

**PENGARUH BAHAN PENCEMAR PESTISIDA ENDOSULFAN
SENTA DETERJEN TERHADAP UDANG MANTIS**

(Haptosquilla glyptocercus) DEWASA

SKRIPSI



UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tahun	10 - 10 - 96
Revisi	1 kali
Tempat	Kelantan
No. Inventaris	96/10-10-23
No. Klas	

OLEH

PUTU WIDYASTUTI ENGRAENI SENTOSA

90 22 025

**PROGRAM STUDI
ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG**

1995

PENGARUH BAHAN PENCEMAR PESTISIDA ENDOSULFAN
SERTA DETERJEN TERHADAP UDANG MANTIS
(Haplosquilla glyptocercus) DEWASA

OLEH :

PUTU WIDYASTUTI ANGGRAENI SENTOSA

90 22 025

*Skripsi Ini Salah Satu Syarat
Untuk Mengikuti Ujian Sarjana pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan UIN/HAS*

ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG

1995

HALAMAN PENGESAHAN

JUDUL SKRIPSI : PENGARUH BAHAN PENCEMAR
PESTISIDA ENDOSULFAN SERTA
DETERJEN TERHADAP UDANG
MANTIS (*Haptosquilla glyptocercus*)
DEWASA

NAMA MAHASISWA : PUTU WIDYASTUTI A.S

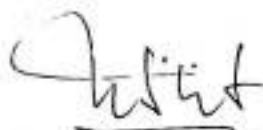
NOMOR MAHASISWA : 90 22 025

Skripsi telah diperiksa

dan disetujui oleh :



(Drs. WILLEM MOKA, MSc)
Pembimbing Utama

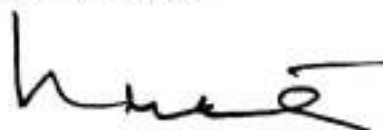


(Ir. H. I NENGAH SUTIKA, MS)
Pembimbing Anggota



(Ir. SYAMSU ALAM ALI, MS)
Pembimbing Anggota

Mengetahui,



(Prof. Dr. Ir. H. M. NATSIR NESSA, MS)
Ketua B.P Ilmu dan Tek. Kelautan UNHAS

Tanggal Julus : 20 Desember 1995

ABSTRAK

Putu Widyastuti A. S. 90 22 025. Pengaruh Bahan Pencemar Pestisida Endosulfan Serta Deterjen Terhadap Udang Mantis (*Haptosquilla glyptocercus*) Dewasa. Drs. Willem Moka, MSc sebagai Ketua dan Ir. H. I Nengah Sutika, MS dan Ir. Syamsu Alam Ali, MS sebagai anggota.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan toksisitas bahan pencemar endosulfan dan deterjen terhadap udang mantisa dewasa.

Lokasi penelitian adalah di laboratorium Ilmu Kelautan pulau Barrang Lompo dan pengambilan hewan uji dilakukan di pantai Tanjung Bira. Parameter yang diamati adalah mortalitas dan tingkah laku hewan uji.

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk uji toksisitas akut dengan konsentrasi 0,038 ppm, 0,039 ppm dan 0,040 ppm untuk endosulfan, dan 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm untuk deterjen. Perulangan sebanyak 3 kali. Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh dilakukan analisa sidik ragam dan dilanjutkan dengan pengujian beda rata-rata. Sedangkan penyajian data dilakukan secara deskriptif dengan bentuk tabulasi dan histogram.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan sangat nyata pada tiap perlakuan. LC50-96 jam masing-masing untuk endosulfan dan deterjen adalah 0,03847 ppm dan 150,3165 ppm.

Tingkah laku udang mantis baik untuk endosulfan dan deterjen memperlihatkan perubahan yang dapat diurutkan yaitu mula-mula bergerak tidak teratur, tubuh terlentang dan melingkar, cakarnya keluar dari lipatan, cangkangnya mengalami perubahan warna dan diikuti oleh kematian.

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam diperoleh hasil bahwa endosulfan dan deterjen merupakan polutan yang sangat sensitif terhadap udang mantis dewasa pada konsentrasi yang berbeda.

Kata kunci : *Haptosquilla glyptocercus*, endosulfan, deterjen di Marine Station Barrang Lompo.

ABSTRACT

Putu Widyastuti A. S. 90 22 025. The effects of pollutant agents Endosulfane Pesticide and Detergent on Mature Mantis Shrimps (*Haptosquilla glyptocercus*). Drs. Willem Moka, MSc as Supervisor and Ir. H.I. Nengah Sutika, MS. and Ir. Syamsu Alam Ali, MS as mentors.

The aim of the research was to determine the level of toxicity of the pollutant agents such as endosulfane and detergent on the mature mantis shrimps.

The reseach took place at the Marine Science Laborator at Barrang Lompo Island and tested animals were brough from Bira Coastal. The parameter used are the mortality and behaviour of the animal tested.

The research was carried out using acute toxicity examination with concentration of endosulfane were 0.038 ppm, 0.039 ppm, 0.040 ppm; and the concentration of detergent were 150 ppm, 200 ppm, and 250 ppm. The data were collected in three replication sampled and the completely randomized designed was used, continued with evaluation on the mean differences. The data was presented in form of descriptive table and histogram.

The results showed that there was significant difference on each treatment. LC50 - 96 hours for endosulfane and detergent were 0.03847 ppm and 150.3165 ppm, respectively.

Behavioural changes on the animals during the treatment were described as followed: first, uncoordinated movements, secondly the body turns side-up and curl-up, then the claws open out off their sockets and the last was the shell's colour change followed by death of the animals.

Based on the analysis of completely randomized designed, it was found that the mature mantis prawns were very sensitive toward endosulfane and detergent at the given concentrations.

Keywords : *Haptosquilla glyptocercus*, endosulfane, detergent at Marine Station BarrangLompo.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang tak terkira penulis haturkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Adapun skripsi ini disusun sebagai tugas akhir yang merupakan hasil penelitian dengan judul "Pengaruh Bahan Pencemar Pestisida Endosulfan Serta Deterjen Terhadap Udang Mantis (*Haptosquilla gypocercus*) Dewasa" dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Universitas Hasanuddin.

Dalam proses penulisannya, penulis telah banyak memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu melalui kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Willem Moka, MSc sebagai Pembimbing Utama, Ir. H. I Nengah Sutika, MS dan Ir. Syamsu Alam Ali, MS masing-masing sebagai Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan bantuan sejak awal penelitian hingga selesainya skripsi ini.
2. Mr. Mark Erdmann dan Ms. Arnaz Metha yang memberikan kepercayaan kepada kami untuk melakukan kerjasama dalam penelitian ini.
3. Para staf dosen dan karyawan Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan yang ikut memberi bimbingan dan bantuan dalam kegiatan pendidikan penulis.



4. Para sahabat: Tanti, Tina, Tini, Yuyu, Sani, Lia, Etal, Madong, Kun, Jay, Fain, Ida, Qomar, kakanda Muchsin ST, Barce, Ilyas serta Keluarga Mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin yang telah begitu banyak memberi dukungan selama perkuliahan hingga selesainya skripsi ini.
5. Keluarga Bapak dan Ibu Saleh yang telah membantu penulis selama meneliti di pulau Barrang Lompo, Bapak Ridwan sekeluarga yang juga dengan ikhlas membantu lancarnya penelitian.
6. Yang tercinta Ayahanda I Wayan Djigeh Sentosa dan Ibunda Almarhumah Anak Agung Sri Wedari, atas segala pengorbanan, kepercayaan, semangat, dorongan dan doa yang tanpa pamrih dan tiada henti. Adik-adik tersayang: Dejus, Wahyu, Dewi dan Khrisna.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan kebahagiaan dan kedamaian kepada semua pihak yang telah membantu.

Akhirnya, penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga Tuhan Yang Maha Kuasa melapangkan jalan kita menuju cita-cita.

Ujung Pandang, Desember 1995

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
Pencemaran	3
Pengertian Pencemaran Laut	4
Sumber-Sumber Pencemaran Laut	4
Pengaruh Pencemaran Pada Organisme	9
Pestisida	10
Endosulfan	13
Pengaruh Pada Makhluk Hidup	13
Deterjen	14
Pembagian Deterjen	14
Biologi Udang Mantis	17
Morfologi	18
Habitat dan Penyebaran	20
Makan dan Kebiasaan Makan	20
Reproduksi	22
Uji Toksisitas	23

METODE PENELITIAN	25
Waktu dan Tempat	25
Alat dan Bahan	25
Pengambilan Hewan Uji	25
Persiapan Media	26
Media Percobaan	26
Perlakuan	26
Pengenceran	26
Pengukuran Variabel dan Pengamatan	27
Analisis Data	27
HASIL DAN PEMBAHASAN	28
Pengaruh Endosulfan	28
Mortalitas	28
Tingkah Laku	33
Pengaruh Deterjen	35
Mortalitas	35
Tingkah Laku	38
KESIMPULAN DAN SARAN	42
Kesimpulan	42
Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata Mortalitas Udang Mantis Pada Beberapa Konsentrasi Polutan Endosulfan (96 jam).....	28
2. Beda Rata-rata Perlakuan Endosulfan	30
3. Rata-rata Mortalitas Udang Mantis Pada Beberapa Konsentrasi Polutan Deterjen (96 jam).....	35
4. Beda Rata-rata Perlakuan Deterjen	37
5. Sidik Ragam Mortalitas <i>Haptosquilla glyptocercus</i> Untuk Endosulfan	48
6. Sidik Ragam Mortalitas <i>Haptosquilla glyptocercus</i> Untuk Deterjen	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rantai Cabang dari Alkyl Benzen Sulfonat	16
2. Rantai Linear Alkil Sulfonat	17
3. Udang mantis dan Bagian-bagiannya	18
4. Penempatan Satuan Unit Percobaan	27
5. Histogram Mortalitas Udang Mantis Terhadap Konsentrasi Endosulfan	29
6. Histogram Rata-rata Mortalitas Udang Mantis Terhadap Waktu	30
7. Histogram Mortalitas Udang Mantis Konsentrasi Terhadap Deterjen	36
8. Histogram Rata-rata Mortalitas Udang Mantis Terhadap	37
9. <i>Haptosquilla glyptocercus</i>	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Pengamatan Mortalitas <i>Haptosquilla glyptocercus</i> Selama 96 jam Untuk Endosulfan Dalam %	46
2. Perhitungan Sidik Ragam dari Mortalitas <i>Haptosquilla glyptocercus</i> Pada Endosulfan	47
3. Perhitungan Uji BNT dan Koefisien Keragaman dari Endosulfan Terhadap <i>Haptosquilla glyptocercus</i>	49
4. Perhitungan LC 50 - 96 jam untuk Endosulfan Terhadap <i>Haptosquilla glyptocercus</i>	50
5. Hasil Pengamatan Mortalitas <i>Haptosquilla glyptocercus</i> Selama 96 jam Untuk Deterjen Dalam %	51
6. Perhitungan Sidik Ragam dari Mortalitas <i>Haptosquilla glyptocercus</i> Pada Deterjen	52
7. Perhitungan Uji BNT dan Koefisien Keragaman dari Deterjen Terhadap <i>Haptosquilla glyptocercus</i>	54
8. Perhitungan LC50 - 96 jam Untuk Deterjen Terhadap <i>Haptosquilla glyptocercus</i>	55
9. Gambar <i>Haptosquilla glyptocercus</i>	56

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu faktor kemunduran sumber daya hayati laut dewasa ini adalah disebabkan oleh adanya pencemaran. Kemajuan pembangunan perekonomian di darat maupun di lautan ikut memberi akibat. Pencemaran yang terjadi sendiri dapat bersifat pencemaran fisika, pencemaran kimiawi dan pencemaran biologis. Di antara aktivitas-aktivitas pembangunan yang cukup banyak menimbulkan pencemaran antara lain adalah dari aspek industri, pertanian, pemukiman serta transportasi.

Aktivitas di daratan yang tergolong memberi banyak limbah ke lingkungan perairan adalah industri, pertanian dan kegiatan rumah tangga. Buangan-buangan tersebut dapat masuk ke lingkungan laut baik secara langsung maupun tidak langsung. Di antara bahan-bahan yang masuk tersebut dapat diambil contoh endosulfan dan deterjen. Kedua bahan cukup umum digunakan dalam masyarakat dan diperkirakan dapat memberikan pengaruh yang cukup serius bagi biota laut. Endosulfan cukup sering digunakan dalam usaha pertanian dan deterjen umum digunakan dalam rumah tangga. Adapun biota laut yang dapat dijadikan sebagai bio indikator pencemaran salah satunya adalah udang mantis.

Udang mantis yang merupakan anggota dari ordo stomatopoda termasuk jenis predator yang hidup di daerah dangkal namun juga ditemukan di daerah sub tropis. Hewan ini dikenal memiliki sifat yang suka menyendiri (soliter) namun sangat agresif terutama dalam hal menyerang dan mempertahankan daerah kekuasaannya.

