

**STUDI TINGKAT PENCEMARAN MELALUI ANALISIS KANDUNGAN
LOGAM BERAT DALAM DAGING UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fabr.)
YANG DIBUDIDAYAKAN PADA PERTAMBAKAN SEKITAR MUARA
SUNGAI TALLO KOTAMADYA UJUNG PANDANG**

**OLEH
SAHARUDDIN**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin**

**FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG**

1997

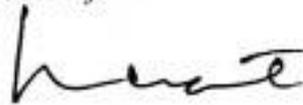
Judul Skripsi : STUDI TINGKAT PENCEMARAN MELALUI ANALISIS
KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM DAGING
UDANG WINDU (Penaeus Monodon Fabr.) YANG
DIBUDIDAYAKAN PADA PERTAMBAKAN SEKITAR
MUARA SUNGAI TALLO KOTAMADYA UJUNG
PANDANG

Nama Mahasiswa : Saharuddin

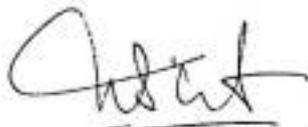
No Pokok : 90 06 174

Skripsi telah diperiksa

dan disetujui oleh :



Prof. Dr. Ir. H. M. Natsir Nessa, MS
Pembimbing Utama



Ir. H. I. Nengah Sutika, MS
Pembimbing Anggota



Ir. Daud Thana
Pembimbing Anggota

Diketahui oleh:



Alam Ali, MS
Dekan



Ir. L. S. Tandipayuk, M.Sc
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus :



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Prof. Dr. Ir. H.M. Natsir Nessa, MS sebagai pembimbing utama, juga kepada bapak Ir. H.I. Nengah Sutika,MS, dan bapak Ir. Daud Thana, masing-masing sebagai pembimbing anggota yang ikhlas meluangkan waktunya dan bersusah payah memberikan nasehat, petunjuk, dan bimbingan kepada penulis sejak awal dari penelitian hingga selesainya skripsi ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan dan seluruh staf dosen serta pegawai atas bantuan yang diberikan selama penulis mengikuti pendidikan.

Kepada bapak Dr. Alfian Noor, Msc dan Drs. Syarifuddin Liong, MS atas segala bantuan yang telah diberikan selama menganalisis sampel, dihaturkan banyak terima kasih. Penulis juga tak lupa mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung.

Secara khusus, kepada yang tercinta ayahanda dan ibunda atas limpahan kasih sayangnya dalam mengasuh dan membesarkan penulis, serta kepada kakak-kakak dan adik-adik tersayang atas do'a, dorongan, dan semangat yang diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kami sangat mengharapkan saran-saran dan kritikan yang sifatnya membangun dari semua pihak demi untuk kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya harapan kami semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat kepada semua pembaca, dan khususnya kepada penulis sendiri.

S a h a r u d d i n



RINGKASAN

SAHARUDDIN, 90 06 174. Studi Tingkat Pencemaran Melalui Analisis Kandungan Logam Berat Dalam daging Udang Windu (Penaeus monodon Fabr.) Yang Dibudidayakan Pada Pertambakan Sekitar Muara Sungai Tallo Kotamadya Ujung Pandang, dibawah bimbingan: M. NATSIR NESSA sebagai ketua, I. NENGAH SUTIKA dan DAUD THANA sebagai anggota.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb, Cd dan Zn dalam daging udang windu yang dibudidayakan pada areal pertambakan di sekitar muara sungai Tallo Kotamadya Ujung Pandang. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu sumber informasi tentang tingkat kontaminasi logam berat Pb, Cd dan Zn pada udang agar penggunaannya sebagai sumber gizi dapat dipantau keamanannya, dan juga sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan lokasi budidaya udang pada daerah tersebut.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 1996 hingga Oktober 1996. Adapun lokasi pengambilan sampel dilakukan pada pertambakan sekitar muara sungai Tallo Kotamadya Ujung Pandang. Sampel yang diambil selanjutnya dianalisis di laboratorium Kimia Analitik, Jurusan KIMIA Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. Pengambilan sampel dilakukan sesaat sebelum panen pada 5 stasiun (tambak), dalam penentuan stasiun diusahakan dapat mewakili semua tambak yang ada pada daerah sekitar lokasi penelitian. Tambak yang digunakan sebagai stasiun

pengambilan sampel digolongkan dalam 3 sistem budidaya yaitu (1) tradisional, (2) tradisional plus dan (3) semi intensif. Sampel yang diambil sebanyak 3 - 4 ekor untuk setiap stasiun. Sebelum pengambilan sampel terlebih dahulu dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air tambak, antara lain suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut.

Untuk keperluan analisis, daging udang dihaluskan, lalu dimasukkan ke dalam labu kjeldhal, kemudian ditambahkan 2 ml HNO_3 pekat, 2 ml H_2SO_4 pekat dan dipanaskan pada suhu 70°C . Kemudian ditambahkan 5 ml akuades sampai larutan menjadi jernih, hasilnya disaring dan ditepatkan volumenya dengan menggunakan labu ukur 50 ml. Kemudian dianalisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Pembuatan larutan contoh air tambak untuk keperluan analisis dilakukan dengan cara mencampurkan 100 ml sampel air tambak dengan 0,5 ml HNO_3 pekat, kemudian dianalisis dengan SSA.

Data-data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif dengan bantuan tabel dan histogram. Kemudian data kandungan logam berat yang terdapat dalam daging udang dibandingkan dengan kadar logam berat organisme laut yang boleh dikonsumsi oleh manusia yang ditetapkan oleh The Australian National Health and Medical Research Council (NHMRC) dan Tasmanian Food and Drug Regulation 1971 serta keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia 1993-1994.

Dari hasil analisis SSA pada sampel udang diketahui bahwa konsentrasi Pb 0,332 - 1,192 mg/kg.bb; Cd 0,128 - 0,301 mg/kg.bb; Zn 10,245 - 14,088 mg/kg.bb; dan dalam air tambak konsentrasi Pb 0,086 - 0,246 mg/l Cd 0,032 - 0,044 mg/l Zn 0,360 - 0,901 mg/l.

Konsentrasi logam Pb, Cd dan Zn yang diperoleh dalam daging udang belum melewati ambang batas maksimum yang telah ditetapkan guna dikonsumsi oleh manusia, sedangkan dalam air melewati mutu baku lingkungan hidup untuk keperluan budidaya perikanan seperti yang direkomendasikan oleh menteri KLH. Kandungan logam berat dalam daging tertinggi diperoleh pada tambak dengan sistem budidaya semi intensif dan terendah pada budidaya tradisional. Adapun urutan kandungan logam tertinggi adalah Zn, Pb dan Cd.

Dengan melihat konsentrasi ketiga jenis logam berat yang terdapat dalam daging udang semakin tinggi seiring dengan tingginya padat penebaran, maka sebaiknya untuk budidaya pada daerah tersebut tingkat penebarannya tidak terlalu padat atau tinggi.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 20 Agustus 1971 di Moncongkomba, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan dari pasangan Mannarima Dg. Lewa dan Bacce Dg. Ngona, yang merupakan anak ketiga dari tujuh bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 95 Campagaya, Kabupaten Takalar tahun 1984, Sekolah Lanjutan Pertama di SMP Negeri Bonto Lehang, Kabupaten Takalar tahun 1987 dan Sekolah Lanjutan Atas di SMA Negeri 2 Takalar tahun 1990.

Atas limpahan rahmat Allah SWT, pada tahun 1990 melalui ujian Masuk Perguruan Tinggi Negeri, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin dan memilih bidang keahlian Manajemen Sumberdaya Hayati Perairan.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	3
TINJAUAN PUSTAKA	5
Udang Windu	5
Klasifikasi	5
Habitat.....	5
Pencemaran Perairan	7
Logam Berat.....	8
Pengertian Logam Berat.....	8
Penyebab Pencemaran Logam Berat Dalam Perairan.....	9
Timbal (Pb).....	11

Cadmium (Cd).....	13
Seng (Zn).....	15
Akumulasi Logam Berat Oleh Organisme	16
METODE PENELITIAN	19
Waktu dan Lokasi Penelitian	19
Metode Pengambilan Sampel	19
Prosedur Analisis	20
Penyediaan Larutan Contoh dan Blanko.....	20
Pembuatan Larutan Baku	21
Penggunaan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	22
Analisis Data	23
HASIL DAN PEMBAHASAN	24
Logam Berat Timbal (Pb)	24
Logam Berat Cadmium (Cd).....	28
Logam Berat Seng (Zn).....	32
Kandungan Logam Berat dalam daging Udang dan Air Tambak	35
KESIMPULAN DAN SARAN	39
Kesimpulan	39
Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	44



DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Konsentrasi Logam Berat Pb dalam Daging Udang Windu (P. monodon Fabr) dan Air Tambak	25
2.	Konsentrasi Logam Berat Cd dalam Daging Udang Windu (P. monodon Fabr.) dan Air Tambak	29
3.	Konsentrasi Logam Berat Zn dalam Daging Udang Windu (P. monodon Fabr.) dan Air Tambak	32
4.	Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, dan Zn yang Terukur Dalam Daging Udang dan Air Tambak	36
5.	Konsentrasi Normal Logam Pb, Cd, dan Zn dalam Perairan dan Konsentrasi Logam yang Terukur Dalam Air Tambak di Sekitar Muara Sungai Tallo	38

