{ns}	-	ab
3	2,55	1,22*	0,44 ^{ns}	0 ^{ns}	b

Keterangan (*) = Berbeda nyata
(ns) = Tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT), diketahui bahwa hasil yang diperoleh berbeda nyata, dalam hal ini maka dilakukan perhitungan lanjutan dengan menggunakan *Polynomial Orthogonal*.

- Perhitungan Polynomial Orthogonal

Tabel Polynomial Orthogonal

Perlakuan	Hasil (Ti)	Pembanding	
		Linear	Kuadratik
1	4	-1	1
2	6,33	0	-2
3	7,66	1	1
Q = $\sum C_i \times T_i$		3	-2,32
Hasil Kuadrat		2	6
Kr = $(\sum C_i)^2 \times$		6	18
r_{ulangan}			
JK = $\frac{Q^2}{Kr}$		1,5	0,29

Tabel sidik ragam regresi

Sidik ragam	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	2	2,29	0	11,04**	5,14	10,92
Linear	1	1,5	1,5	2,20 ^{ns}		
Kuadratik	1	0,29	2,29			
Acak (galat)	6	0,34	0,13			
Total	8	3,11	0,3			

Keterangan (**) = Sangat berbeda nyata
(ns) = Tidak berbeda nyata