Penelitian yang dilakukan di sekitar kepulauan Spermonde telah berhasil mengidentifikasi sekitar tiga puluh spesies udang mantis (Erdmann dan Moosa, 1994). Semakin mendekati daratan, kelimpahan dan keanekaragamannya makin berkurang. Pantai Ujung Pandang sendiri merupakan daerah yang menjadi pusat berbagai kegiatan, antara lain pelabuhan, industri-industri serta pemukiman penduduk yang banyak membuang sisa produksinya ke laut, langsung maupun tidak langsung. Berdasar hal tersebut di atas maka dirasa perlu mengadakan penelitian guna mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh bahan pencemar endosulfan dan deterjen terhadap udang mantis *Haptosquilla glyptocercus* dewasa.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk menentukan toksisitas bahan pencemar endosulfan dan deterjen terhadap udang mantis *Haptosquilla glyptocercus* dewasa.

Selanjutnya hasil yang diperoleh diharapkan dapat menjadi informasi dasar dalam penelitian pencemaran laut dan sebagai bahan untuk penelitian selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Pencemaran

Lautan telah lama dipandang sebagai tempat terakhir yang cocok untuk pembuangan sampah yang dihasilkan oleh manusia. Sehingga sampai sekarang kita masih sering melihat adanya anggapan dari sebagian masyarakat bahwa volume lautan dunia yang sangat luas mempunyai kemampuan yang tidak terbatas untuk menyerap semua sampah yang dibuang oleh manusia (Nybakken, 1983). Laut yang diharapkan dapat dapat menghancurkan benda-benda buangan tersebut nyatanya tidak mampu menerima secara terus menerus dan dalam jumlah yang tidak terbatas. Banyak kejadian memperlihatkan bahwa pembuangan sampah yang terus menerus tanpa memperhatikan kemampuan laut untuk menguraikan bahan buangan sering tidak seimbang. Jadi walaupun sampah yang terdahulu telah terurai oleh alam, tetapi dengan adanya penambahan secara terus menerus tanpa kontrol yang baik menyebabkan peningkatan, terutama di daerah pantai. Kapal-kapal yang berlabuh, kegiatan manusia serta pembuangan sampah itu merupakan kegiatan yang terbanyak memberikan andil meningkatnya sampah di laut (Thohir, 1985). Laut ternyata tidak memiliki kemampuan besar untuk menyerap semua sampah dan meskipun sampah yang ada jumlahnya sedikit, ternyata dapat mengakibatkan pengaruh nyata terhadap komunitas-komunitas dan jenis-jenis biota laut (Nybakken, 1988).

Pengertian Pencemaran Laut

Batasan pencemaran laut menurut FAO (1969) dalam Wardoyo (1975) adalah penambahan atau masuknya suatu bahan pencemar oleh manusia ke dalam perairan (laut) sehingga merusak atau membahayakan kehidupan di dalamnya, berbahaya bagi kesehatan manusia, mengganggu aktivitas di lautan, berbahaya bagi kesehatan manusia, mengganggu kegiatan di lautan termasuk penangkapan ikan, merusak daya guna laut dan mengurangi keindahannya. Pendapat ini sejalan pula dengan pengertian pencemaran laut oleh GESAMP (1989) yang mengatakan bahwa pencemaran laut adalah masuk atau dimasukkannya suatu energi atau benda oleh manusia, langsung atau tidak langsung ke dalam lingkungan laut (termasuk estuaria) yang menimbulkan akibat-akibat yang mengganggu sumber-sumber kehidupan, berbahaya bagi kesehatan manusia, menimbulkan gangguan terhadap aktivitas laut, penurunan kualitas penggunaan air dan pengurangan fungsi-fungsi lainnya.

Sumber-Sumber Pencemaran Laut

Golberg (1994) mengelompokkan sumber bahan pencemar sebagai berikut :

a. Buangan Industri

Kasus paling menarik dari kerusakan lingkungan laut adalah buangan dari pabrik di Jepang bernama *Chisso Chemical* yang sisa produksi tidak terpakainya dibuang ke teluk Minimata pada tahun 1959. Bahan-bahan buangan tersebut adalah mangan, bahan kimia organik dan merkuri. Merkuri akhirnya diketahui telah terakumulasi

pada ikan dan kerang sebagai metil merkuri, racun yang sangat berbahaya untuk saraf. Pengaruh pertama terlihat pada kucing yang makan bangkai dari laut yang memperlihatkan gerakan aneh serta tidak terkendali lalu mati. Selanjutnya para nelayan dan keluarga mereka terserang racun dan menderita sakit keras disusul oleh kematian.

Apa yang terjadi pada material yang terbuang di laut dalam telah dipelajari oleh Grassle (1990) dalam Goldberg (1994) yang menolak pendapat lama bahwa bahan buangan domestik akan bercampur pada kolom air dan tidak sampai ke dasar laut. Pada konsentrasi logam berat spora dari bakteri *Clostridium perferingens*, indikator buangan manusia dan radio isotop yang stabil diperoleh pada hewan yang hidup di sedimen. Hal ini menjelaskan bahwa sejumlah bahan buangan telah mencapai dasar dan merupakan batu loncatan untuk studi tentang bagaimana bahan buangan dapat mempengaruhi komunitas organisme di laut.

b. Buangan Domestik

Bahan ini meliputi buangan-buangan padat dan cair yang dibuang sehari-hari dari rumah tangga. Di desa-desa dan kota-kota, tempat untuk pembuangan sampah di darat makin berkurang tiap tahun. Sebaliknya produksi buangan padat makin meningkat. Dan karena adanya persaingan tempat tinggal dan pembuangan, tingkat pergerakan sampah makin tinggi.

Adapun Nybakken (1988) membagi bahan pencemar menjadi :

a. Minyak

Pencemaran minyak di laut terutama disebabkan oleh tumpahan minyak mentah dari tempat-tempat pengeboran minyak di lepas pantai atau berasal dari kecelakaan kapal tangki.

Di pesisir, minyak mungkin melapisi wilayah intertidal dan subtidal yang dangkal, serta merugikan komunitas-komunitas di sana.

b. Limbah

Membuang limbah ke perairan pesisir telah dipraktekkan oleh manusia di seluruh dunia. Limbah mungkin diolah atau tidak diolah dahulu sebelum dibuang. Limbah akan menambah partikel-partikel kecil dan unsur hara di air dalam jumlah besar. Limbah yang jumlahnya kecil dan dibuang melalui pipa pengencer yang memadai, pengaruh jangka panjangnya terhadap komunitas-komunitas pesisir sulit dideteksi. Dalam volume yang besar dan dalam teluk yang agak tertutup pengaruhnya dapat membinasakan.

c. Bahan-bahan Kimia

Zat yang lebih berbahaya daripada minyak dan sampah adalah berbagai macam bahan kimia beracun yang tidak nampak yang dihasilkan oleh negara-negara industri yang akhirnya masuk ke ekosistem bahari.

Bahan-bahan pencemar lain yang dikelompokkan oleh Thohir (1985) adalah :

a. Air Buangan Rumah Tangga

Air buangan yang berasal dari rumah tangga yang akan mengalir ke laut melalui saluran atau kanal nampaknya tak dapat dibersihkan secara tuntas dari kotoran manusia (faeces) yang lazim mengandung bakteri coli yang dapat mendatangkan penyakit seperti tipus,

paratipus, kolera. Turut terbawa pula oleh air buangan tersebut adalah sejumlah bahan organik (sisa sayur dan lain-lain). Bahan-bahan ini umumnya mengandung unsur-unsur hara seperti fosfat dan nitrat. Zat-zat ini kemudian dimanfaatkan oleh fitoplankton.

Masuknya zat-zat tersebut yang secara terus menerus berlangsung itu mengakibatkan eutrofikasi daerah perairan pantai. Namun dapat pula timbul akibat negatif, yaitu diubahnya secara mekanis kepadatan dari dasar laut dan perubahan lingkungan dari daerah sekitarnya. Adakalanya proses mineralisasi benda-benda buangan ini tidak berlangsung secara tuntas. Dalam hal ini sisa-sisa dari benda-benda tersebut mengendap dan membentuk lapisan di dasar laut. Jika kebetulan dasar laut itu merupakan tanah yang keras, maka lapisan sisa-sisa benda buangan itu akan terangkut dan terangkat oleh arus laut. Air pantai yang mestinya jernih menjadi keruh, keadaan lingkungan berubah. Pantai tidak lagi layak untuk dijadikan tempat wisata.

b. Air Buangan Industri

Dalam garis besarnya dapat dikatakan bahwa buangan industri sebagai sisa dari proses industri terdiri atas : garam-garaman dan asam-asam anorganik dan organik, cairan alkalis, bahan-bahan yang mengandung krom, mangan, besi, nikel, tembaga, seng, cadmium, timah dan air raksa. Di negara-negara maju sebagian besar sisa-sisa industri secara teratur dan menurut ketentuan tertentu diangkut ke tengah-tengah laut dan dibuang di tempat yang telah ditentukan oleh instansi yang berwenang. Cara ini lazim dikenal dengan nama "dumping". Ternyata lingkungan disekitar tempat tersebut tercemar dan terdapat kemunduran dalam jenis-jenis yang ada.



c. Pengotoran Laut Oleh Minyak

Minyak dan bahan-bahan lain yang berasal dari minyak bumi yang terbuang di perairan laut dan akhirnya mencemari laut terutama berasal dari tanker-tanker minyak, industri lalu lintas dan sebagainya. Minyak yang dibuang oleh kapal tanker, merupakan lapisan minyak di atas permukaan laut. Sebagian dari minyak tersebut akan menguap sebagian, yakni yang kadar racunnya tinggi akan hancur dan bercampur dengan lapisan air laut yang teratas. Beberapa minggu kemudian hancuran-hancuran minyak tersebut akan menjadi gumpalan-gumpalan tebal yang kemudian mengendap dan dibawa gelombang ke pantai. Sehingga pantai tidak akan berarti banyak lagi sebagai tempat permandian dan atau tempat hidup ikan, kerang dan sebagainya.

Pencemaran air laut oleh minyak menyebabkan matinya banyak ikan dan burung-burung laut, khususnya burung-burung laut yaitu pembuat pupuk guano atau fosfat.

d. Pencemaran Oleh Zat-Zat Organik

Zat-zat organik dalam hal ini terbagi dua, yaitu kelompok PDC (Poliklor Bifenil) dan golongan DDT (Diklor-Difenil-Triklor etana) seperti aldrin, dieldrin, endrin, lindan, heptaklor, metoksiklor, toksaphen dan lain-lain. PDC merupakan produk dari industri paralon dan sebagainya (PVC = polivinilklorida) dan DDT sebagai obat pemberantas hama tanaman dan nyamuk-nyamuk malaria, penyakit tidur dan lain-lain. Zat-zat tersebut sewaktu dipergunakan banyak yang menguap ke udara dan kembali ke bumi atau perairan laut bersama-sama hujan. Zat-zat tersebut sifatnya sangat stabil, artinya tidak lekas dapat dimineralisir atau diuraikan.

e. Pencemaran Oleh Zat-Zat Radioaktif

Radioaktivitas dari air laut belakangan menurun setelah penelitian-penelitian tentang bom atom dilakukan di atas bumi (tanah). Air buangan dan air pendingin yang berasal dari perusahaan-perusahaan yang mempergunakan isotop dan tenaga atom lazimnya disalurkan ke laut. Limbah yang berasal dari pusat-pusat tenaga atom hingga kini dibuang jauh dari pantai (lebih kurang 600 mil laut) dan di tengah-tengah laut dengan dalam 4.600 meter. Para ahli beranggapan bahwa pembuangan limbah radio aktif di lautan adalah kurang bertanggungjawab.

Pengaruh Pencemaran Pada Organisme

Kinne (1984) menerangkan pengaruh yang terjadi pada organisme yang hidup pada perairan tercemar. Pengaruh-pengaruh tersebut dapat diketahui dengan melihat:

a. Proses Makan

Beberapa penelitian memperlihatkan perbedaan cara makan dimana makanan bersih dan makanan terkontaminasi disajikan. Dengan jelas dapat terlihat bahwa banyak faktor mempengaruhi cara makan pada hewan. Asosiasi dengan bioessai yang didasarkan pada bagian dari proses makan adalah nafsu makan, kemampuan makan dan beberapa efisiensi pada konversi makan beberapa hewan.

b. Respirasi

pengukuran respirasi lebih sering digunakan untuk menentukan stress psikologi pada moluska, krustase dan ikan. Aktivitas respirasi merupakan standar yang sangat penting untuk penaksiran awal dari adanya stress dan juga untuk mendapat pengaruh dalam waktu lama.

c. Eksresi

Hasil ekskresi yang dikeluarkan yang berupa amoniak, asam amino, purin dan sterol dapat dimonitor dan relevan dengan metabolisme dari minyak. Maksudnya adalah kemampuan dan kapasitas dari organisme untuk menanggulangi minyak dan hidrokarbon dapat dijelaskan.

d. Pertumbuhan

Pertumbuhan dapat diukur di laut dengan menggunakan hewan yang ditangkap ataupun dibeli di pasar. Hubungannya adalah memonitor kandungan atau penyaluran bahan pencemar dan pengaruh yang terjadi pada organisme.

e. Aktivitas Hewan

Alasan untuk mengamati tingkah laku adalah untuk mengetahui lebih jauh tentang respon subletal. Respon tersebut meliputi mobilitas, daya saring, orientasi, tingkah laku seksual dan pengeluaran gamet. Aktivitas hewan merupakan parameter yang berguna untuk menaksir pengaruh yang berasal dari pencemaran.