Nomor	<u>Lampiran</u>	Halaman
1	Data Parameter Fisika Kimia Air pada Tiap Stasiun Penelitian di daerah Pertambakan Sekitar Muara Sungai Tallo, Ujung Pandang	44
2	Data Kandungan Logam Berat pada Setiap Stasiun dalam Air Tambak di Sekitar Muara Sungai Tallo.....	45
3	Data Kandungan Logam Berat pada Setiap Stasiun dalam Daging Udang yang Dibudidayakan	46
4	Batas maksimum Kadar Logam Berat Dalam Organisme Laut yang Boleh Dikonsumsi oleh Manusia.	47

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Histogram Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Setiap Stasiun dalam Air Tambak di Sekitar Muara Sungai Tallo	25
2.	Histogram Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Daging Udang Windu <u>P.monodon</u> Fabr yang dibudidayakan	26
3.	Histogram Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Setiap Stasiun dalam Air Tambak di Sekitar Muara Sungai Tallo	29
4.	Histogram Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) dalam Daging Udang Windu <u>P.monodon</u> Fabr yang dibudidayakan	30
5.	Histogram Kandungan Logam Berat Seng (Zn) pada Setiap Stasiun dalam Air Tambak di Sekitar Muara Sungai Tallo	33
6.	Histogram Kandungan Logam Berat Seng (Zn) dalam Daging Udang Windu <u>P.monodon</u> Fabr yang dibudidayakan	34

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Udang merupakan komoditi ekspor yang utama dari sub sektor perikanan, yang mampu bersaing dengan jenis komoditi lainnya di pasaran internasional untuk meningkatkan devisa suatu negara.

Melihat semakin terbukanya pasaran udang untuk suplay kebutuhan ekspor, maka kebutuhan untuk meningkatkan produksi komoditi primadona ini terasa semakin mendesak, dan menjadi pendorong untuk meningkatkan kegiatan budidaya udang windu (Penaeus monodon Fabr) khususnya di tambak. Usaha peningkatan produksi dan mutu hasil tambak sering terhambat akibat perkembangan industri di sekitar areal pertambakan, yang mana buangan limbahnya diduga mengandung unsur pencemar yang dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem perairan tambak

Bahan pencemar yang sangat berbahaya umumnya berasal dari buangan industri, terutama industri yang menggunakan logam berat Pb, Cd, dan Zn dalam proses produksinya. Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menunjukkan tingkat pencemaran pada daerah pertambakan di sekitar muara sungai Tallo adalah kandungan logam berat yang terdapat dalam daging udang windu yang dibudidayakan pada areal pertambakan tersebut.

Logam berat adalah suatu unsur yang bila terakumulasi dalam tubuh organisme air melampaui batas tertentu akan membahayakan kelangsungan hidup organisme tersebut dan bagi manusia yang mengkonsumsi organisme itu.

Sebagai contoh, tragedi Minamata di Jepang pada akhir 1930-an. Beberapa pabrik yang berada di dekat pantai Minamata membuang limbahnya yang mengandung unsur Hg ke perairan teluk Minamata. Melalui proses biomagnifikasi, ikan-ikan laut dan kerang-kerang mengakumulasi senyawa ini dalam konsentrasi yang tinggi yang selanjutnya dikonsumsi oleh masyarakat. Kira-kira 15 tahun kemudian sejak pembuangan Hg ini dimulai, keanehan mental dan cacat syaraf secara permanen mulai terlihat diantara penduduk setempat terutama anak-anak (Nybakken, 1988). Setelah itu menyusul kasus pencemaran Cd yang juga terjadi di Jepang. Kasus ini menyebabkan suatu jenis penyakit yang dikenal dengan nama itai-itai. Beberapa tahun yang lalu di teluk Jakarta pernah juga diisukan terjadi pencemaran logam berat yang diteliti dari kerang hijau.

Muara sungai Tallo merupakan salah satu lokasi yang dijadikan sebagai tempat pembuangan limbah baik yang berasal dari limbah rumah tangga, alat transportasi darat dan laut, maupun industri yang ada di sekitarnya, seperti industri kapal Indonesia, pabrik pengolahan kayu, industri pembekuan udang dan ikan serta industri-industri yang ada di sepanjang daerah aliran sungai Tallo tersebut.

Pengukuran beberapa jenis logam berat pada perairan muara sungai Tallo menunjukkan konsentrasi yang sudah melewati ambang batas yang telah ditetapkan oleh menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup (Fachruddin, dan Darmawan, 1995). Hal yang serupa juga telah dilakukan pada organisme kerang-kerangan yang berada di perairan dekat muara sungai Tallo dan didapatkan konsentrasi yang sangat tinggi, untuk jenis logam berat Cd dan Pb dalam jaringan kerang darah dan bulu konsentrasinya telah berlipat 468 kali dari kadar normalnya (Rastina, 1995).

Berdasarkan hal di atas, diduga terjadi proses akumulasi dalam tambak yang berada di sekitar muara sungai Tallo dimana para nelayan membudidayakan udang dan ikan. Sampai saat ini informasi tentang tingkat akumulasi logam berat tembaga (Pb), Cadmium (Cd) dan seng (Zn) dalam daging udang windu sangat minim, sehingga penelitian mengenai kandungan logam berat Pb, Cd, dan Zn dalam daging udang windu yang dibudidayakan pada pertambakan sekitar muara sungai Tallo perlu dilaksanakan.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb, Cd dan Zn dalam daging udang windu yang dibudidayakan pada areal pertambakan di sekitar muara sungai Tallo Kotamadya Ujung Pandang.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu sumber informasi tentang tingkat kontaminasi logam berat Pb, Cd dan Zn pada udang agar penggunaannya sebagai sumber gizi dapat dipantau keamanannya, dan juga sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan lokasi budidaya udang pada daerah tersebut

Cadmium sering kali terdeteksi pada permukaan air, baik dalam bentuk larutan Cd maupun dalam bentuk partikel. Residu dari Cd terlarut biasanya sangat rendah yaitu sekitar 2 µg/l hingga 4 µg/l pada daerah industri. Sedangkan Cd dalam bentuk partikel seringkali lebih tinggi (Moore, 1990).

Unsur Cd yang terdapat dalam air laut yang berawal dari industri ditemukan dalam bentuk garam. Prinsip utama dalam penggunaan Cd adalah stabilisator, dan pigmen dalam pembuatan plastik adalah proses penyepuhan dengan tenaga listrik. Sebagian kecil Cadmium terdapat dalam solder, logam campuran lain, baterai serta bahan cat warna (Clark, 1986).

Cadmium secara alamiah terdapat dalam lingkungan laut dalam kadar yang rendah. Kebanyakan berada dalam bentuk yang kompleks sekalipun Cd tidak memiliki fungsi Fisiologi yang tampak. Akumulasinya oleh beberapa kerang-kerangan dan molusca relatif cepat. Cd dapat menyebabkan kerusakan nekrotik pada epitel insang. Aksi toksisitas dari logam tampaknya merupakan sebuah kombinasi efek dari tekanan osmoregulasi dan pengendapan dari lendir di insang dengan kematian yang diakibatkan oleh karena mati lemas (Alabaster dan Loyd, 1980 dalam Cusimano and Brakke, 1985).

Menurut Moraitou dan Verriopoulos (1980), logam Cd dapat mempengaruhi kecepatan respirasi binatang-binatang laut. Pada ikan, cadmium dapat menyebabkan

TINJAUAN PUSTAKA

Udang Windu

Klasifikasi

Udang Windu di klasifikasikan sebagai berikut:

Phylum : Arthropoda

klass : Crustacea

Sub Klass : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Sub Ordo : Natantia

Famili : Penaidae

Genus : Penaeus

Species : Penaeus monodon Fabricius

Di Indonesia *P. monodon*, dikenal dengan nama udang windu atau udang jumbo dan telah dibudidayakan secara besar-besaran di tambak-tambak daerah pasang-surut. Nama perdagangan udang windu adalah Tiger Prawn (Oemarjati, dan Wisna Wardana, 1990).

Habitat

Habitat udang berbeda-beda tergantung jenis dan persyaratan hidup dari tingkatan-tingkatan dalam daur hidupnya. Pada umumnya udang yang dibudidayakan di tambak-tambak berukuran burayak (post larva). Udang yang berukuran burayak

di tambak-tambak berukuran burayak (post larva). Udang yang berukuran burayak tersebut ditangkap dari alam maupun bersumber dari pembenihan udang (Anonymous, 1987).

Udang tergolong organisme benthik, hidup pada permukaan dasar laut. Habitat yang disukai adalah dasar laut yang berlumpur, biasanya terdiri dari campuran pasir dan lumpur. Perairan yang berbentuk teluk dengan aliran sungai yang besar merupakan tempat (daerah) tambak yang baik (Oemarjati, dan Wisna Wardana, 1990).