Pestisida

Sejarah penggunaan pestisida dan perkembangannya telah lama dibicarakan dan dipertentangkan. Penggunaan pestisida telah berperan dalam peningkatan hasil pertanian, walaupun tanpa disadari terjadi penurunan tingkat kemampuan olah dari tanah itu sendiri. Masa dua dekade paska perang dunia kedua telah menjadi saksi betapa gencarnya penggunaan golongan organoklorin, khususnya DDT di

Amerika Utara, siklodien (Eldrin dan dieldrin) serta heksanoklorinheksana (HCH) di Inggris dan Jepang (Murty, 1986).

Penggunaan pestisida DDT disambut secara meluas di seluruh dunia pada tahun 1945 dan dianggap sebagai rahmat untuk umat manusia karena efektivitasnya terhadap banyak jenis hama insekta, sedangkan residunya relatif tidak meracuni manusia. Walaupun demikian, anggapan yang meremehkan tersebut akhirnya mengakibatkan konsekuensi lingkungan yang serius karena DDT merupakan senyawa yang amat stabil di sistem alami (Nybakken, 1988). Pestisida sendiri adalah semua bahan atau campuran bahan-bahan yang dimaksudkan untuk menghalangi, menghancurkan, menangkis atau meredakan serangan hama. Selain itu pestisida juga adalah semua bahan atau bahan campuran yang dimaksudkan untuk mengatur pertumbuhan tanaman, menggugurkan daun tanaman dan mengeringkan tanaman (Hayes dan Erdward, 1991).

Menurut Wardoyo (1975), dengan makin maju dan berkembangnya pertanian, maka penggunaan pestisida makin meningkat dan mutlak diperlukan pula. Selain membunuh pest (tumbuhan maupun serangga penghambat dan perusak pertanian), pestisida merusak dan membunuh organisme-organisme yang lain (non target organisme), khususnya organisme-organisme perairan. Kebanyakan pestisida yang digunakan tergolong dalam pestisida hidrokarbon berklor. Golongan ini merupakan pestisida yang tidak mudah terurai. Adapun golongan lainnya yaitu fosfor organik, diduga umumnya lebih kurang bahayanya dari golongan hidrokarbon berklor, karena golongan ini kurang stabil.

Iyatom (1958) dalam Wardoyo (1975) mendapatkan bahwa endrin yang digunakan untuk menyemprot padi di sawah daya racunnya terhadap ikan mas *Carrasius auratus* dan *Moina macrocorba* masih tetap efektifnya selama lebih dari sebulan. Daya racun endrin terhadap ikan mas *Cyprinus carpio* (5 - 7 cm) adalah 0,008 - 0.004 ppm (TLm - 48 jam). Selanjutnya Wardoyo (1972) dalam Wardoyo (1975) memperoleh nilai TLm-91 jam bagi peption terhadap ikan-ikan *Oryzias latipes* (32 mm) adalah 0,282 ppm, sedangkan malathion adalah 0,33 ppm. Diperoleh pula hasil bahwa *Oryzias latipes* dapat mengelak pestisida pephthion, EDN, bayeid, Sumithion, DiptereX, DDUP, 2,4-D Karathane dan Sassen dalam derajat konsentrasi dari setelah nilai TLm 96 jamnya sampai 1/2 atau 1/4 nilai TLm tersebut setelah 60 - 100 menit dihitung sejak polutan tersebut dimasukkan ke dalam perairan.

Dalam GESAMP (1989) dikatakan bahwa peningkatan produksi bahan kimia organik sintetis dan tekanan yang relatif tinggi dari bahan-bahan ini telah mengantar kita untuk memikirkan kemungkinan ditranspornya bahan-bahan ini ke daerah laut terbuka melalui atmosfer. Beberapa bahan ini dapat masuk ke rantai makanan, yang dapat menimbulkan kerusakan pada organisme laut baik secara langsung terkena ataupun melalui makanannya. Bahan polusi lipofolik (PCB, pestisida berklor, bahan organik logam berat) dapat terakumulasi di alam atau berupa lapisan tipis dari bahan polusi tersebut. Waktu ketahanan polutan tersebut di alam dapat dihitung dalam jam, tapi pada cuaca yang baik, waktu tersebut dapat bertahan dalam satu atau dua hari.

Endosulfan

Salah satu anggota dari pestisida hidrokarbon berklor adalah endosulfan. Endosulfan ini merupakan campuran dari 2 stereoisomer dari 6,7,8,9,10,10 - heksakhloro - 1,5,5a,6,9,9a - heksahidro - 6,9 - methano - 2,4,3 - benzodioksathiepin 3 -oksida (Hayes 1991). Nama dagangnya cukup banyak, antara lain Beosit[®], Cyclodan[®], Malix[®], Thifoir[®], Thime[®] dan Thiodan[®].

Endosulfan memiliki rumus empiris $C_9H_6Cl_{16}O_3$ dan memiliki berat molekul 406,95. Secara teknis endosulfan 90 - 95 % dari campuran murni. Dan memiliki bentuk seperti kristal berwarna kecoklatan yang berbau belerang. Endosulfan pertamakali diperkenalkan pada tahun 1956 dan mulai dipergunakan. Formulasi dari endosulfan adalah berupa cairan emulsi, bubuk yang dilarutkan dan berupa butiran (Hayes, 1991).

Endosulfan juga merupakan racun yang sangat berbahaya bagi ikan. Daya racunnya terhadap beberapa jenis hewan air bervariasi antara 0,2 sampai 8 mg/l. Sedangkan untuk hewan-hewan air laut daya racunnya berkisar 0,3 - 2,9 mg/l. Di alam organisme mungkin mampu untuk mentolerir dalam jangka waktu yang singkat empat kali dari konsentrasi endosulfan yang dapat membunuh semua ikan dalam 24 jam (Murty, 1986).

Pengaruh Pada Mahluk Hidup

Blackstock (1984) mengatakan bahwa pengaruh pestisida pada sistem laut biasanya bervariasi antara pengaruh dalam jangka waktu lama dan sementara sebagai konsekuensi berbagai faktor yang

saling berinteraksi di alam dan jumlah material yang masuk. Adapun respon dari biota laut terhadap masuknya bahan polusi dapat dideteksi dari berbagai kelompok. Pada tingkat yang paling tinggi pengaruh dari polutan bersifat akut dan letal bagi semua biota.

Deterjen

Di dalam kehidupan modern yang merupakan salah satu akibat dari perkembangan budaya masyarakat yang cenderung terus membutuhkan kelengkapan alat-alat sebagai kebutuhan yang sekunder, maka pola kehidupan yang konsumtif akan dengan sendirinya meningkat sebagai pernyataan penggambaran suatu status simbol seseorang baik ditinjau dari segi peningkatan ekonomisnya, maupun kebutuhan segi praktis. Salah satu alat yang kini digunakan secara luas sampai pada tingkat masyarakat kampung seperti deterjen ataupun sabun-sabun yang diproses sebagai sintetis deterjen ternyata penggunaannya menimbulkan suatu masalah pencemaran.

Dibanding dengan sabun, maka sabun sintetis maupun deterjen justru merupakan suatu bahan kimia yang sisa buangnya lebih tahan dan tidak berubah dalam berbagai media. Deterjen memiliki sifat sebagai bahan yang tidak dapat diuraikan secara biologi di dalam sistem siklus air. Sifatnya yang lain adalah merendahkan tegangan permukaan, tegangan antar permukaan (interfacial) maupun tegangan dalam air itu sendiri (Ryadi, 1984).

Pembagian Deterjen

Dewasa ini dapat dibedakan 3 kelompok utama dari deterjen, yaitu :

a. Anionik Deterjen

Umumnya berupa grup atau gugusan yang dapat larut dalam susunan kimianya, dalam hal ini sulfat dan sulfonat. Anionik deterjen merupakan jumlah terbesar dalam peredaran di pasaran karena banyak dipakai serta harganya murah.

b. Kationik Deterjen

Golongan ini dalam sistem kimianya mengandung empat gugusan amonium dan memiliki sifat yang paling baik dalam kemampuannya sebagai bakterisida maupun bakterio statik. Tapi kelompok ini cukup mahal harganya dan tidak banyak digunakan dalam rumah tangga.

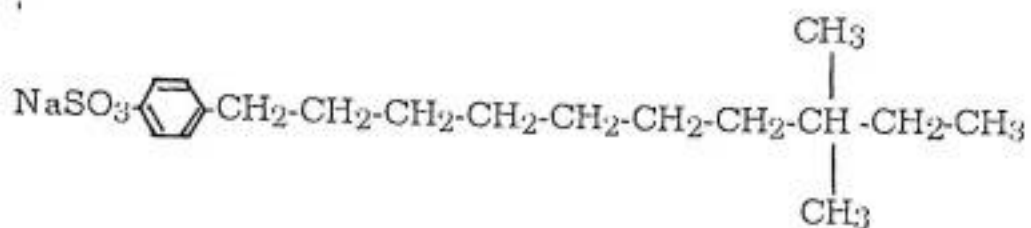
c. Non - Ionik Deterjen

Merupakan produk kondensasi dari ethylene oxide dengan bahan-bahan fenolik atau asam lemak. Kelompok ini lebih banyak digunakan dalam industri daripada kegiatan rumah tangga.

Golongan sulfonat yang tersebut di atas, rumus bangunnya dapat dibedakan atas rantai cabang dan rantai lurus (Waite, 1984 dan Fardiaz, 1992). Rantai bercabang lebih banyak dikenal dengan ABS (Alkil Benzen Sulfonat) dan rantai lurus dikenal dengan LAS (Linier Alkil Sulfonat).

Adanya ABS di dalam sistem air menunjukkan bahwa sesungguhnya telah terjadi suatu pencemaran yang luas di suatu tempat yang sampai di kawasan lain melalui rangkaian sistem air. Dalam bentuk aslinya, deterjen yang mengandung susunan kimia ABS setelah digunakan dan bercampur di dalam air buangan boleh dikatakan tidak pernah berubah susunan kimianya. Dengan kata lain tidak

pernah diuraikan melalui purifikasi alamiah. Rantai cabang utama dari ABS adalah suatu alkylaryl sulfonat.

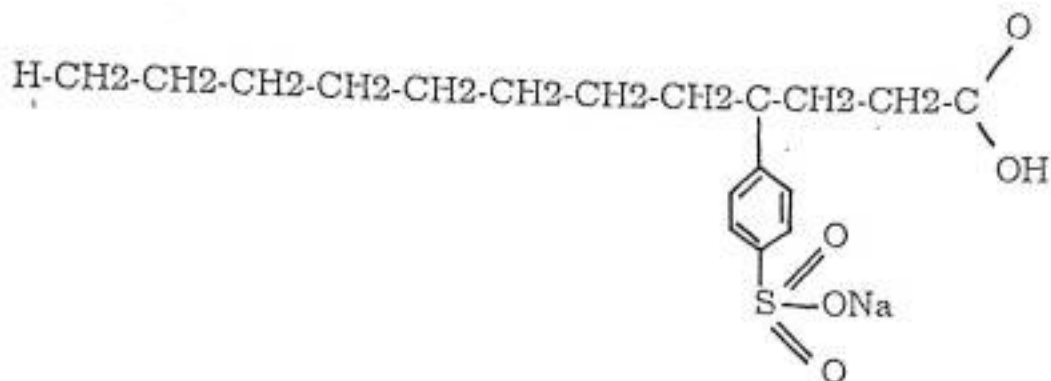


Gambar 1. Rantai Cabang dari Alkyl Benzen Sulfonat (Waite, 1984)

LAS sebaliknya, adalah derivat yang relatif lebih tidak begitu stabil. Golongan ini mudah untuk diuraikan oleh bakteri dan rendah daya tahannya. Tetapi walaupun LAS tidak setahan ABS di lingkungan, sifatnya lebih beracun terhadap organisme perairan (Waite, 1984). Suatu deterjen yang memiliki kemampuan berbusa yang sangat tinggi rata-rata terdiri dari 10 - 30 % organik aktif (Riyadi, 1984). Zat tambahan maupun komposisi di dalam deterjen itu adalah :

- amide foam stabilizer	3 - 6 %
- bahan-bahan polyfosfat untuk pemisah	24 - 40 %
- silikat untuk pelindung terhadap korosif	5 - 7 %
- carboksimetiselulosa untuk mensuspensir tanah/debu	0,5 - 1 %
- sodium sulfat untuk pelarut	15 - 25 %
- air	6 - 15 %
- sedikit zat warna dan wewangian	

Di antara berbagai komponen tambahan tersebut, maka polifosfat adalah yang sangat mengkhawatirkan (Ryadi, 1984).