Menurut Purnomo (1979) pilihan tanah dasar yang berlumpur bagi habitat udang windu merupakan suatu keuntungan karena dasar tambak yang terdiri dari tanah berlumpur lebih mudah menumbuhkan makanan alami

Udang windu bersifat euryhalin dan tumbuh baik pada salinitas dari 15 - 30 o/oo dan dapat mentolelir salinitas dari 5 - 40 o/oo. Keadaan pH yang cocok untuk udang windu berkisar antara 7, 5 - 9, 0 dan suhu berkisar antara 20 - 30 °C. Selanjutnya dikatakan bahwa jenis udang windu tidak mudah mengalami stress (tekanan) dalam penanganannya (Anonymous, 1987).

Suatu hal yang penting dalam budidaya udang windu dalam tambak adalah pengelolaan kualitas air terutama pada tambak yang padat penebarannya tinggi. Penurunan kualitas air akan berakibat buruk terhadap pertumbuhan dan tingkat kehidupan udang windu (Anonymous, 1987). Selain itu air tambak harus bebas dari

bahan pencemaran (limbah) baik yang berasal dari industri, pertanian maupun dari pemukiman. Limbah industri biasanya terdiri dari senyawa-senyawa organik beracun, limbah pertanian umumnya pestisida, sedangkan pemukiman berupa sisa-sisa buangan dapur, deterjen dan lain-lain (Ilyas, 1987)

Pencemaran Perairan

Pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya zat atau energi oleh manusia baik secara langsung maupun tidak langsung ke dalam lingkungan laut yang menyebabkan efek merugikan karena merusak sumberdaya hayati, membahayakan kesehatan manusia, menghalangi aktivitas diperairan termasuk perikanan, serta penurunan mutu air yang digunakan sampai pada tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (GESAMP, 1987).

Menurut Palar (1994) polusi atau pencemaran merupakan suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari bentuk asal pada kondisi yang lebih buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemaran atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun yang berbahaya bagi organisme hidup. Menurut Sugiharta (1987) selain kematian kehidupan dalam air disebabkan karena kurangnya oksigen dalam air juga dapat disebabkan karena zat beracun yang berada dalam air limbah yang masuk dalam perairan.

Air termasuk substrat yang paling parah akibat timbulnya pencemaran. Macam-macam sumber pencemaran antara lain berasal dari aktivitas domestik, pemukiman kota, pabrik, bahan industri, pertanian, pemukiman di lokasi air. Secara langsung maupun tidak langsung sumber pencemaran tersebut berpengaruh terhadap kualitas air, baik untuk air minum, industri, peternakan, perikanan maupun kebutuhan lainnya (Suriawiria, 1986).

Pencemaran lingkungan perairan akan menurunkan kualitas air tambak, sehingga dapat menimbulkan dampak dalam pemanfaatannya. Dengan demikian, menurunnya kualitas air tambak akan mengakibatkan menurunnya produksi perikanan. Hal ini bisa terjadi karena adanya kematian udang dalam tambak sehingga produksinya menurun. Selain itu juga dapat berbahaya bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsi hasil tambak tersebut (Wardoyo, 1974).

Logam Berat

Pengertian Logam Berat

Unsur-unsur logam berat secara normal adalah mempunyai nomor atom antara 22 sampai 92 pada semua periode 3 sampai 7 dalam susunan berkala unsur-unsur (Waldichuk, 1974). Menurut Saeni (1989 dalam Dianhanjaya, 1989), logam berat adalah semua jenis logam yang mempunyai berat jenis lebih dari 5 g/cm^3 , sedangkan yang mempunyai berat jenis kurang dari 5 g/cm^3 dapat dikenal dengan nama logam

ringan. Logam berat mempunyai ciri-ciri yaitu tidak dapat diuraikan oleh bakteri dan tidak dapat dihilangkan, tetapi reaktif melalui banyak cara terhadap tumbuhan dan hewan dan kadang-kadang disertai dengan efek yang merugikan (Anonymous, 1993).

Logam berat dalam jumlah yang sedikit telah menjadi bagian dari hidrosfer sejak awal masa geologis, bertambah melalui pelapukan/penuaan karang dan aktivitas vulkanis (Klein dan Goldberg 1970 dalam Winona dkk., 1979). Konsentrasi logam berat dalam lingkungan juga telah meningkat sejalan dengan berkembangnya masyarakat industri (Johnels dan Westermarck 1969 dalam Winona dkk., 1979). Air estuaria dan laut pesisir adalah tempat tertimbunnya logam berat yang dilepaskan dari kegiatan antropogenic, dan logam yang terdapat dalam organisme laut mencerminkan meningkatnya konsentrasi tersebut pada air laut (Klein dan Goldberg, 1970 dalam Winona dkk., 1979).

Penyebab Pencemaran Logam Berat Dalam Perairan

Berbagai unsur logam secara alamiah terdapat pada perairan yang dibawa oleh aliran sungai, erosi atau jatuhnya debu di atmosfer. Selain itu terdapat pula disebabkan oleh peningkatan kegiatan manusia di daratan ataupun di lepas pantai melalui aktivitas industri, pertanian, pertambangan dan transportasi berbagai jenis kendaraan (GESAMP, 1985).

Di dalam usaha untuk mendapatkan logam dan menggunakan logam, tentu harus melalui penambangan biji-biji logam kemudian diolah, dilebur kemudian dimurnikan. Setelah itu diolah lagi menjadi bahan yang dapat dipakai, setelah pemakaian logam maka bahan logam ini akan dibuang lagi ke lingkungan. Pada setiap pengerjaan di atas, selalu akan dilepaskan sejumlah logam ke lingkungan.

Logam berat yang dibuang ke perairan, baik di sungai maupun di laut akan dipindahkan dari badan air melalui paling tidak tiga proses, yaitu pengendapan, adsorpsi dan adsorpsi oleh organisme-organisme perairan (Bryan, 1976). Apabila konsentrasi logam lebih besar dari pada konsentrasi unsur yang dapat mengikat dan melarutkan logam tersebut dalam air, seperti karbonat, hidroksil atau klorida maka logam akan diendapkan. Pada daerah-daerah yang kekurangan oksigen, misalnya akibat tingginya konsentrasi bahan-bahan organik, daya larut logam menjadi rendah, dan mudah mengendap (Supriharyono, 1984)

Selain itu logam juga dapat masuk ke dalam lingkungan perairan karena adanya daur alamiah yang memindahkan logam-logam dari batuan ke tanah, ke organisme hidup, ke air, ke endapan dan pada akhirnya kembali lagi ke batuan.

Toksisitas (daya racun) logam berat terhadap organisme perairan tergantung dari jenis, kadar, efek sinergis-antagonis dan bentuk fisika kimianya. Semakin besar kadar logam beratnya daya toksisitasnya semakin besar pula. Adanya efek sinergistik dari beberapa logam berat, juga akan memperbesar toksisitas logam berat. Faktor

lingkungan perairan seperti pH, kesadahan, temperatur dan salinitas turut pula mempengaruhi toksisitas logam berat (Hutagalung, 1991)

Semua logam berat dapat meracuni tubuh organisme hidup, walaupun sebagian logam berat dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah yang sangat kecil, tetapi dapat bersifat racun apabila jumlah logam berat esensial ini masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan. Contoh logam berat esensial yang diteliti adalah Seng (Zn) dan logam berat yang tidak esensial adalah Cadmiun (Cd) dan Timbal (Pb).

Timbal (Pb)

Timbal adalah unsur logam yang biasa terdapat di alam dalam bentuk $PbCO_3$ (cerrusite) $PbSO_4$ (Anglesite), $PbOH_2$ $PbCo$ (white lead) dan yang paling banyak adalah PbS (gelena). Adanya logam timbal selain terdapat di alam juga berasal dari limbah industri (Ubbe, 1984). Ion Pb^{++} terhidrolisis sebagian dalam air. Kebanyakan garam timbal hanya larut sebagian dalam air, dan beberapa senyawa timbal yang lain seperti $PbSO_4$ dan $PbCrO_4$ tidak larut sama sekali. Timbal dalam laut dimungkinkan adalah dalam bentuk $PbCl_2$, $PbCl^+$ dan $PbOH^+$ (Cotton dan Wilkinson, 1976).

Pb banyak dipakai pada industri logam, pembuatan mesin, pelapisan kabel, solder, bahan bakar kendaraan bermotor. Selain itu digunakan untuk pembuatan

lempengan baterai dan aki. Sedangkan persenyawaan Pb seperti Pb putih Pb merah (Pb_2O_4) yang dikenal sebagai mani, $PbCrO_4$ yang berwarna kuning, digunakan sebagai bahan pewarna cat karena sifatnya yang sedikit menghasilkan lapisan pelindung yang baik yang terdapat dalam beraneka warna (Fardiaz, 1992).

Banyaknya timbal digunakan untuk berbagai jenis keperluan karena mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Timbal mempunyai titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
2. Timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
3. Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak udara lembab.
4. Timbal dapat membentuk alloy dengan logam lainnya, dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat yang berbeda dengan timbal murni.
5. Densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri (Fardiaz, 1992).

Fungsi biologis timbal belum diketahui dengan jelas (Huheey, 1983), namun demikian Pb dikatakan sebagai bahan pokok yang penting bagi pembentukan tulang. Tetapi dalam dosis yang tinggi Pb adalah logam yang beracun dan berbahaya, karena dapat menimbulkan penyumbatan sel-sel darah merah dan mempengaruhi anggota

tubuh lainnya, Keracunan Pb dalam darah dapat menyebabkan anemia, hal ini karena Pb bereaksi dengan suatu enzim yang berhubungan dengan sintesis butir darah merah (Gan, dkk., 1981).