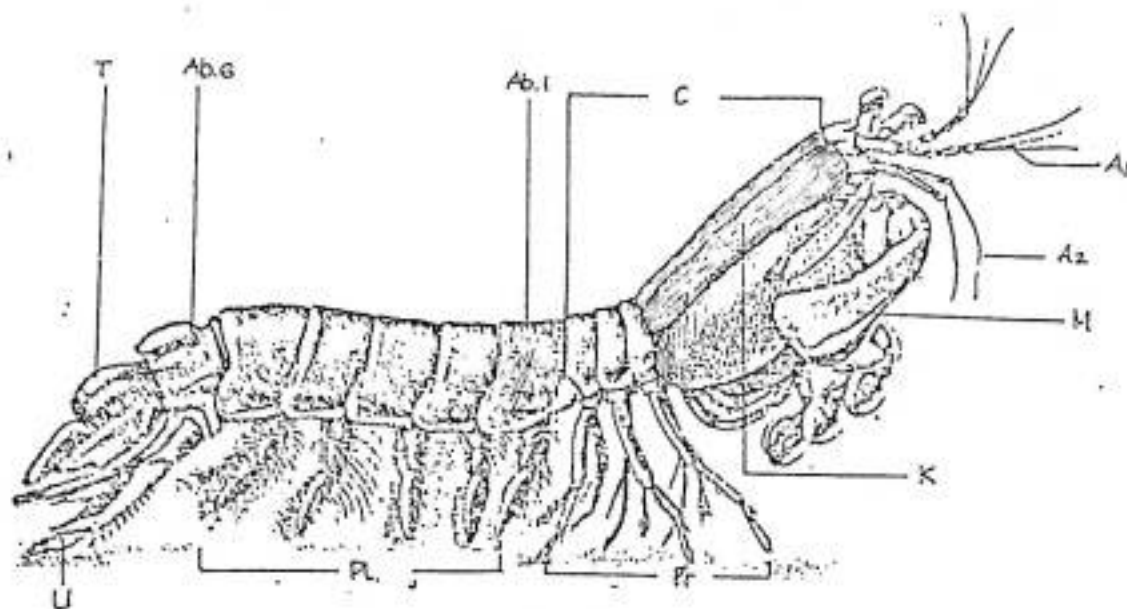
Gambar 2. Rantai Linear Alkilsulfonat (Waite, 1984).

Biologi Udang Mantis

Udang mantis (gambar 2) menurut Weitz (1966), Storer (1979) serta Dingle *et al* (1977) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Phylum	: Arthropoda
Subphylum	: Mandibulata
Class	: Crustacea
Subclass	: Malacostraca
Superordo	: Hoplocarida
Ordo	: Stomatopoda
Famili	: Gonodactylidae
Genus	: <i>Haptosquilla</i>
Species	: <i>Haptosquilla glyptocercus</i>

Ditambahkan pula oleh Caldwell (1985) bahwa ordo stomatopoda itu sendiri terdiri dari beberapa famili yaitu Squillidae, Lysiosquillidae, Gonodactylidae dan Batgysquillidae.



Keterangan:

A1 = Antennula	Pl = Pleopod
A2 = Antenna	Pr = Pereopod
Ab1 = Abdomen segmen 1	T = Telson
Ab6 = Abdomen segmen 6	U = Uropod
C = Cephalothorax	M = Maxilliped II
K = Karapaks	

Gambar 3. Udang Mantis dan bagian-bagiannya (Barnes, 1974)

Morfologi

Stomatopoda atau lebih dikenal dengan udang mantis memiliki bentuk badan yang rata memanjang dengan kisaran panjang antara 1,5 cm sampai 30 cm untuk ukuran raksasa (Barnes, 1974). Untuk spesies *Haptosquilla glyptocercus* panjang yang dapat diperoleh untuk individu jantan yaitu berkisar antara 17 - 23 mm, sedangkan untuk individu betina adalah 13 - 29 mm (Manning, 1994). Memiliki 8 pasang alat gerak pada dada, 3 pasang terakhir dipergunakan sebagai kaki jalan sedangkan 5 pasang kaki pertama yang disebut *maxilliped* terbentuk sedemikian rupa untuk mencari makanan, menggali liang dan

membersihkan mulutnya maupun makanannya sebelum dimasukkan ke dalam mulut. Maxilliped pertama wujudnya kecil dan ramping, dilengkapi dengan alat yang menyerupai sikat untuk membersihkan mata, *antenulla* dan insang serta bagian lain dari kepala. Sedangkan kaki ke 3,4 dan 5 dipersenjatai dengan alat pemukul. Namun yang paling khas dari udang mantis adalah kaki kedua yang memiliki bentuk melebar dan mirip dengan pisau lipat. Pada segmen perut terdapat 5 pasang kaki renang dan di ujung tubuh terdapat telson. Pada *Haptosquilla glyptocercus* terdapat *rostral plate* dibagian kepala yang terbentuk menjadi cabang tiga (*tripinous*) dan telsonnya terbagi atas 2 celah yang tidak terlalu dalam. Hal yang khas juga ditemukan pada bagian tengah dari *abdominal somite* ke 6 yang berkerut (Dingle *et al*, 1977 dan Manning, 1994).

Oleh Kaplan (1982) dikatakan bahwa kepala udang mantis berbeda dengan krustase lain, yaitu adanya persambungan antara kepala dan dada. Bagian anterior terdiri dari mata dan *antenulla* yang bergerak sendiri-sendiri. Karapaks hanya menutupi posterior kepala. Selain itu udang mantis memiliki warna yang beraneka ragam antara lain, hijau gelap dengan coreng-coreng hitam, tetapi ada pula yang berwarna krem dengan coreng-coreng hijau. Warna ini secara umum terdapat pula pada *Haptosquilla glyptocercus* yang warnanya bervariasi dari hitam sampai coklat atau abu-abu dengan bercak-bercak. Beberapa hewan memiliki bintik-bintik putih, betinanya berwarna lebih gelap dari jantannya. Dengan kata lain, kalau hewan tersebut berwarna hitam maka dia adalah betina (Dingle *et al*, 1977).

Habitat dan Penyebaran

Udang mantis merupakan salah satu anggota krustase yang hidup di daerah bentik dan hampir semua hidup di daerah beriklim tropis, walaupun ada juga spesies yang hidup di daerah beriklim sedang (Thurman, 1984 dan Barnes, 1974). Hewan ini muncul di daerah intertidal dan subtidal sepanjang Pasifik Barat, dari Jepang dan Mikronesia sampai pantai Afrika. Genus *Squilla* dapat ditemukan di daerah subtidal pantai utara Amerika Utara dan Atlantik serta Pasifik (Barnes, 1974 dan Dingle *et al.* 1977).

Hampir semua stomatopoda hidup dan menggali liang di dasar perairan, karang dan batu yang telah retak. Umumnya kelompok ini terdapat pada daerah berbatu, karang dan pasir. Walaupun demikian spesies-spesies tersebut tidak pernah terlihat di luar lubang yang mereka buat (Barnes, 1974 dan Dingle *et al.* 1977).

Makan dan Kebiasaan Makan

Penelitian terbaru tentang tingkah laku agresif stomatopoda memperlihatkan betapa habitat, kompetitor dan tingkah laku saling berhubungan (Caldwell dan Dingle, 1975 *dalam* Vernberg dan Vernberg, 1983). Perkelahian yang terjadi pada hewan-hewan ini selalu disebabkan oleh masalah ruang (untuk tempat tinggal) dan dalam prakteknya menggunakan sepasang senjata yaitu *raptorial appendage*. Alat ini juga ternyata digunakan untuk menangkap mangsanya (Vernberg dan Vernberg, 1983). Ada dua jenis dari senjata yang dimiliki tersebut. Yang pertama adalah tipe *smasher* yang digunakan untuk menyerang lawan atau mangsa yang bercangkang keras. Sedangkan

kedua adalah *spearer* yang digunakan untuk menyerang mangsa yang bertubuh lunak. Studi perbandingan mengungkapkan bahwa *smasher* menyerang lebih sering dan lebih keras dari *spearer*. Tipe *smasher* hidup dalam karang dan runtuh karang. Tipe *spearer* lebih banyak hidup di liang pasir dan lumpur (Vernberg dan Vernberg, 1983).

Semua spesies yang berasal dari ordo stomatopoda merupakan predator yang sangat efektif. Udang mantis memangsa hewan laut seperti cacing dari filum Annelida, keong, kerang, kepiting dan ikan (Caldwell, 1985). Banyak udang mantis yang tinggal di liang dan bergerak meninggalkan sarangnya saat makan dan berenang dengan gerakan melompat. Sedang jenis lainnya cukup menunggu di mulut liang. Mangsanya akan ditangkap dan dibinasakan dengan gerakan yang sangat cepat dari *maxilliped* kedua yang terdapat pada daerah dada (Barnes, 1974).

Saat menangkap mangsanya, udang mantis melakukan gerakan yang sangat menakjubkan. Mac Ginities (1968) dalam Barnes (1974) melaporkan hasil pengamatannya terhadap spesies *Pseudosquilla bigelowi* yang memotong seekor udang sedemikian rapinya menjadi dua bagian. Yang membuatnya menakjubkan adalah waktu yang digunakan untuk melakukan hal tersebut, yaitu keseluruhannya memakan waktu 4 sampai 8 milidetik. Gerakan ini tercatat merupakan gerakan tercepat yang dilakukan dalam dunia hewan. *Raptorial appendage* yang berduri digunakan untuk menangkap mangsa yang lunak, cacing-cacing dan ikan. Sedangkan cakar yang menyerupai mata pisau digunakan untuk menghancurkan kerang, bivalvia dan kepiting (Pearse, 1987). Beberapa spesies mengintai dari

lubang dan setelah menerkam mangsanya akan kembali masuk ke lubang dengan kecepatan yang luar biasa (Kaplan, 1982).

Reproduksi

Stomatopoda, satu-satunya wakil dari subklas Hoplocarida, merupakan kelompok kecil dari krustase laut karnivora yang sangat suka mempertontonkan tingkah laku bercumbu dan tingkah laku keibuannya. Stomatopoda, berbeda dengan beberapa malakostraka tidak membungkus spermatozoa mereka saat menuju ke spermatofor, tetapi mengumpulkannya ke dalam tali sperma untuk dipindahkan ke betina selama kopulasi (Komai, 1920 dalam Blixter, 1993).

Pada *Squilla holochista*, pasangan vas deferens membawa sperma ke depan maju dan meletakkannya dalam semen mukopolisakarida. Inilah yang akan membentuk tali sperma yang dipindahkan ke tubuh betina selama perkawinan (Blixter, 1993).

Pada stomatopoda, selama waktu bertelur antara individu jantan dan betina memperlihatkan tingkah laku yang khas. Jantan dan betina selama oviposisi (bertelur) saling berbagi dalam sebuah ruang, saat kopulasi dimulai sampai saat telur selesai dikeluarkan. Dalam 24 jam setelah oviposisi, betina menjadi agresif dan mengusir pasangannya menjauh dari ruangan tersebut. Kecenderungan jantan untuk memakan telur dari spesies ini juga merupakan satu alasan mengapa sang betina menjadi agresif (Bliss dan Mantel, 1985).

Selanjutnya Storer (1979) menerangkan bahwa hampir semua krustase memiliki tingkatan larva dalam hidupnya. Udang (shrimps dan prawns) memulai kehidupannya dalam bentuk larva nauplius.

Pada tahap ini badan belum memiliki segmen, terdapat mata tunggal dan 3 pasang anggota gerak (antenna, antenulla dan mandibula). Pada tahap metanauplius terjadilah molting dan dimulailah fase protozoeca yang pada akhirnya membentuk 7 pasang anggota gerak. Selanjutnya adalah tahap zoea yang ditandai dengan adanya persambungan leher dan perut, 8 pasang alat gerak dengan 6 pasang anggota yang baru berkembang. Menuju ke tingkat mysis ditandai dengan molting yang akhirnya telah memiliki 13 pasang alat gerak. Tahap molting selanjutnya terjadi pada udang mantis yang sudah dewasa (Storer, 1979).

Uji Toksisitas

Uji toksisitas adalah suatu penelitian yang dilakukan untuk mengukur atau mengetahui pengaruh dari suatu bahan kimia atau faktor lain terhadap makhluk hidup. Dalam hal ini, digunakan spesies yang diinginkan yang dicobakan pada suatu bahan yang dibagi dalam beberapa konsentrasi (Soule dan Kleppel, 1988). Dalam konteks ini, perlu untuk ditegaskan bahwa uji toksisitas tersebut berbeda dengan bioessai. Pada bioessai, pengaruh yang ada dapat dijadikan berguna ataupun merugikan. Jadi hampir sama dengan tes kimia yang merupakan suatu sarana untuk menentukan jumlah konsentrasi dari spesies. Sedangkan uji toksisitas hanya menentukan pengaruh yang merugikan atau mematikan (Murty, 1986 dan Kinne, 1984). Jumlah dari hewan yang mati dicatat dan dimasukkan ke dalam tabel dan grafik dengan perbandingan antara konsentrasi zat dengan persentase hewan yang mati (Soule dan Kleppel, 1988).