Untuk pengamanan organisme laut terhadap keracunan Pb maka Environmental Protection Agency (1972) menetapkan kadar maksimum Pb dalam perairan adalah sebesar 0,05 ppm. Adapun kadar normal Pb dalam perairan adalah sebesar 0,0003 ppm (Waldichuk, 1974). Sedangkan menurut baku mutu lingkungan hidup yang direkomendasikan oleh Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1988), kadar Pb yang dibolehkan dalam perairan untuk keperluan budidaya perikanan adalah tidak lebih dari 0,001 ppm, sedangkan kadar yang diinginkan adalah sebesar 0,00002 ppm.

Cadmium (Cd)

Menurut Hutzinger (1980) sumber penting dari cadmium adalah dari proses daur ulang bahan mentah. Sumber cadmium lainnya adalah peleburan dan penyulingan dari logam non besi, berasal dari pabrik kimia dan logam serta limbah domestik. Hanya sekitar 15% dari kandungan di atmosfer yang berasal dari sumber alam yaitu dari letusan gunung berapi dan partikel biogenik (Nriagu, 1989 dalam Moore, 1990).

anemia darah, mengubah metabolisme karbohidrat, perubahan pathologikal pada insang dan perubahan pada aktivitas ensim hati tertentu.

Untuk pengamanan organisme laut terhadap keracunan Cd, maka Environmental Protection Agency (1972) menetapkan kadar maksimum Cd dalam perairan sebesar 0,01 ppm. Adapun kadar normal dalam perairan adalah sebesar 0,00011 ppm (Waldichuk, 1974).

Menurut baku mutu lingkungan hidup yang direkomendasikan oleh Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1988), kadar yang diperbolehkan dalam perairan untuk keperluan budidaya perikanan adalah tidak lebih dari 0,01 ppm, sedangkan kadar yang diinginkan adalah sebesar 0,00002 ppm.

Seng (Zn)

Seng terletak pada golongan II B dalam sistem periodik unsur-unsur dengan bilangan oksidasi +2. Logam seng adalah logam dengan warna putih kebiru-biruan, mudah menghantar panas dan arus listrik (Cotton and Wilkinson, 1976).

Seng tersebar luas di lingkungan, ditemukan dalam air, udara dan dalam semua organisme hidup. Dalam alam dan keadaan terkontaminasi hampir selalu bersama Cd (Casarett dan Doull, 1975). Unsur logam berat Zn dalam tubuh organisme berfungsi mengaktifkan enzim hidrogenesa, namun pada konsentrasi yang tinggi dapat bersifat racun (Clark, 1986). Menurut Alabaster dan Loyd (1980 dalam

Cusimano and Brakke, 1985) logam seng dapat menyebabkan kerusakan nekrotik pada epitel insang.

Pemakaian seng yang paling umum adalah sebagai pelapis pada atap, digunakan pada perkakas rumah tangga dan juga merupakan bahan logam campuran. ZnO dipakai sebagai bahan cat dan obat-obatan. Penggunaan lain Zn yaitu pada pabrik penyepuhan besi, perunggu, cat putih, email, kaca, kertas dan berbagai pengawetan kayu. Senyawa Zn-pyridethione digunakan dalam shampo anti ketombe (Casarett dan Doull, 1975).

Untuk pengamanan organisme laut terhadap keracunan logam Zn, maka Environmental Protection Agency (1972) menetapkan kadar maksimum Zn dalam perairan 0, 1 ppm. (Waldichuk, 1974 dalam Hutagalung, 1991) kadar normal Zn dalam perairan adalah 0, 002 ppm.

Menurut baku mutu lingkungan hidup yang direkomendasikan oleh Kantor Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1988), kadar Zn yang diperbolehkan dalam perairan untuk keperluan budidaya perikanan adalah tidak lebih dari 0, 1 ppm, sedangkan yang diinginkan adalah 0, 002 ppm.

Akumulasi Logam Berat Oleh Organisme

Apabila bahan pencemar masuk ke dalam lingkungan akan mengalami tiga macam proses akumulasi yaitu proses fisika, kimia dan biologi. Akumulasi melalui

proses biologi disebut bioakumulasi (Hutagalung, 1991). Lebih lanjut dikatakan bahwa logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh organisme air, dan sebagian besar organisme tersebut dapat mengakumulasi logam berat dalam jumlah yang banyak. Akumulasi terjadi karena logam berat dalam tubuh organisme cenderung membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam tubuh organisme. Dengan demikian terfiksasi dan tidak diekspresikan oleh organisme yang bersangkutan. Logam ini dapat masuk ke dalam tubuh organisme perairan dengan tiga cara yaitu melalui rantai makanan, insang, dan melalui difusi melalui permukaan kulit.

Pada umumnya, absorpsi logam berat oleh tumbuhan dan hewan adalah karena adanya gradien pada permukaan sel dan pengikatan oleh unsur terpenting sel, cairan tubuh, dan lain-lain. Disamping itu logam berat juga masuk ke dalam tubuh melalui makanan. Sedangkan pengeluaran logam berat dari tubuh organisme laut melalui dua cara yaitu ekskresi melalui permukaan tubuh dan insang serta melalui faeces dan urine. Sebagian besar logam berat masuk ke dalam tubuh organisme melalui rantai makanan dan hanya sedikit yang diambil langsung dari air (Plasket dan Potter, 1979 dalam Kunarso dan Ruyitno, 1991).

Mekanisme masuknya logam berat ke dalam sel melalui dua cara, pertama melalui terobosan langsung logam berat ke dalam sel, dan yang kedua melalui endositosis. Bentuk-bentuk persenyawaan logam berat sebelum masuk ke dalam sel

tergantung pada jenis logam yang bersangkutan. Cadmuim dan timbal bereaksi dengan senyawa phospat pada kedua lapisan lemak membran sel sebelum membentuk senyawa kompleks di dalam sitoplasma.

Unsur-unsur logam berat pada umumnya dibutuhkan oleh organisme laut dalam proses metabolisme atau pertumbuhan dan perkembangan sel-sel tubuhnya. Sebagai contoh Co dibutuhkan untuk membentuk vitamin B₁₂, Fe untuk pembuatan hemoglobin.

The Australian Nasional Health and Medical Research Council (NHMRC) menetapkan organisme laut yang boleh dikonsumsi oleh manusia hanya boleh mengandung unsur Pb dan Cd maksimum 2 ppm (Plasket dan Potter, 1979 dalam Hutagalung dan Syamsu, 1987). Sedangkan untuk logam berat Zn sampai kadar 40 ppm, yang ditetapkan oleh Tasmanian Food and Drug Regulation 1971 (Eustace, 1974 dalam Hutagalung dan Syamsu, 1987).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 1996 hingga Oktober 1996, yang meliputi survey lokasi penelitian, pengambilan sampel dan analisis sampel. Adapun lokasi pengambilan sampel dilakukan pada pertambakan sekitar muara sungai Tallo Kotamadya Ujungpandang. Sampel yang diambil selanjutnya dianalisis di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.

Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel udang windu dilakukan sesaat sebelum panen pada 5 stasiun (tambak) yang diusahakan dapat mewakili untuk semua tambak yang ada pada daerah sekitar lokasi penelitian. Tambak yang digunakan sebagai stasiun pengambilan sampel digolongkan dalam 3 sistem budidaya yaitu (1) sistem budidaya tradisional yaitu sistem budidaya dimana padat penebarannya 1 - 3 ekor/m² tanpa pemberian pakan buatan atau kincir air, (2) sistem budidaya tradisional plus dengan padat penebaran 5 - 7 ekor/m² dan pemberian pakan 2 kali seminggu serta kincir air 1 - 2 buah, sistem ini kami namakan sistem budidaya tradisional plus, (3) sistem budidaya semi intensif yaitu padat penebaran 10 - 18 ekor/m² dan pemberian pakan 2 - 4 kali sehari serta penggunaan kincir 3 - 4 buah dalam satu petak. Sampel yang

diambil sebanyak 3 - 4 ekor untuk setiap stasiun. Sampel udang dibersihkan dari kotoran dan dimasukkan dalam kantong plastik, kemudian didinginkan dalam kotak pendingin berisi es. Selanjutnya disimpan dalam freezer untuk mencegah terjadinya perubahan atau kerusakan pada organ tubuh udang. Untuk analisa kandungan logam berat dalam air tambak, sampel diperoleh dengan cara menggabungkan antara air permukaan dengan air dasar perairan tambak. Sampel air permukaan diambil dengan menggunakan ember plastik dan air dasar dengan menggunakan Kemmerer Water Sampler. Selanjutnya sampel air diambil sebanyak 500 ml dimasukkan ke dalam botol plastik dan ditutup rapat-rapat, yang kemudian di analisis di laboratorium.

Sebelum mengambil sampel udang dan air tambak terlebih dahulu dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air tambak, antara lain suhu dengan menggunakan thermometer, salinitas dengan salinometer serta pH menggunakan pH meter TOA dan oksigen terlarut menggunakan DO meter.

Prosedur analisis

Penyediaan Larutan Contoh dan Blanko

Untuk keperluan destruksi basah contoh daging udang windu, dilakukan dengan cara : udang dikupas dan dihilangkan kulit, kepala, ekor dan ususnya. Selanjutnya daging udang tersebut dihaluskan dengan mortar, lalu dimasukkan

kedalam labu kjeldhal, kemudian ditambahkan 2 ml HNO_3 pekat, 2 ml H_2SO_4 pekat dan dipanaskan di atas hot plate pada suhu 70°C . Selama pemanasan diusahakan tidak mendidih untuk mencegah hilangnya unsur yang akan di analisis, kemudian ditambahkan 5 ml akuades sampai larutan menjadi jernih, hasilnya di saring dan ditepatkan volumenya dengan menggunakan labu ukur 50 ml. Kemudian di analisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Pembuatan larutan contoh untuk air tambak di lakukan dengan mencampurkan 100 ml sampel air tambak dengan 0,5 ml HNO_3 pekat, kemudian dianalisis dengan SSA. Untuk pembuatan larutan blanko dilakukan dengan cara yang sama tanpa menggunakan larutan contoh, baik contoh udang maupun contoh air tambak.

Pembuatan Larutan Baku

1. Pembuatan larutan baku Pb dan Zn masing-masing 1000 ppm. Tiap-tiap logam berat ditimbang dengan teliti 0,100 gram, untuk logam Pb dilarutkan dengan asam nitrat (HNO_3) dan Zn dengan asam clorida (HCL) dengan rasio 1 : 1, masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditepatkan volumenya dengan akuades.
2. Pembuatan larutan baku Cd 1000 ppm.
Timbang dengan teliti 0,1790 $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, larutkan dalam asam nitrat (HNO_3) dengan rasio 1 : 1, masukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan tepatkan volumenya dengan akuades.

3. Pembuatan deret larutan baku

Dari ketiga larutan baku di atas, dibuat deret larutan baku sebagai berikut :

Pb: 0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,0

Cd: 0,2 ; 0,4 ; 0,8 ; 1,0

Zn: 1,0 ; 2,5 ; 4,0 ; 6,0

Penggunaan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

- Ke dalam nyala udara aseilen diaspuarsikan larutan-larutan blanko, penunjukan meter harus nol dengan menekan tombol zero net.
- Kemudian berturut-turut diaspirasikan larutan baku menurut ketambahan konsentrasi.
- Nilai serapan dari larutan baku tersebut dicatat.
- Larutan contoh kemudian diaspirasikan ke dalam nyala yang sebelumnya aspirasikan larutan blanko untuk menolkan kemudian dicatat.
- Serapan hasil pengukuran larutan baku dialurkan terhadap konsentrasi, sehingga diperoleh kurva baku.
- Serapan hasil pengukuran larutan contoh diplotkan ke kurva baku sehingga diperoleh konsentrasi logam yang di analisis.

Analisis Data

Data-data yang diperoleh di analisis dengan menggunakan metode deskriptif dengan bantuan tabel dan histogram. Kemudian data kandungan logam berat yang terdapat dalam daging udang dibandingkan dengan kadar logam berat organisme laut yang boleh dikonsumsi oleh manusia yang ditetapkan oleh The Australian National Health and Medical Research Council (NHMRC) dan Tasmanian Food and Drug Regulation 1971 serta Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Republik Indonesia 1993 - 1994

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari analisis terhadap logam berat Pb, Cd dan Zn dalam air tambak dan daging udang pada pertambakan sekitar muara sungai Tallo, Kotamadya Ujung Pandang, secara lengkap dapat dilihat pada tabel 1, 2 dan 3.

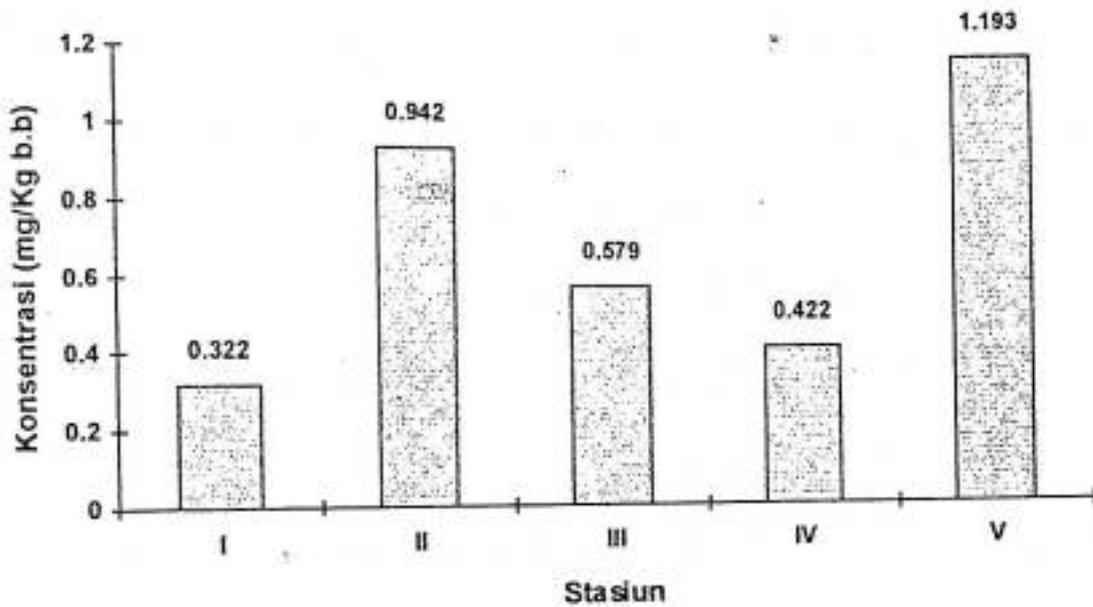
Logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh organisme air, dan sebagian besar organisme tersebut mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya (Waldichuk, 1974). Dengan demikian udang windu sebagai organisme air diduga juga mengandung logam berat tertentu misalnya Timbal (Pb), Cadmium (Cd) dan Seng (Zn).

Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal merupakan unsur logam yang biasa terdapat di alam dalam bentuk $PbCO_3$ (cerrusite), $PbSO_4$ (anglesit), $PbOH_2.PbCO$ (white leand) dan yang paling banyak adalah PbS (gelena). Adanya logam timbal selain terdapat di perairan secara alami juga berasal dari limbah industri (Ubbe, 1984).

Dari hasil analisis SSA pada sampel udang dan air diketahui bahwa konsentrasi timbal (Pb) dalam daging udang windu berkisar 0,332 - 1,192 mg/kg.berat basah dan air tambak adalah 0,086 - 0,246 mg/l. (Tabel 1) dan gambar 1 dan 2.

Berdasarkan tabel 1 di bawah ini, terlihat bahwa konsentrasi logam berat untuk masing-masing sampel bervariasi pada setiap stasiun. Pada daging udang



Gambar 2. Histogram Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Daging Udang Windu (Penaeus monodon fabr.) yang Dibudidayakan.

Dari gambar 1, terlihat bahwa rata-rata nilai konsentrasi logam berat Pb yang didapatkan pada 5 stasiun (air tambak) telah melebihi baku mutu lingkungan hidup yang direkomendasikan oleh Kantor Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1988), dimana dijelaskan bahwa kadar Pb yang diperbolehkan dalam perairan untuk budidaya perikanan adalah tidak lebih dari 0,001 ppm. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Environmental Protection Agency (1972), bahwa untuk pengamanan organisme laut terhadap keracunan logam Pb, maka kadar maksimum Pb dalam perairan adalah sebesar 0,05 ppm.

Tingginya konsentrasi Pb yang didapatkan dalam air tambak, diduga karena pada daerah ini terdapat logam Pb yang berasal dari industri logam, tekstil, kimia, elektronika yang berada di sepanjang daerah aliran sungai Tallo, selain itu juga berasal dari hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, mesin-mesin kapal, dimana Pb digunakan sebagai bahan anti knocking, serta adanya industri kapal yang menggunakan Pb sebagai bahan pencampur cat anti fouling.

Senyawa Pb yang ada dalam perairan tambak dapat ditemukan dalam bentuk ion-ion divalen dan tetravalen (Pb^{2+} , Pb^{4+}), ion-ion tetravalen mempunyai daya racun yang lebih kuat bila dibandingkan dengan ion-ion Pb divalen, akan tetapi ion Pb divalen lebih berbahaya bila dibandingkan dengan ion Pb tetravalen, karena ion Pb divalen lebih mudah mengikat unsur lain pada kondisi perairan tertentu. Seperti terlihat pada stasiun 4, kondisi perairan dimana pH 9, 0 dan salinitas 37o/oo, bila perairan dengan kondisi seperti ini logam berat akan bersenyawa dengan unsur CO_3^{2-} dan Cl kemudian membentuk $PbCO_3$ dan $PbCl_2$. Semua senyawa ini dengan mudah larut dalam air.

Proses masuknya logam berat dalam tubuh organisme dapat melalui tiga cara yaitu rantai makanan, insang dan difusi melalui permukaan kulit (Hutagalung, 1991). Dengan melihat kondisi tambak seperti yang disebutkan di atas maka dapat diduga bahwa logam Pb masuk dan terakumulasi dalam tubuh udang windu melalui rantai makanan dan respirasi.