Langkah pertama dalam uji toksisitas adalah perkiraan daya racun akut, yaitu pengukuran LC_{50} yaitu konsentrasi bahan racun dalam air yang mematikan 50 % organisme dalam waktu tertentu. Dalam uji ini hanya konsentrasi yang beracun/mematikan yang diukur (Kinne, 1984 dan Murty, 1986).

Dalam hal penanganan wadah, perlu diingat bahwa bahan yang digunakan oleh wadah uji hendaknya tidak memindahkan residu atau melepaskan produk yang tidak dikehendaki ke medium tes, atau mencampuri kondisi pengujian. Kaca, aluminium dan floroplastik adalah bahan yang dianjurkan untuk digunakan (Murty, 1986).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Pengambilan hewan uji dilakukan diperairan pantai Tanjung Bira, kabupaten Bulukumba. Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan pulau Barrang Lompo Ujungpandang, dimulai pada bulan April sampai Juli 1995.

Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mangkuk plastik (tinggi 6 cm dan diameter 11 cm), labu ukur, pipet berskala, aerator, sarung tangan karet, ember, aquades, pestisida endosulfan, deterjen, hewan uji dan air laut.

Pengambilan Hewan Uji

Pengambilan hewan uji dilakukan di daerah pantai Tanjung Bira dengan kedalaman 1,5 sampai 3 meter pada lobang-lobang yang terdapat pada karang. Hewan yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam botol kecil yang telah dilubangi permukaannya. Botol ini kemudian dimasukkan lagi ke dalam ember plastik yang berisi air. Penanganan khusus ini dilakukan untuk menghindari hewan uji saling memangsa, mengingat sifatnya yang kanibal. Udang yang telah terkumpul dibawa ke lokasi penelitian. Selama perjalanan tetap diberi aerasi sehingga udang tetap mendapat suplai oksigen.

Persiapan Media

Media Percobaan

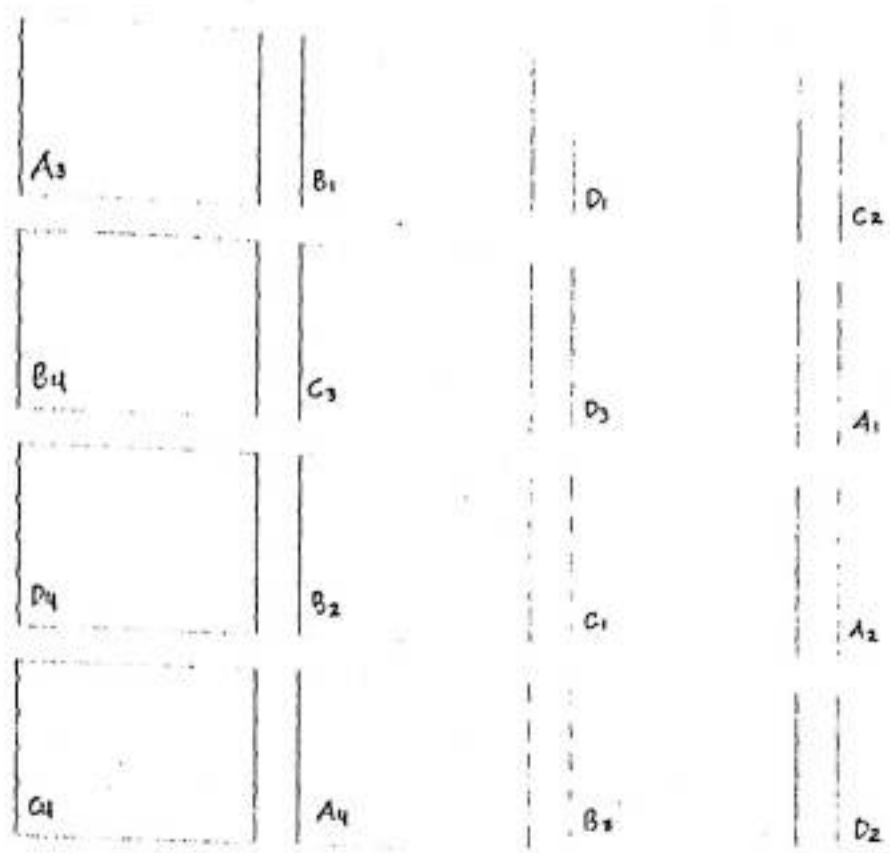
Media percobaan adalah mangkuk plastik berjumlah 128 untuk satu bahan uji, volume 250 cc, diaerasi, kadar garam 33 ‰, diletakkan dalam ruangan pada suhu kamar. Setiap hewan uji dalam satu unit percobaan ditempatkan secara acak di dalam laboratorium.

Perlakuan

Bahan uji yang digunakan adalah endosulfan dan deterjen. Endosulfan diberikan pada tiga konsentrasi ditambah kontrol, demikian halnya dengan deterjen. Dengan demikian untuk tiap satuan percobaan terdapat empat perlakuan dengan empat kali ulangan.

Pengenceran

Pengenceran dilakukan pada endosulfan dan deterjen pada konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi sebagai perlakuan diperoleh setelah dilakukan uji penentuan kisaran. Untuk deterjen konsentrasi perlakuan yang diperoleh adalah 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm ditambah kontrol. Sedangkan untuk endosulfan diperoleh konsentrasi perlakuan 0.038 ppm, 0.039 ppm dan 0.040 ppm ditambah kontrol. Tiap konsentrasi memerlukan 8 hewan uji. Jadi untuk tiap bahan pencemar dibutuhkan 128 hewan dengan empat kali ulangan. Setelah semuanya selesai, dilakukan pengujian dengan memasukkan hewan uji ke dalam mangkuk. Kegiatan pengujian ini dilakukan berurutan, yaitu endosulfan lebih dahulu lalu deterjen.



Gambar 4. Penempatan Satuan Unit Percobaan

Pengukuran Variabel dan Pengamatan

Pengamatan terhadap hewan uji dilakukan selama jangka waktu tertentu dan variabel yang diamati adalah mortalitas dan pengamatan LC50 (Soule dan Kleppel, 1988). Dalam hal ini, pengamatan dilakukan tiap 8 jam. Selain mortalitas diamati pula tingkah laku dari hewan uji dan penentuan indeks keterandalan.

Analisis Data

Untuk mengetahui adanya pengaruh bahan pencemar endosulfan dan deterjen pada berbagai konsentrasi dilakukan analisis sidik ragam (Gasperzs, 1991). Jika ditemukan ada pengaruh ($F_{hit} > F_{tabel}$) maka dilanjutkan dengan uji perbandingan rata-rata dengan memakai Uji BNT (Gasperzs, 1991). Selanjutnya untuk analisis LC50 dilakukan secara deskriptif dengan bantuan tabulasi silang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Endosulfan

1. Mortalitas

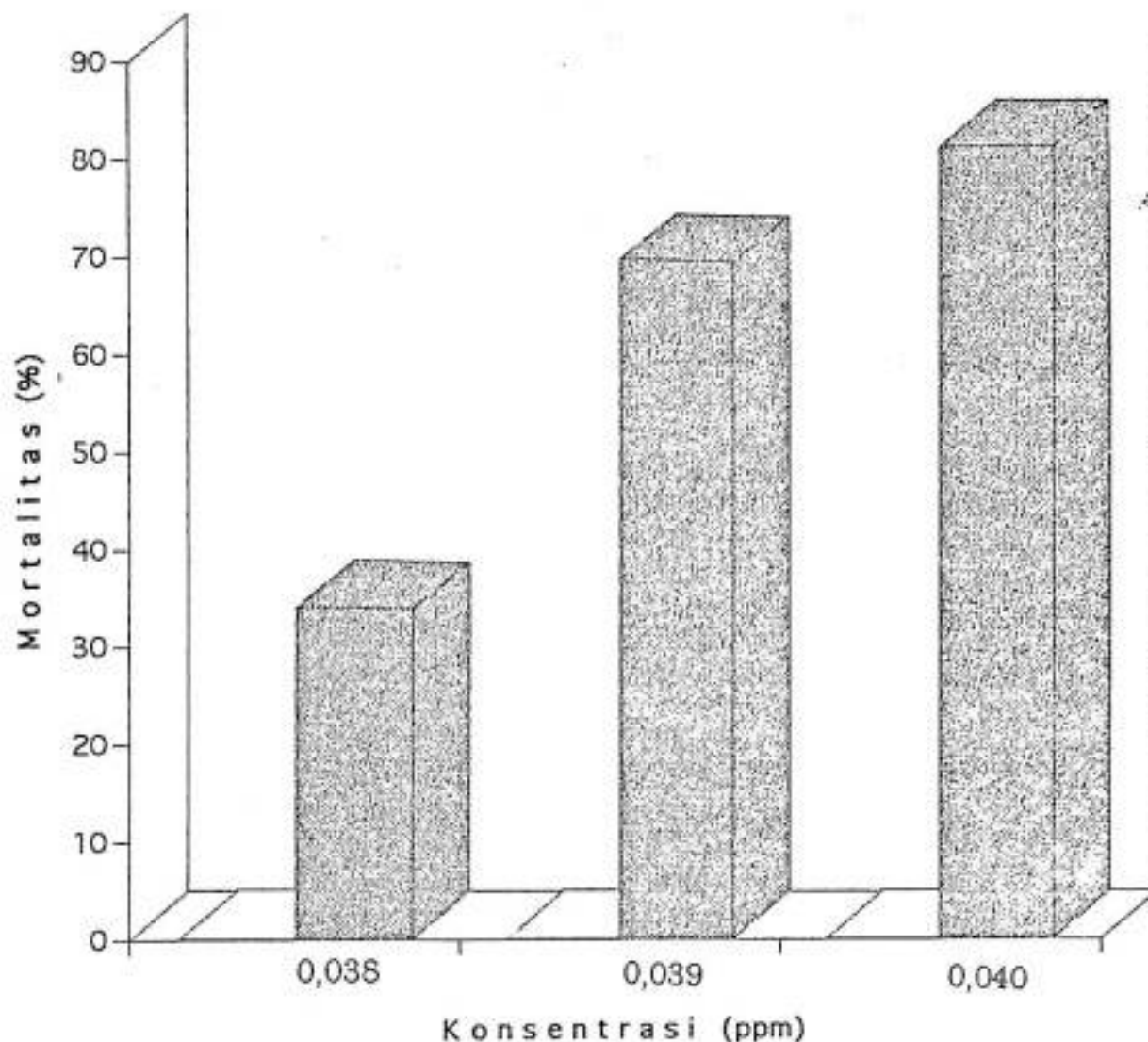
Hasil pengamatan mortalitas udang mantis pada setiap konsentrasi endosulfan selama penelitian disajikan pada Lampiran 1. Hasil perhitungan rata-rata mortalitas pada akhir penelitian (96 jam) dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 5.

Tabel 1. Rata-rata Mortalitas Udang Mantis Pada Beberapa Konsentrasi Polutan Endosulfan (96 jam).

Perlakuan	Rata-rata
Kontrol	0
0,038 ppm	34,38
0,039 ppm	71,88
0.040 ppm	84,37

Berdasarkan hasil perhitungan (lampiran 2) diperoleh hasil sidik ragam (tabel 5) yang menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata dari beberapa konsentrasi endosulfan terhadap mortalitas udang mantis ($F_{hitung} > F_{tabel}$).

Selanjutnya dari hasil perhitungan uji beda rata-rata (lampiran 3) diperoleh perbedaan sangat nyata untuk tingkat mortalitas pada semua perlakuan seperti ditunjukkan oleh tabel 2, kecuali pada perlakuan B dan C.



Gambar 5. Histogram Rata-rata Mortalitas Udang Mantis Terhadap Konsentrasi Endosulfan

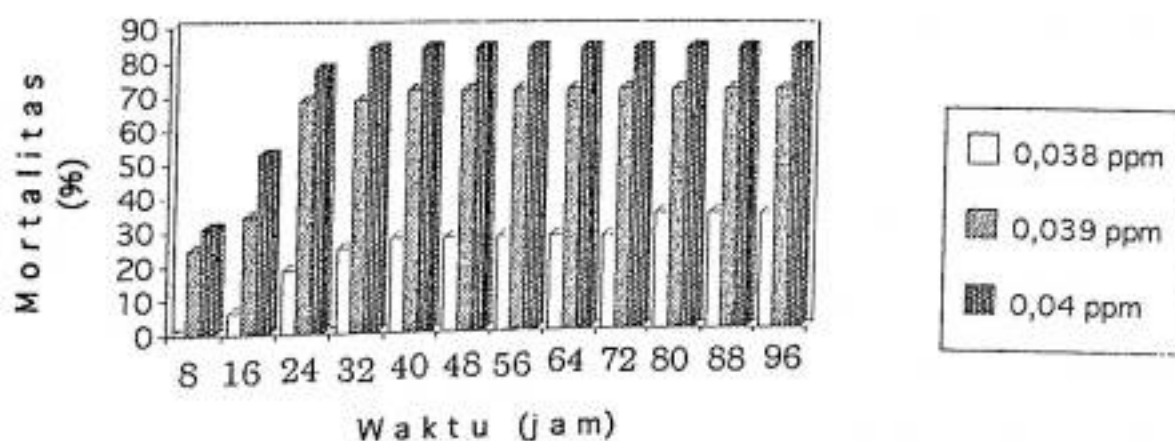
Dari hasil pengamatan terlihat dengan jelas bahwa terjadi kematian hewan uji pada larutan uji dengan konsentrasi yang berbeda. Dimana kematian tersebut meningkat seiring dengan bertambah tingginya konsentrasi bahan uji. Hal ini sesuai dengan pendapat Blackstock (1984) dalam White (1984) yang mengatakan bahwa respon dari biota laut terhadap bahan polusi dapat dideteksi dari berbagai tingkatan, dan pada tingkatan yang paling tinggi dapat bersifat akut dan letal bagi semua biota. Ini menandakan bahwa pada tiap tingkatan atau konsentrasi, polutan memiliki daya racun yang berbeda dan cenderung meningkatkan daya racunnya tersebut sesuai dengan peningkatan konsentrasi bahan racun tersebut.