Dari gambar 2, terlihat bahwa konsentrasi logam Pb dalam daging udang pada stasiun 2 dan 5, jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan stasiun lainnya. Dimana pada kedua stasiun ini merupakan tambak semi intensif dengan perlakuan pemberian pakan umumnya 2 kali sehari. Pakan yang diberikan menyerap logam berat Pb yang terlarut dalam perairan sebelum termakan oleh udang, selain itu akibat tingginya padat penebaran udang dalam tambak sehingga terjadi kompetisi untuk mendapatkan oksigen, keadaan ini dapat memaksa udang lebih meningkatkan aliran air pada permukaan insang untuk memenuhi kebutuhan oksigennya, yang akibatnya meningkatkan jumlah logam berat Pb yang masuk ke dalam tubuh udang.

Kandungan logam berat Pb dalam daging udang windu berkisar 0,322 - 1,193 mg/kg. berat.basah. Kondisi ini menunjukkan bahwa udang tersebut belum tercemar dan masih aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Hal ini sesuai dengan ketetapan The Australian Nasional Health and Medical Research Council (1979), bahwa organisme laut yang boleh dikonsumsi oleh manusia jika mengandung unsur logam berat Pb maksimum 2 ppm.

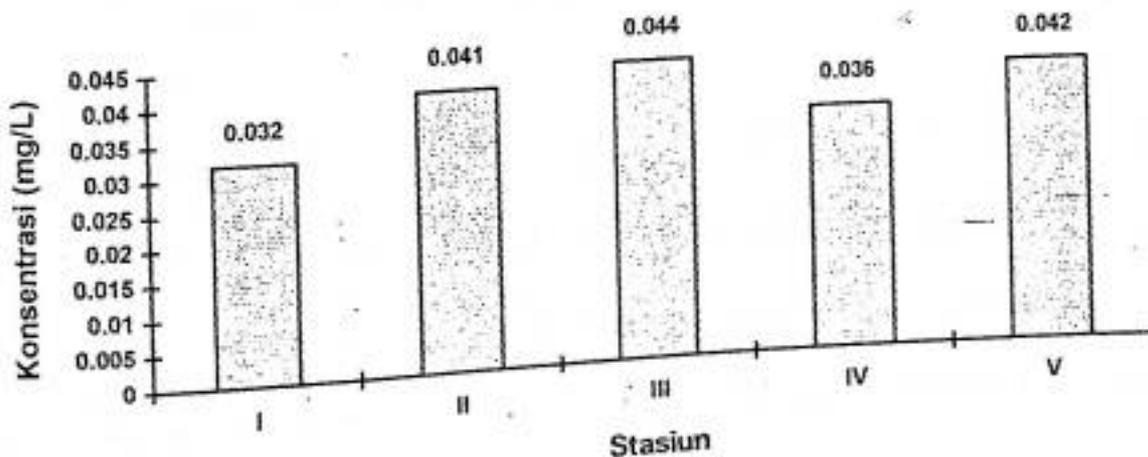
Logam Berat Cadmium (Cd)

Dari hasil analisis SSA diperoleh data kandungan logam berat Cd dalam air tambak 0,032 - 0,044 mg/l dan dalam daging udang windu 0,128 - 0,301 mg/kg. berat basah (Tabel 2).

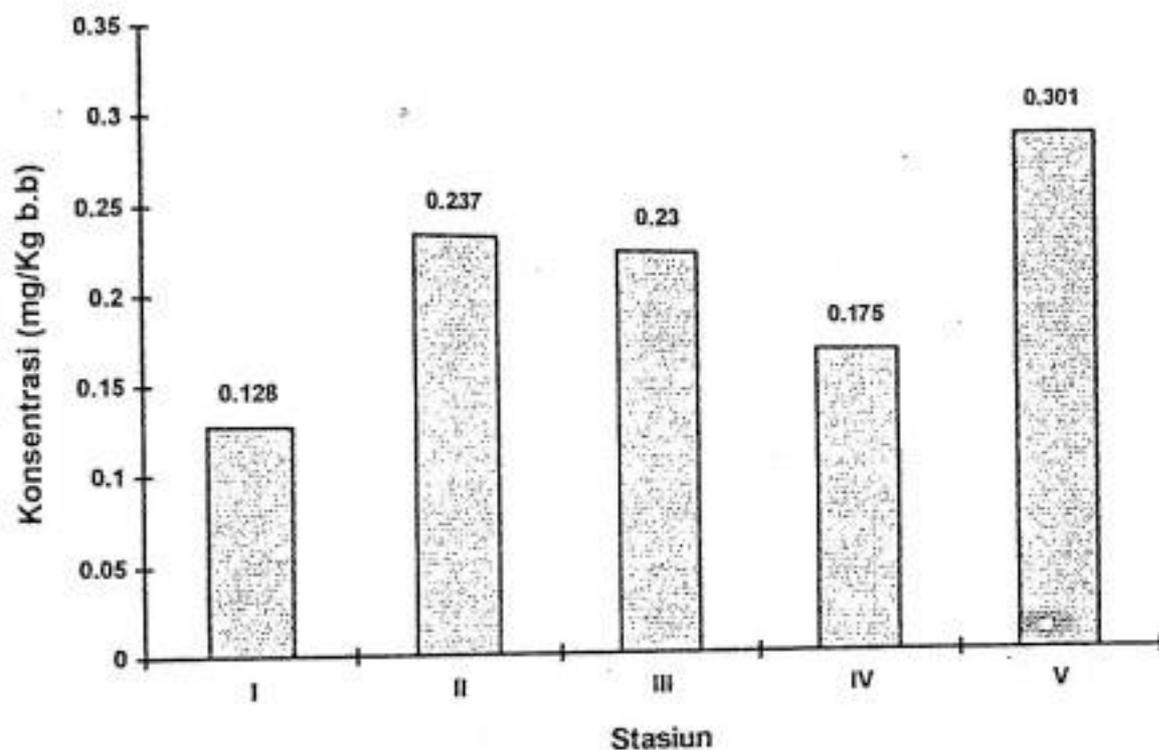
Tabel 2. Konsentrasi Logam Cd dalam Daging Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr.) dan Air Tambak.

Stasiun	Obyek	
	Daging Udang Windu (mg/kg. b.b)	Air Tambak (mg/l)
1	0,128	0,032
2	0,237	0,041
3	0,230	0,044
4	0,175	0,036
5	0,301	0,042

Melihat tabel di atas, konsentrasi logam Cd yang tertinggi pada sampel air tambak yaitu pada stasiun 3 dan pada daging udang windu yaitu stasiun 5. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Histogram Kandungan Logam Cadmium (Cd) pada Setiap Stasiun dalam Air Tambak di Sekitar Muara Sungai Tallo



Gambar 4. Histogram Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) dalam Daging Udag Windu (Peneaus monodon Fabr.) yang Dibudidayakan.

Dari data ini menunjukkan bahwa kandungan logam Cd dalam daging udang windu lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang terlarut dalam air tambak. Hal ini menunjukkan adanya kemampuan udang windu untuk mengakumulasi logam berat Cd. Ini sesuai dengan pernyataan Hutagalung, (1991) bahwa logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh organisme air.

Akumulasi ini terjadi karena logam Cd dalam tubuh udang cenderung membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam tubuh

udang. Molekul-molekul protein yang banyak terdapat dalam tubuh udang merupakan tempat terjadinya pengikatan logam berat Cd, misalnya senyawa Karboksil (-COOH) sulfur(S), asam amino dan bahkan dari satuan-satuan amida yang terdapat dalam protein. Hal ini sesuai apa yang dikemukakan oleh Waldichuk (1974) bahwa reaksi pembentukan kompleks logam setelah logam atau persenyawaannya menerobos membran sel terjadi melalui reaksi fosfat, senyawa spesifik (metalothonin), produk aktivitas enzimatis atau bahkan enzim itu sendiri.

Meskipun terjadi proses bioakumulasi logam Cd dalam tubuh udang windu, akan tetapi dari konsentrasi yang diperoleh menunjukkan bahwa udang tersebut masih boleh dan aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Hal ini sesuai dengan ketentuan yang dikeluarkan oleh Tasmanian Food and Drug Regulation (1971) dan keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia (1993-1994), dimana dijelaskan bahwa organisme laut yang boleh dikonsumsi oleh manusia hanya boleh mengandung unsur Cd maksimum 2 ppm.

Dari data yang terlihat di atas, konsentrasi logam Cd dalam air tambak pada semua stasiun pengambilan sampel telah melebihi baku mutu lingkungan hidup yang direkomendasikan oleh Kantor Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1988) dimana dijelaskan bahwa kadar Cd yang diperbolehkan dalam perairan untuk keperluan budidaya perikanan adalah tidak lebih dari 0,01 ppm. Hal ini sesuai juga dengan pernyataan Environmental Protection Agency (1972) bahwa untuk

pengamanan organisme laut terhadap keracunan logam Cd, maka kadar maksimum Cd dalam perairan adalah sebesar 0,01 ppm.

Masalah pencemaran logam Cd pada lokasi penelitian diduga karena di sekitar wilayah perairan tersebut terdapat industri yang mencemarkan logam Cd ke dalam perairan tersebut, seperti pada pembuatan plastik, solder, baterai, serta cat warna. Clark (1980) mengemukakan bahwa prinsip utama penggunaan logam Cd adalah sebagai stabilisator dan pigmen pada pembuatan plastik, sebagian kecil logam Cd terdapat dalam solder, logam campuran lain, baterai, serta bahan cat warna.