Tabel 2. Beda Rata-rata Perlakuan Endosulfan

Perlakuan	O	A	B
C	84,37 **	49,99 **	12,49
B	71,88 **	37,5 **	
A	34,38 **		

Ket. : ** berarti berbeda sangat nyata

Hasil perhitungan Koefisien Keragaman (lampiran 3) menghasilkan nilai 15,61 % yang menunjukkan bahwa percobaan yang dilakukan cukup memenuhi syarat keterandalan. Hal ini didukung oleh Gasperz (1991) yang menyatakan bahwa koefisien keragaman merupakan indeks keterandalan yang baik dari suatu percobaan. Dimana jika KK makin besar, itu berarti keterandalan suatu percobaan makin rendah. Dan untuk suatu penelitian yang dianggap terandal, nilai KK-nya harus tidak lebih dari 20 %.



Gambar 6. Histogram Rata-rata Mortalitas Udang Mantis Terhadap Waktu

Dari gambar tersebut selain memperlihatkan bahwa mortalitas pada hewan uji meningkat seiring dengan lajunya waktu juga

memperlihatkan bahwa rata-rata mortalitas meningkat dengan tajam antara 8 jam sampai 40 jam. Dan setelah periode tersebut angka kematian mulai konstan atau bila timbul, hanya dalam jumlah yang kecil. Keadaan ini menurut Kinne (1984) disebabkan oleh daya racun dari bahan uji semakin berkurang dengan bertambahnya waktu. Dan walaupun pada awal masa pengujian terdapat kesamaan mortalitas, tetapi dengan jelas terlihat bahwa pada konsentrasi yang lebih tinggi terjadi mortalitas yang lebih besar. LC50-96 jam untuk endosulfan terhadap *Haptosquilla glyptocercus* dewasa berdasarkan hasil perhitungan (Lampiran 4) adalah pada konsentrasi 0,03847 ppm.

Kematian yang terjadi pada hewan uji disebabkan oleh bahan uji yang diberikan. Adapun masuknya bahan racun tersebut ke dalam tubuh hewan uji antara lain melalui mulut saat mengambil oksigen dan meresap lewat kulit selama hewan uji berada dalam wadah. Bahan endosulfan ini merupakan pestisida organoklorin yang beracun dan mekanismenya adalah mempengaruhi sistem saraf pusat (Sudarmo, 1990). Gejala yang terjadi pada hewan uji sebelum mengalami kematian adalah melakukan gerakan yang tidak terkendali.

Kematian yang dialami oleh hewan uji dapat dijelaskan berdasar penelitian-penelitian yang pernah dilakukan (Sudarmo, 1991). Pestisida endosulfan yang merupakan golongan organoklorin mengakibatkan terlepasnya suatu komponen molekul yang disebut asetilkolin dari saraf sinaptik. Suatu enzim yang terdapat pada sisi reseptor dengan cepat mengubah asetilkolin menjadi molekul nonaktif sehingga asetilkolin tidak sempat membuat getaran listrik. Enzim ini disebut asetilkolinesterase (AKHE) yang dapat melekat pada pestisida sehingga mengalami deaktivasi. Jika

enzim tersebut mengalami deaktivasi karena adanya pestisida tersebut, maka asetilkolin akan menggerakkan getaran-getaran listrik sepanjang saraf. Keadaan ini dapat mengakibatkan gejala kekejangan pada sistem otot, konfusi dan akhirnya mengakibatkan kematian.

Mekanisme kerja pestisida molekul organiklorin diduga karena komponen ini terlarut di dalam membran lemak yang mengelilingi urat saraf sehingga mengganggu transpor penting yang masuk dan keluar urat saraf. Transpor ion keluar urat saraf berperan dalam transmisi impuls listrik sepanjang urat saraf, sehingga gangguan transpor tersebut akan mengakibatkan tremor dan konfusi.

Penelitian terdahulu telah memperoleh LC₅₀ dari endosulfan untuk waktu 96 jam. Schimmel *et al* (1977) dalam Kinne (1984) memperoleh LC₅₀ - 96 jam dari endosulfan untuk *Penaeus duorarum* 0,00004 ppm, *Palaemonetes pugio* pada konsentrasi 0,0013 ppm, *Lagodon rhomboides* pada konsentrasi 0,0003 ppm dan *Mugil cephalus* pada konsentrasi 0,00038 ppm. Maka berdasarkan data yang ada serta hasil pengamatan dapat dikatakan bahwa konsentrasi endosulfan pada udang mantis lebih rendah daya racunnya dibanding organisme yang tersebut di atas. Hal ini terlihat dari LC₅₀ - 96 jam endosulfan untuk udang mantis yaitu 0,03847 ppm.

Endosulfan adalah salah satu kelompok pestisida organiklorin yang tinggi persistensinya di lingkungan dan sangat beracun terhadap organisme perairan. Sedangkan pengaruh dari bahan-bahan yang masuk ke dalam lingkungan perairan itu biasanya bervariasi antara pengaruh yang lama dan pengaruh yang sementara sebagai konsekuensi dari berbagai faktor yang saling berinteraksi di alam dan


jumlah material yang masuk. Untuk itu tingkatan pestisida di dalam lingkungan yang memberikan pengaruh nyata harus diketahui.

2. Tingkah Laku

Salah satu pengamatan untuk mengetahui tingkat kepekaan hewan terhadap suatu bahan uji adalah pengamatan tingkah laku (Vernberg, 1974). Untuk itu, dalam percobaan ini juga dilakukan pengamatan terhadap tingkah laku hewan uji guna mengetahui sampai sejauh mana kepekaannya terhadap bahan uji.

Sebelum melakukan percobaan, terlebih dahulu dilakukan pengamatan pada *Haptosquilla glyptocercus* yang menjadi kontrol. Dalam keadaan normal, hewan ini berada dalam posisi tertelungkup dan lebih sering berdiam diri. Namun dengan segera memberikan respon berupa berenang dengan cepat atau segera menggerakkan *raptorial appendage* sebagai tindakan membela diri. Kaki-kaki renang senantiasanya bergerak dan lebih sering berada di dasar wadah. *Raptorial appendage* terlipat dengan rapi selama dalam posisi normal.

Untuk konsentrasi 0,038 ppm pada pengamatan pertama umumnya belum terlihat adanya pengaruh polutan. Pada pengamatan 8 jam, timbul gerakan tidak teratur dari hewan uji. Umumnya posisi hewan uji masih tertelungkup tetapi sudah mulai mengulung badannya. Hal ini jelas menunjukkan bahwa udang sudah mulai dipengaruhi oleh bahan uji. Walaupun demikian hewan uji tersebut sekali-sekali masih berenang mengelilingi wadah dan terdiam dalam posisi normal. Tetapi pada umumnya kembali akan melengkungkan badannya. Pada pengamatan ini belum ada hewan yang mati.



Pada pengamatan kedua (16 jam), sudah terdapat hewan yang mati. Hewan yang masih hidup tubuhnya sudah terlentang dengan posisi menggulungkan badan. Kaki renang mulai lemah pergerakannya serta terjadi perubahan warna pada tubuh. Yaitu pada saat normal berwarna gelap kini mulai berubah lebih muda. Sebagian lagi masih memiliki posisi normal dan bahkan masih dapat berenang mengelilingi dasar wadah.

Pengamatan berikutnya kematian yang diperoleh lebih banyak dan keadaan udang yang masih hidup tetap stres. *Raptorial appendage*-nya mulai keluar dari lipatannya dan nampaknya tidak dapat berfungsi normal. Adapun pengamatan selanjutnya tetap menunjukkan bahwa hewan uji mengalami stres ditambah dengan kematian hewan uji. Pada hewan uji yang mengalami kematian pun terjadi pelepasan dari *raptorial appendage*-nya.

Pengamatan untuk konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 0,039 ppm dan 0,040 ppm menunjukkan tingkah laku yang sama dengan pengamatan pada 0,038 ppm. Hanya pada kedua konsentrasi ini, udang mengalami perubahan tingkah laku dengan cepat, dimana sesaat setelah dimasukkan ke dalam larutan uji, hewan uji langsung menunjukkan tanda-tanda stres. Hewan uji terlihat bergerak ganjil dan tidak teratur. Kadang naik ke permukaan lalu tiba-tiba menukik ke dasar wadah. Lalu kadang-kadang hewan uji berenang mengelilingi dasar wadah berulang-ulang untuk kemudian tiba-tiba berhenti. Posisi badan terlentang dan menggulung dengan pergerakan kaki renang yang makin melemah.

Pengamatan 8 jam untuk kedua konsentrasi di atas memperlihatkan hewan uji yang mengalami kematian sudah cukup

banyak. Rata-rata tubuhnya sudah berwarna pucat dan *raptorial appendage*-nya terlepas. Keadaan yang sama ditunjukkan pula oleh hewan yang masih hidup, yaitu ada yang *raptorial appendage*-nya terlepas namun masih tetap hidup. Hewan-hewan ini sebagian ada yang mengalami kematian pada pengamatan berikutnya dan masih ada yang bertahan hidup sampai 96 jam, walaupun keadaannya sudah tidak normal lagi. Selama pengamatan, kontrol dijadikan sebagai parameter pembandingan. Pada hewan kontrol tidak terdapat hewan uji yang mati. Aerasi diberikan tiap pengamatan selama 5 menit untuk tiap perlakuan.

Pengaruh Deterjen

1. Mortalitas

Hasil pengamatan mortalitas udang mantis pada setiap konsentrasi endosulfan selama penelitian disajikan pada Lampiran 4. Hasil perhitungan rata-rata mortalitas pada akhir penelitian (96 jam) dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 7.

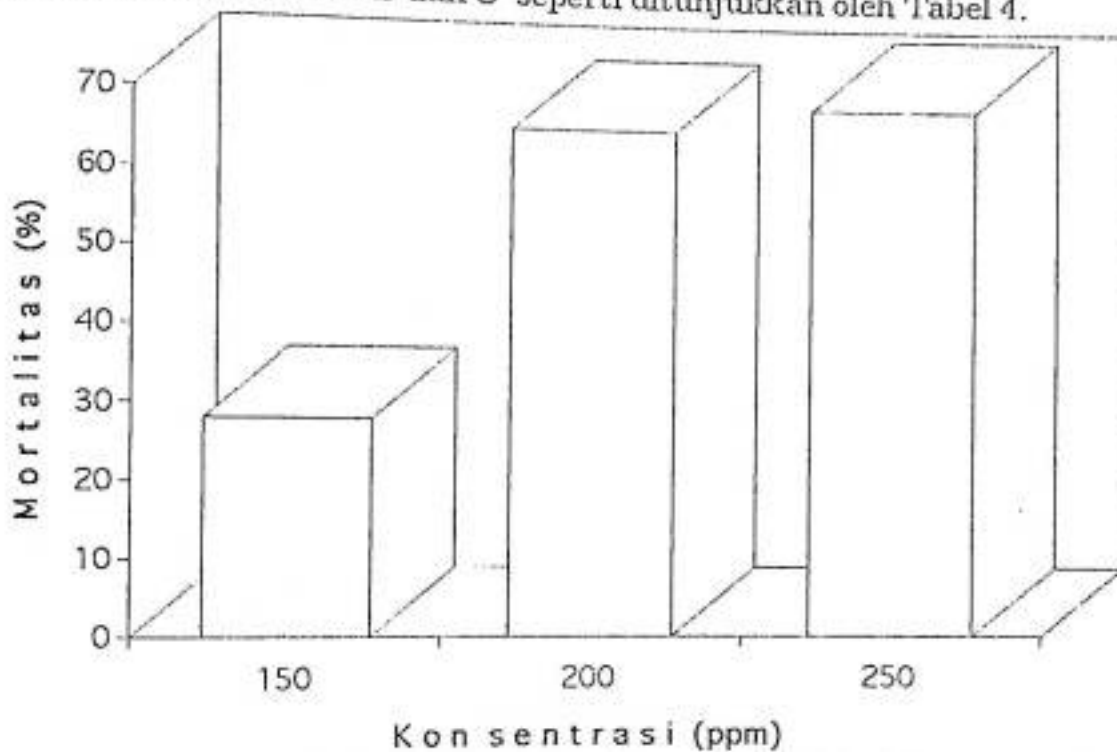
Tabel 3. Rata-rata Mortalitas Udang Mantis Pada Beberapa Konsentrasi Polutan Deterjen (96 jam)

Konsentrasi	Rata-rata
Kontrol	0
150 ppm	28,125
200 ppm	65,625
300 ppm	68,75

Berdasarkan perhitungan (lampiran 6) diperoleh hasil sidik ragam (tabel 5) yang menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata dari

beberapa konsentrasi deterjen terhadap mortalitas udang mantis ($F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$).