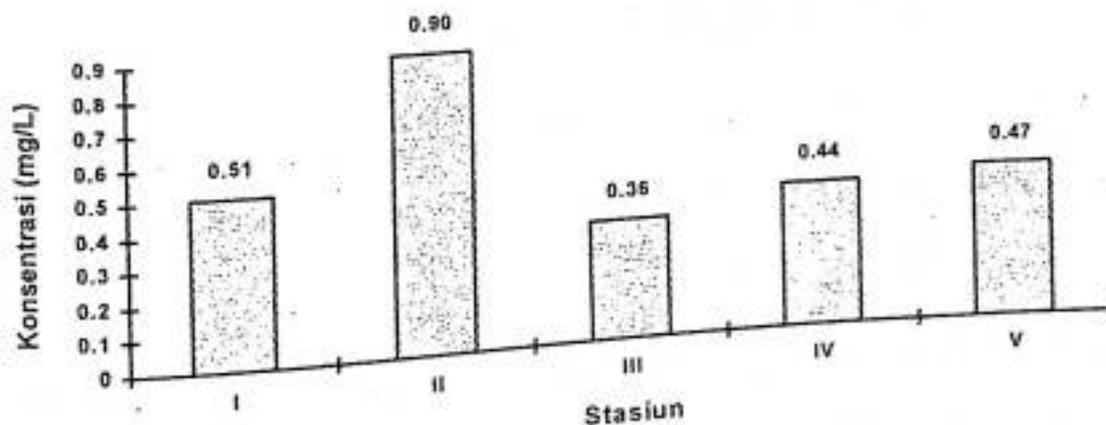
Logam Berat Seng (Zn)

Dari hasil analisis SSA diketahui bahwa konsentrasi Zn dalam air tambak adalah 0,360 - 0,901 mg/l dan pada daging udang windu sebesar 10,245 - 14,088 mg/kg bb (Tabel 3).

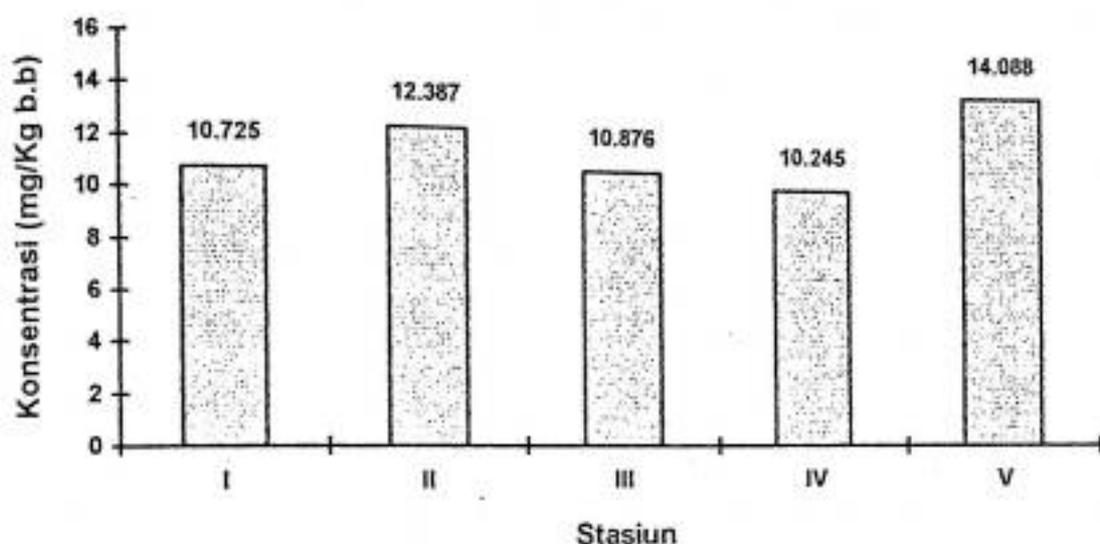
Tabel 3. Konsentrasi logam berat Zn dalam daging udang windu (peneaus monodon Fabr.) dan air tambak.

Stasiun	Obyek	
	Daging Udang Windu (mg/kg. b.b)	Air Tambak (mg/l)
1	10,725	0,510
2	12,387	0,901
3	10,876	0,360
4	10,245	0,442
5	14,008	0,473

Dari tabel di atas terlihat bahwa konsentrasi logam Zn untuk masing-masing sampel baik air tambak maupun dalam daging udang windu, merupakan konsentrasi yang tertinggi diantara logam berat yang dianalisis. Hal ini dapat disebabkan karena ternyata logam Zn merupakan logam yang selalu hadir dalam limbah buangan industri, sebagaimana yang dikemukakan oleh Hutagalung (1991) bahwa industri yang memungkinkan turut andil dalam memasukkan seng dalam perairan adalah industri kimia, petrokimia, lapisan campuran logam, galvanisir, cat, baterai, kaset serta penggunaan atap seng oleh sebahagian penduduk di sepanjang aliran sungai, yang pada akhirnya menuju ke muara sebelum ke laut. Kemudian dalam daging udang dikarenakan logam Zn ini bersifat esensial sehingga sangat dibutuhkan oleh organisme meskipun dalam jumlah yang sedikit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Histogram Kandungan Logam Berat Seng (zn) pada Setiap Stasiun dalam Air Tambak di Sekitar Muara Sungai Tallo.



Gambar 6. Histogram Kandungan Logam Berat Seng (Zn) dalam Daging Udang Windu Penaeus monodon Fabr. yang Dibudidayakan.

Dari gambar 6, juga dapat dikatakan bahwa terjadi proses akumulasi logam Zn dalam daging udang windu. Hal ini terlihat dari perbandingan antara konsentrasi logam berat yang ada di air tambak sebagai media budidaya dengan konsentrasi yang terdapat dalam daging udang, dimana diperlihatkan jumlah Zn jauh lebih tinggi dalam daging udang.

Tingginya kadar Zn dalam daging udang ini diduga karena faktor fisiologis udang tersebut yang dapat menetralkan logam Zn dalam jumlah yang banyak. Kehadiran logam Zn dalam daging udang tidak terlepas dari adanya unsur lain yang ikut terakumulasi misalnya Cd sebagai hasil samping dari industri seng. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Casarett dan Doull (1975) bahwa seng di alam dan dalam keadaan terkontaminasi hampir selalu bersama Cd.

Pada air tambak konsentrasi logam berat seng berkisar 0,360 - 0,901 mg/l. Kadar ini telah melebihi baku mutu lingkungan hidup yang direkomendasikan oleh Kantor Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1988) dimana dijelaskan bahwa kadar Zn yang diperbolehkan dalam perairan untuk keperluan budidaya perikanan adalah tidak lebih dari 0,1 ppm.

Meskipun dalam daging udang terjadi akumulasi yang cukup tinggi yaitu 10,245 - 14,088 mg/kg bb, akan tetapi kadar ini masih ditolerir dan aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Hal ini sesuai dengan hasil keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia 1993/1994, menetapkan organisme laut yang boleh dikonsumsi hanya boleh mengandung unsur logam Zn sebesar 40 ppm. Kadar ini juga sama yang ditetapkan oleh Tasmanian Food and Drug Regulation 1971.

Kandungan Logam Berat dalam Daging Udang dan Air Tambak

Dari hasil analisis terlihat adanya perbedaan kandungan logam Pb, Cd dan Zn dalam daging udang antara satu stasiun dengan stasiun lainnya. Kandungan logam tertinggi terdapat pada stasiun II dan stasiun V, kedua stasiun ini merupakan tambak dengan sistem budidaya semi intensif, dan terendah pada stasiun I yaitu pada tambak tradisional.

Tingginya konsentrasi logam yang terdapat dalam daging udang pada stasiun II dan V, diduga karena padat penebaran yang tinggi dan adanya perlakuan pemberian pakan. Sebagaimana yang dikemukakan sebelumnya bahwa pakan yang diberikan akan menyerap logam yang terlarut sebelum dimakan oleh udang dan karena tingginya padat penebaran udang dalam tambak sehingga terjadi kompetisi untuk mendapatkan oksigen. Keadaan ini dapat memaksa udang lebih meningkatkan aliran air pada permukaan insang untuk memenuhi kebutuhan oksigennya, yang mengakibatkan jumlah logam yang terabsorpsi di permukaan insang bertambah banyak dan masuk ke dalam tubuh.

Dengan melihat hasil pengamatan tersebut dapat dikatakan bahwa semakin tinggi padat penebaran dan frekwensi pemberian pakan pada budidaya udang di pertambakan sekitar muara sungai Tallo, maka konsentrasi logam berat yang terakumulasi juga semakin tinggi. Adapun urutan logam yang didapatkan dalam daging udang adalah Zn, Pb, Cd.

Tabel 4. Konsentrasi Logam Pb, Cd dan Zn yang Terukur Dalam Daging Udang dan Air Tambak.

Logam	Udang (mg/km b.b)	Air Tambak (mg/l)
Pb	1,192	0,086
Cd	0,301	0,044
Zn	14,088	0,901



Konsentrasi logam berat dalam daging udang dan air tambak seperti terlihat pada tabel 5 membuktikan bahwa udang mampu mengakumulasi logam lebih banyak ke dalam tubuhnya.

Dari faktor konsentrasi diketahui bahwa udang mengakumulasi logam Pb sebanyak 10 kali dari air tambak dimana udang tersebut dibudidayakan, sedangkan untuk logam Cd dan Zn udang menyerap 7 dan 30 kali lebih tinggi dari lingkungannya dimana udang tersebut dibudidayakan.

Indeks faktor konsentrasi suatu unsur menunjukkan bahwa semakin tinggi FK semakin mudah logam tersebut terakumulasi dalam tubuh organisme. Tiga kategori tentang faktor konsentrasi yaitu lebih kecil dari 100 menunjukkan sifat akumulatif rendah, antara 100 - 1000 menunjukkan sifat akumulatif sedang, besar dari 1000 menunjukkan sifat akumulatif tinggi (Waldichuk, 1974). Hasil yang didapatkan dimana untuk ketiga jenis logam berat tersebut mempunyai faktor konsentrasi lebih kecil dari 100, hal ini menunjukkan bahwa udang tersebut masih bersifat akumulatif rendah pada unsur logam Pb, Cd dan Zn.

Berdasarkan kadar normal logam Pb, Cd dan Zn dalam air laut seperti yang terlihat pada gambar 6, diketahui konsentrasi logam Pb pada air tambak yang terukur telah meningkat 278 kali, sedangkan konsentrasi untuk logam Cd dan Zn pada air tambak adalah 400 dan 450 kali dari kadar normal tersebut.

Tabel 5. Konsentrasi Normal Logam Pb, Cd dan Zn dalam perairan dan konsentrasi logam yang terukur dalam air tambak di sekitar muara sungai Tallo.

Logam	Normal (mg/l)	Terukur (mg/l)
Pb	0,0003	0,086
Cd	0,00011	0,044
Zn	0,002	0,901

Dari hasil yang dikemukakan di atas, meskipun faktor konsentrasi logam pada udang menunjukkan sifat akumulatif rendah tetapi konsentrasi logam berat yang terdapat di perairan tambak telah melebihi kadar normal yang ditentukan, sehingga kondisi ini sangat dikhawatirkan akan menghambat tingkat pertumbuhan udang dan kelangsungan hidup udang yang dibudidayakan pada daerah tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis kandungan logam berat dalam daging udang windu (Peneaus monodon Fabr.) yang dibudidayakan pada daerah pertambakan sekitar muara sungai Tallo, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Konsentrasi logam Pb, Cd, dan Zn dalam daging udang windu belum melewati ambang batas maksimum yang telah ditetapkan guna dikonsumsi oleh manusia, sedangkan yang terlarut dalam air melebihi baku mutu lingkungan hidup untuk keperluan budidaya perikanan.
- Konsentrasi logam tertinggi dalam daging udang windu diperoleh pada tambak dengan sistem budidaya intensif dan terendah pada budidaya tradisional. Adapun urutan kadar logam berat tertinggi adalah Zn, Pb, dan Cd.
- Logam Pb, Cd dan Zn bersifat akumulatif rendah dalam daging udang windu.

Saran

Melihat konsentrasi ketiga jenis logam berat yang terdapat dalam daging udang semakin tinggi seiring dengan tingginya padat penebaran pada budidaya semi intensif, maka sebaiknya untuk budidaya udang pada daerah tersebut tingkat penebarannya tidak terlalu padat atau tinggi.

Melihat konsentrasi ketiga jenis logam berat yang terdapat dalam daging udang semakin tinggi seiring dengan tingginya padat penebaran pada budidaya semi intensif, maka sebaiknya untuk budidaya udang pada daerah tersebut tingkat penebarannya tidak terlalu padat atau tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1987. *Budidaya Udang: Disain Kolam, Pengoperasian dan Pengelolaannya*. No. 24. Direktorat Jenderal Perikanan. Jakarta.
- _____. 1993. *Toxicology*. Ilmu dan Teknologi Kelautan. Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Bryan, G.W., 1976. *Heavy Metal Contamination in the Sea* dalam Jhonston, R. *Marine Pollution*. Academica Press New York.
- Clark, R.B 1986. *Marine Pollution*. Oxford University Press. New York.
- Cotton, F. A and G. Wilkinson. 1976. *Kimia Anorganik Dasar*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Cusimano, R.F and Brakke, D.F. 1985. *Effects of pH on the Toxicities of Cadmium, Copper and Zinc to Steelhead Trough (*Salmo goirdnet*)*. Westem Washington. University. USA.
- Dianhanjaya, I. 1989. *Distribusi Logam Berat Cd, Cu, Pb dan Zn dalam sedimen permukaan laut dangkal*. Tesis. Fak. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. 1994. *Kumpulan Peraturan Perundang-undangan di Bidang Makanan*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Environmental Protection Agency. 1972. *Water Quality Criteria*. Ecological Research Series. Washington.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kamisius. Yogyakarta.
- Fachruddin, L. dan Dharmawan, D. Trijuno. 1995. *Evaluasi Tingkat Pencemaran Logam Berat pada Perairan Sungai Tallo*, Kotamadya Ujung Pandang. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin., Ujung Pandang.

- Gan, S., Sunarto, B.S. Syamsuddin, Setiabudi, R., Setiawati. 1981. *Farmakology dan Terapi*. Bagian Farmakologi. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta.
- GESAMP 1985. Review of Harmful Substances. IMCO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP. *Joint Group of Expert on the Scientific Aspect of Marine Pollution* (GESAMP). Report and Studies (2). New York.
- _____. 1978. Report and Studies. *Joint Group of Expert on the Scientific Aspect of marine Pollution* (GESAMP). IMCO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAIE/UN/UNEP. New York.
- Huheey James, E. 1983. *Inorganic Chemistry Principles of Structure and Reactivity Haver International*. New York.
- Hutagalung, H.P. dan S. Syamsu. 1987. *Heavy Metal Content in Same Seafoods Collected From Nuara Angke Fish Auction Place*, Jakarta. In Kasijan, R; M.K. Moosa; Nurzali, N. dan A. Gani Ed. Marine Research in Indonesia. No. 26 : 51 - 58. PUSLITBANG OSEANOLOGI, Jakarta.
- Hutagalung, H.P. 1991. Pencemaran Laut oleh Logam Berat dalam Kunarso, D.H dan Ruyitno (ed). 1991. *Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. LIPI. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta.
- Hutzinger, O., 1980. *The Handbook of Enviromental Chemistry*. Vol 3. Part. A. Anthropogenic Compounds. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg . New York.
- Ilyas, S. 1987. *Petunjuk Teknis Bagi Pengoperasian Unit Usaha Pembesaran Udang Windu*. Pusat Penelitian dan pengembangan Oseanologi. Jakarta.
- Kunarso, D.H dan Ruyitno. 1991. *Status Pencemaran Laut dan Teknik Pemantaannya*. LON-LIPI. Jakarta.
- Louis J. Casarett and Jhon Doull. 1975. *Toxicology*. The Basic Science of Poisons. Macmillan Publishing Company. New York.
- Moore, J.W. 1990. *Inorganic Contaminations of Surface Watyer Reserch and Monitoring Priorities*. Springer-Verlag.



- Nybakken, J.W. 1988. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologi*. Gramedia, Jakarta.
- Oemarjati, B.S. dan Wisna Wardana. 1990. *Taksonomi Avertebrata*, dalam Pengantar Praktikum Laboratorium Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta
- Poernomo, A. 1979. Budidaya Udang. Anonymous (ed) Udang : *Biologi, Potensi, Budidaya dan Udang Sebagai Bahan Makanan di Indonesia*. LON-LIPI. Jakarta.
- Rastina. 1995. *Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Zn dalam Jaringan Lunak Kerang Darah (Anadara granosa) dan Kerang Bulu (Anadara inflata) serta pada Air Permukaan*. Tesis Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Supriharyono. 1984. *Tropical Marine Pollution*. Depertmen of Zoology. University of Newcastle.
- Suria Wiria, U. 1986. *Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologi*. Alumni-Bandung.
- Toro, V. dan Soegiarto, K.A. 1979. *Biologi Udang*. Laporan Penelitian. Proyek Penelitian Sumber Ekonomi. LON-LIPI. Jakarta.
- Ubbe, U. 1984. *Penentuan Timbal (Pb) dalam Ikan Bandeng (Chanos chanos) dari Empang di Daerah Ujungpandang*. Proyek Penelitian Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Waldichuk, M. 1974. *Same Biology Concern in Heavy Metal Pollution*. In Vernberg, F.J. and W.B. Vernberg. ed. *Pollution and physiology of Marine Organisme*. Academic Press. New York.
- Wardoyo, S.T.H. 1974. *Kriteria Kualitas air Untuk Keperluan Perikanan*. Kumpulan Bahan Kuliah Bagian I. Hasil Kerja Sama PPLH - UNDP - PSL - IPB. Training Analisa Dampak Lingkungan. Bogor.

Winona, B.V., P.T. Fredrik., C. Anthony, Vernberg F.J. 1979. *The Use
Bivalvia Molluscs in Heavy Metal Pollution Reserch.* Academic Press.
New York.