Uji beda rata-rata (lampiran 7) yang dilakukan menghasilkan perbedaan yang sangat nyata pada mortalitas dari semua perlakuan, kecuali untuk perlakuan B dan C seperti ditunjukkan oleh Tabel 4.



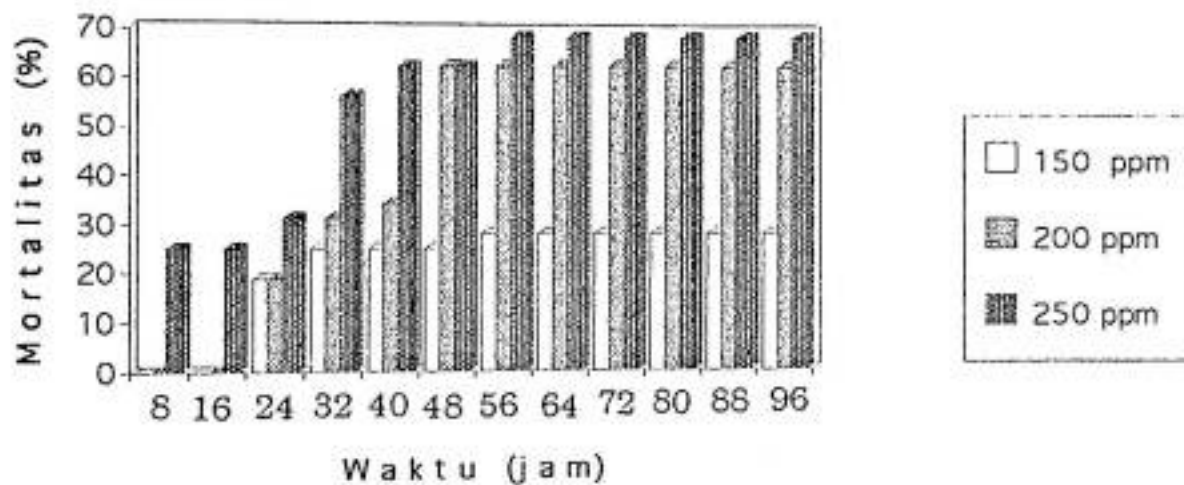
Gambar 7. Histogram Mortalitas Udang Mantis Terhadap Konsentrasi Deterjen

Pengamatan menunjukkan bahwa mortalitas terendah terjadi pada konsentrasi yang paling kecil. Dan meningkat pada konsentrasi yang lebih tinggi. Adapun pada kontrol tidak ditemukan adanya mortalitas yang menandakan bahwa perlakuan pada kontrol dan keadaannya mewakili kondisi yang normal. Grafik ini menjelaskan bahwa pada tiap konsentrasi, suatu polutan memiliki daya racun tersendiri dan cenderung meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi..

Tabel 4. Beda Rata-rata Perlakuan Deterjen

Perlakuan	O	A	B
C	68,75 **	40,625**	3,125
B	65,625**	37,5 **	
A	28,125**		

Ket. : ** berarti berbeda sangat nyata



Gambar 8. Histogram Rata-rata Mortalitas Udang Mantis Terhadap Waktu

Mortalitas yang terjadi mengalami peningkatan yang tajam pada 0 - 40 jam setelah perlakuan diberikan (gambar 8). Dan selanjutnya berjalan dengan konstan. Sedangkan jarak mortalitas antara konsentrasi 200 ppm dan 250 ppm tidak terlalu jauh seperti jarak dengan konsentrasi 150 ppm, hal ini mendukung hasil uji BNT yang mengatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan B dan C. Selain itu grafik menunjukkan bahwa terjadinya garis mortalitas yang konstan terjadi di mana jarak antara pemberian bahan uji dan waktu sudah berlangsung cukup lama. Hal ini berarti bahwa daya racunnya berkurang dengan bertambahnya waktu

(Kinne, 1984). Sedangkan hasil uji LC 50 menunjukkan bahwa LC 50 - 96 jam untuk deterjen adalah pada konsentrasi 150,3165 ppm (lampiran 8).

Pada deterjen, bahan pembentuk memegang peranan utama dalam menghilangkan kotoran secara efektif. Bahan pembentuk akan mengalami reaksi hidrolisis dengan air pencuci yang mengakibatkan air menjadi bersifat alkali. Sifat alkali ini yang penting dalam menghilangkan kotoran. Bahan pembentuk yang umum dipergunakan adalah polifosfat. Dari semua bahan-bahan penyusun deterjen, bahan tambahan inilah yang sifatnya beracun bagi organisme yang dikenainya. Masuknya bahan ini ke dalam tubuh organisme juga melalui peresapan dari kulit dan melalui mulut.

2. Tingkah Laku

Tingkah laku yang diperlihatkan oleh hewan uji selama percobaan untuk bahan pencemar deterjen, tidak berbeda dengan pengamatan untuk bahan endosulfan. Hewan uji yang dimasukkan pada pengamatan 8 jam untuk konsentrasi 150 ppm dan 250 ppm belum mengalami kematian. Tetapi pada saat itu hewan uji telah menunjukkan gejala yang kurang normal, yaitu menggulungkan tubuhnya sambil mengubah posisi menjadi terlentang. Kematian telah terjadi pada konsentrasi 250 ppm dan hewan lain yang masih hidup juga memperlihatkan gejala stres. Pada pengamatan kedua posisi hewan uji tetap hanya gerakan kaki renang yang lebih lemah dari waktu pengamatan sebelumnya. *Raptorial appedage* mulai keluar dari tempatnya, walaupun masih dalam posisi terlipat. Pada beberapa

hewan uji yang masih hidup terjadi perubahan warna menjadi pucat dan pada hewan yang mati terlihat *raptorial appendage*-nya terlepas.

Pada konsentrasi 150 ppm setelah pengamatan 48 jam tidak terdapat lagi hewan yang mati sampai pengamatan selesai, walaupun keadaan hewan uji tetap tidak normal. Demikian halnya dengan mortalitas pada konsentrasi deterjen 200 ppm dan 250 ppm yang umumnya terhenti setelah 48 jam - 56 jam. Hewan uji yang bertahan hidup tetap memperlihatkan keadaan yang kurang normal dengan *raptorial appendage* yang membuka dan kaki renang yang melemah gerakannya. Bahkan terdapat hewan uji yang terlepas *raptorial appendage*-nya namun masih hidup. Untuk hewan kontrol tidak ditemukan tanda-tanda mengalami stres. Aerasi tetap diberikan selama melakukan pengamatan dan suhu udara yang tercatat adalah berkisar 27 - 30 C.

Baik deterjen maupun endosulfan merupakan bahan yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Yang pertama umumnya dipergunakan oleh para ibu rumah tangga dan yang kedua untuk meningkatkan hasil-hasil pertanian. Residu bahan-bahan ini di alam tidaklah mengkhawatirkan jika masih berada dalam tingkat yang normal. Tingginya tingkat pemakaian, daya tahannya di lingkungan dan tidak terkontrolnya jumlah pemakaian membuat kita harus berpikir tentang ditranspornya bahan-bahan tersebut ke daerah laut terbuka (Gesamp, 1985). Dan karena daya tahannya yang tinggi terhadap lingkungan dan kemampuannya untuk menurunkan tegangan permukaan, maka banyak persoalan yang timbul jika deterjen mencapai konsentrasi yang tinggi dalam sistem air.

Masuknya bahan-bahan ini ke dalam lingkungan perairan secara langsung hampir semua melalui aliran air, juga untuk deterjen yang sebagian besar buangnya adalah dari rumah tangga. Bahan pestisida dari kegiatan pertanian masuk ke perairan melalui aliran air dan melalui semprotan yang partikelnya menguap dan terbawa sampai di perairan terbuka. Hujan juga dapat mengangkat pestisida yang telah masuk ke partikel tanah untuk dibawa ke lingkungan perairan. Bahan-bahan buangan tersebut akan masuk ke dalam rantai makanan yang dapat menimbulkan kerusakan pada organisme laut baik secara langsung maupun melalui makanannya. Dari percobaan yang dilakukan, jelas terlihat bahwa *Haptosquilla glyptocercus* memiliki kepekaan tertentu terhadap bahan uji endosulfan dan deterjen. Dan sesuai dengan tingkat kepekaannya, maka hewan ini akan lebih tahan pada konsentrasi yang lebih rendah dan berkurang saat konsentrasi dinaikkan. Untuk bahan uji endosulfan, udang mantis ini lebih tinggi daya tahannya pada konsentrasi 0,038 ppm dan sangat peka terhadap konsentrasi yang lebih tinggi (0,039 ppm dan 0,040 ppm). Karena dapat diperkirakan kadar endosulfan yang masih dapat ditoleransi oleh *Haptosquilla glyptocercus* adalah konsentrasi di bawah 0,038 ppm. Konsentrasi 0,038 ppm adalah konsentrasi yang letal karena telah menimbulkan kematian pada hewan uji.

Hal yang sama dapat kita lihat pada bahan uji deterjen, dimana mortalitas tertinggi diperoleh dari konsentrasi 250 ppm. Walaupun demikian selisih mortalitas antara konsentrasi 200 ppm dan 250 ppm tidak terlalu besar seperti selisih dengan konsentrasi 150 ppm. Karenanya dikatakan bahwa walaupun terdapat pengaruh dari kedua perlakuan, tetapi tidak berpengaruh sangat nyata untuk

konsentrasi 200 ppm terhadap 250 ppm. Konsentrasi letal bahan pencemar deterjen adalah 150 ppm karena sudah menimbulkan pengaruh akut dan letal untuk selanjutnya lebih meningkat pada konsentrasi yang lebih tinggi.

Hasil percobaan ini untuk kedua jenis bahan pencemar memperlihatkan daya racun dari bahan tersebut dan tingkat kepekaan dari spesies, sehingga dari hasil penelitian terlihat bahwa pada tingkat konsentrasi 0,038 ppm endosulfan dan 250 ppm deterjen sudah beresiko tinggi terhadap populasi udang mantis *Haptosquilla glyptocercus*.

Apa yang dibahas di atas adalah merupakan pengaruh bahan pencemar endosulfan dan deterjen secara langsung pada *Haptosquilla glyptocercus* yaitu bersifat akut dan letal pada konsentrasi tertentu. Endosulfan adalah salah satu kelompok pestisida organoklorin yang tinggi daya tahannya terhadap lingkungan. Sedangkan kita tahu bahwa semua bahan yang masuk ke dalam suatu lingkungan akan berinteraksi dengan berbagai faktor di lingkungan tersebut. Salah satu organisme yang dapat menerima pengaruh tersebut adalah udang mantis. Dan sebaliknya pada organisme lain yang berasosiasi dengan udang mantis juga akan terkena pengaruhnya. Endosulfan yang telah masuk ke dalam tubuh udang mantis dengan sendirinya akan terbawa ke dalam sistem rantai makanan. Walaupun tidak menimbulkan kematian, namun sedikit banyak telah ada pengaruh sub letal yang terjadi pada organisme yang masuk ke dalam sistem tersebut dan dalam jangka waktu lama akan mempengaruhi terutama reproduksi, sistem kerja tubuh dan sistem hormon dari organisme tersebut (Vernberg dan Vernberg, 1974).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Udang mantis sangat sensitif terhadap bahan pencemar endosulfan dan deterjen, dimana pada konsentrasi yang berbeda keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas udang mantis dewasa.
2. Endosulfan dan deterjen mulai memberikan daya racun akut pada udang mantis dewasa, masing-masing pada konsentrasi 0,038 ppm dan 150 ppm.
3. *Lethal Concentration* 50 pada periode 96 jam udang mantis dewasa baik pada polutan endosulfan dan deterjen masing-masing diperoleh pada konsentrasi 0,03847 ppm dan 150,3165 ppm.

Saran

Karena kepekaannya terhadap bahan pencemar, maka *Haptosquilla glyptocercus* dapat dijadikan sebagai bahan informasi dasar dalam penelitian pencemaran laut dan perlu diadakan penelitian lanjutan guna mengetahui pengaruh jangka panjang dari bahan pencemar endosulfan dan deterjen terhadap udang mantis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abele, L. G. 1993. **The Biological of Crustacean. Vol. 2. Embriology, Morphology and Genetic.** Academic Press, New York.
- Barnes, R. D. 1974. **Invertebrata Zoology.** W. Sanders Company, USA.
- Barnes, H and Margaret Barnes. 1984. **Oceanography and Marine Biology, An Annual Review. Vol 22.** Aberdeen University Press, GBR.
- Bliss, D and Linda Mantel. 1985. **Biology of Crustacea. Vol 9. Integument, Pigment and Hormonal Processes.** Academic Press, Orlando.
- Blixter, J.H.S and A. J Southwards. 1993. **Advances in Marine Biology. Vol. 29.**
- Caldwell, R. 1985. **Shrimps Suprise.** BBC Wildlife.
- Dingle, H and Roy L Caldwell 1977. **Stomatopods in Phuket Island, Thailand.** Phuket Marine Biological Center, Thailand.
- Erdmann, M and Kasim Moosa. 1994. **A Survey of The Stomatopoda Crustacea of The Spermonde Archipelago. In: Torani. Vol 5.** Hasanuddin University and WOTRO Netherland.
- Fardiaz, S. 1992. **Polusi Air dan Udara.** Kanisius, Jogyakarta.
- Gasperz, V. 1991. **Metode Perancangan Percobaan.** Armico, Bandung.
- GESAMP. 1989. **Pollutant Modification of Atmospheric and Oceanic Processes and Climate: some aspect of the problem.** IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on The Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Report and Studies No. 36. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- GESAMP. 1985. **Interchange of Pollutant The Atmosphere and the Oceans.** IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on The Scintific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Report and Studies No. 23. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.

- Goldberg, E. D. 1994. Coastal Zone Space Prelude to Conflict?. UNESCO, Paris.
- Hayes, W. J and Edward L Laws Jr. 1991. Handbook of Pesticides Toxicology Vol I. Academic Prass, California.
- Hayes, W. J. 1991. Handbook of Pesticides Toxicology. Vol II. Academic Press, California.
- Kaplan, E. D. 1982. A Field Guide To Coral Reef of The Carribean and Florida. Houghton Mifflin Company, Boston.
- Kinne, O. 1984. Marine Ecology Ocean Management. John Wiley and Sons, New York.
- Kinne, O. 1984. Marine Ecology. Vol V Part 4. A Comprehensive, Integrated Treatise on Life in Oceans and Coastal Water. John Wiley and Sons, New York.
- Manning, R. B. 1994. Stomatopod Crustacea of Vietnam: The Legacy of Raoul Serene. The Carcinological Society of Japan, Tokyo.
- Murty, A. S. 1986. Toxicity of Pesticide to Fish. Vol I. CRC Press. Boca Raton.
- Murty, A. S. 1986. Toxicity of Pesticide to Fish. Vol II. CRC Press, Boca Raton.
- Nriagu, J. O and J.S.S Lakshminarayana. 1989. Aquatic Toxicology and Water Quality Management. John Wiley and Sons. New York.
- Numiati, T. 1985. Praktis Statistika. Balittan, Maros.
- Nybakken, J. W. 1988. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi. Gramedia, Jakarta.
- Pearse, V. I. 1987. Living Invertebrates. The Boxwood Press.
- Riyadi, S. 1984. Pencemaran Air. Karya Anda, Surabaya.
- Soule, D. F and G. S Kleppel. 1988. The Use of Toxicity Testing in Marine Enviromental. Marine Organism as Indicator. Springer-Verlag Inc, New York.

Storer, T. I. 1979. **General Zoology**. Bell and Howell Company.
Colombus, Ohio.

Sudarmo, 1991. **Pestisida**. Kanisius, Yogyakarta.

Thurman, H. V. 1984. **Marine Biology**. Bell and Howell Company.
Colombus, Ohio.

Wardoyo, S. 1975. **Pengelolaan Kualitas Air**. Proyek Peningkatan
Mutu Perguruan Tinggi. IPB.

Waite, T. D. 1984. **Principles of Water Quality**. Academic Press
Inc, Orlando.

White, H. H. 1984. **Concept in Marine Pollution
Measurement**. Maryland Sea Grant College, USA.

Vernberg, F. J and Winona Vernberg. 1974. **Pollution and
Physiology of Marine Organism**. Academic Press, New
York

Vernberg, F. J and Winona Vernberg. 1983. **The Biology of
Crustacean Vol. 7. Behaviour and Ecology**.
Academic Press, New York.

Lampiran 1. Hasil Pengamatan Mortalitas *Haptosquilla glyptocercus* Selama 96 jam Untuk Endosulfan Dalam %

Kons. (ppm)	Ulangan	Waktu Pengamatan (jam)											
		8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
0,038	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	25
	2	0	0	25	25	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
	3	0	25	25	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	4	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
0,039	1	50	50	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	2	0	25	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	3	25	37,5	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	4	25	25	50	50	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
0,040	1	25	75	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
	2	25	37,5	75	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
	3	50	75	75	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
	4	25	25	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Lampiran 2. Perhitungan Analisa Sidik Ragam dari Mortalitas *Haptosquilla glyptocercus* Pada Endosulfan

Perlakuan (Endosulfan)	Ulangan				Total	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kontrol	0	0	0	0	0	0
0,038 ppm	25	37,5	50	25	137,5	34,38
0,039 ppm	75	75	75	62,5	287,5	71,88
0,040 ppm	87,5	87,5	87,5	75	337,5	84,37
Total	187,5	200	212,5	162,5	762,5	190,63

1. Derajat Bebas

$$\text{Ulangan} = 4$$

$$\text{Perlakuan} = 4$$

$$\text{- Perlakuan} = (4 - 1) = 3$$

$$\text{- Galat} = 4(4-1) = 12$$

$$\text{- Total} = (4.4 - 1) = 15$$

2. Faktor Korelasi

$$\frac{(762,5)^2}{(4.4)} = \frac{581.406,25}{16} = 36.337,89$$

3. Jumlah Kuadrat

$$\text{- Perlakuan} = \frac{(0)^2 + (137,5)^2 + (287,5)^2 + (337,5)^2}{4} - \text{FK}$$

$$= 53.867,187 - 36.337,89$$

$$= 17.529,297$$

$$\text{- Total} = (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (24)^2 + \dots + (75)^2 - \text{FK}$$

$$= 54.531,25 - 36.337,89$$

$$= 18.193,36$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Galat} &= 18.193,36 - 17.529,297 \\
 &= 664,063
 \end{aligned}$$



4. Kuadrat Tengah

$$\begin{aligned}
 \text{- Perlakuan} &= \frac{17.529,297}{3} \\
 &= 5.843,099
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Galat} &= \frac{664,063}{12} \\
 &= 55,33
 \end{aligned}$$

5. F Hitung

$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung} &= \frac{5.843,099}{55,33} \\
 &= 105,60
 \end{aligned}$$

Hasil analisa sidik ragam dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Sidik Ragam Mortalitas *Haptosquilla glyptocercus* Untuk Endosulfan

SK	dB	jK	kT	F Hit	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	17.529,297	5.843,099	105,60 **	3,49	5,95
Galat	12	664,063	55,33			
Total	15	18.193,36				

Keterangan : ** > pada 0,01

Lampiran 3. Perhitungan Uji BNT dan Koefisien Keragaman dari Endosulfan Terhadap *Haptosquilla glyptocercus*

1. Uji BNT

$$\text{BNT}_{0,05} = 2,179 (\sqrt{2. 55,33/4}) = 11,46$$

$$\text{BNT}_{0,01} = 3,055 (\sqrt{2. 55,33/4}) = 16,06$$

Rata-rata perlakuan :

$$O = 0$$

$$A = 34,38$$

$$B = 71,88$$

$$C = 84,37$$

2. Koefisien Keragaman

$$\text{KK} = (\sqrt{55,33}/47,65) \times 10 = 15,61 \%$$

Lampiran 4. Perhitungan LC50 - 96 jam Untuk Endosulfan Terhadap *Haptosquilla glyprocercus*

Kons.	Mati	Hidup	Kumulatif		Total	
			Mati	Hidup	Mati	%
Kontrol	0	8	0	16	0	0
0.038 ppm	3	5	3	8	3	27,27
0,039 ppm	6	2	9	3	9	75
0.040 ppm	7	1	6	1	16	94,11

a = 27,27 %

b = 75 %

k = 0,039

s = 0,038

$$1. \text{ Jarak proporsi} = \frac{50\% - 27,27\%}{75\% - 27,27\%}$$

$$= 4,76 \times 10^{-3}$$

$$2. \text{ Log. Pertambahan Dosis (Log K/S)}$$

$$= \log 0,039/0,038 = 0,01128$$

$$3. \text{ Perkalian (1) dan (2)}$$

$$= (4,76 \times 10^{-3}) \times 0,01128$$

$$= 5,36928 \times 10^{-3}$$

$$4. \text{ Log Dosis S (0,038)}$$

$$= -1,4202164$$

$$5. \text{ LC50-96 jam} = \text{antilog} (3 + 4)$$

$$= \text{antilog} (5,36928 \times 10^{-3}) + (-1,4202164)$$

$$= 0,03847 \text{ ppm}$$

Lampiran 5. Hasil Pengamatan Mortalitas *Haptosquilla glyptocerc* Selama 96 jam untuk Deterjen Dalam %

Kons. Ulangan (ppm)	Waktu Pengamatan (jam)												
	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	
150	1	0	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	2	0	0	25	25	25	25	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
	3	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	4	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
200	1	0	0	0	0	0	75	75	75	75	75	75	75
	2	0	0	25	25	37,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
	3	0	0	25	50	50	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
	4	0	0	25	50	50	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
250	1	25	25	25	25	50	50	50	50	50	50	50	50
	2	25	25	25	50	50	50	75	75	75	75	75	75
	3	25	25	37,5	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	4	25	25	37,5	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Lampiran 6. Perhitungan Analisa Sidik Ragam dari Mortalitas *Haptosquilla glyptocercus* Pada Deterjen

Konsentrasi (Deterjen)	Ulangan				Total	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kontrol	0	0	0	0	0	0
150 ppm	25	37,5	25	25	112,5	28,125
200 ppm	75	62,5	62,5	62,5	262,5	65,625
250 ppm	50	75	75	75	275	68,75
Total	150	175	162,5	162,5	650	162,5

1. Derajat Bebas

$$\text{ulangan} = 4$$

$$\text{perlakuan} = 4$$

$$\text{- Perlakuan} = (4 - 1) = 3$$

$$\text{- Galat} = 4(4 - 1) = 12$$

$$\text{- Total} = (4 \cdot 4 - 1) = 15$$

2. Faktor Korelasi

$$\frac{(650)^2}{16} = 26.406,25$$

3. Jumlah Kuadrat

$$\text{- Perlakuan} = \frac{(112,5)^2 + (262,5)^2 + (275)^2}{4} = 26.406,25$$

$$= 12.862,5625$$

$$\text{- Total} = (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (25)^2 + \dots + (75)^2 - FK$$

$$= 40.000 - 26.406,25$$

$$= 13.593,75$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Galat} &= 13.593,75 - 12.862,5625 \\
 &= 731,1875
 \end{aligned}$$

4. Kuadrat Tengah

$$\begin{aligned}
 \text{- Perlakuan} &= \frac{12.862,5625}{3} \\
 &= 4.287,5208
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Galat} &= \frac{731,1875}{12} \\
 &= 60,9322
 \end{aligned}$$

5. F Hitung

$$\begin{aligned}
 \text{- Perlakuan} &= \frac{4,287,5208}{60,9322} \\
 &= 70,36
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Sidik Ragam Mortalitas *Haptosquilla glyptocercus* Untuk Deterjen

SK	dB	jK	kT	F Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	12.862,5625	4.287,5208	70,36 **	3,49	5,95
Galat	12	731,1875	60,9322			
Total	15	13.593,75				

Ket. : ** > pada taraf 0,01

Lampiran 7. Perhitungan Uji BNT dan Koefisien Keragaman dari Deterjen terhadap *Haptosquilla glyptocercus*

1. Uji BNT

$$\text{BNT}_{0,05} = 2,179 (\sqrt{2 \cdot 60,9322/4}) = 12,027$$

$$\text{BNT}_{0,01} = 3,055 (\sqrt{2 \cdot 60,9322/4}) = 16,86$$

Rata-rata perlakuan :

$$O = 0$$

$$A = 28,125$$

$$B = 65,625$$

$$C = 68,75$$

2. Koefisien Keragaman

$$= (\sqrt{60,9322})/40,625 \times 100 \%$$

$$= 19,2 \%$$

Lampiran 8. Perhitungan LC50-96 jam untuk Deterjen Terhadap *Haptosquilla glyptocercus*

Kons. (ppm)	Mati Hidup		Kumulatif		Total	
	Mati	Hidup	Mati	Hidup	Mati	%
Kontrol	0	8	0	19	0	0
150	2	6	2	11	2	15,38
200	5	3	7	5	7	58,33
250	6	2	13	2	13	86,66

$$a = 15,38 \%$$

$$b = 58,33 \%$$

$$k = 200$$

$$s = 150$$

$$1. \text{ Jarak Proporsi} = \frac{50\% - 15,38\%}{58,33\% - 15,38\%}$$

$$= 8,06 \times 10^{-3}$$

$$2. \text{ Log Pertambahan Dosis} = \text{Log}(k/s)$$

$$= \text{log}(200/150) = 0,1249$$

$$3. \text{ Perkalian (1) dan (2)}$$

$$= (8,06 \times 10^{-3})(0,1249)$$

$$= 1,0067 \times 10^{-3}$$

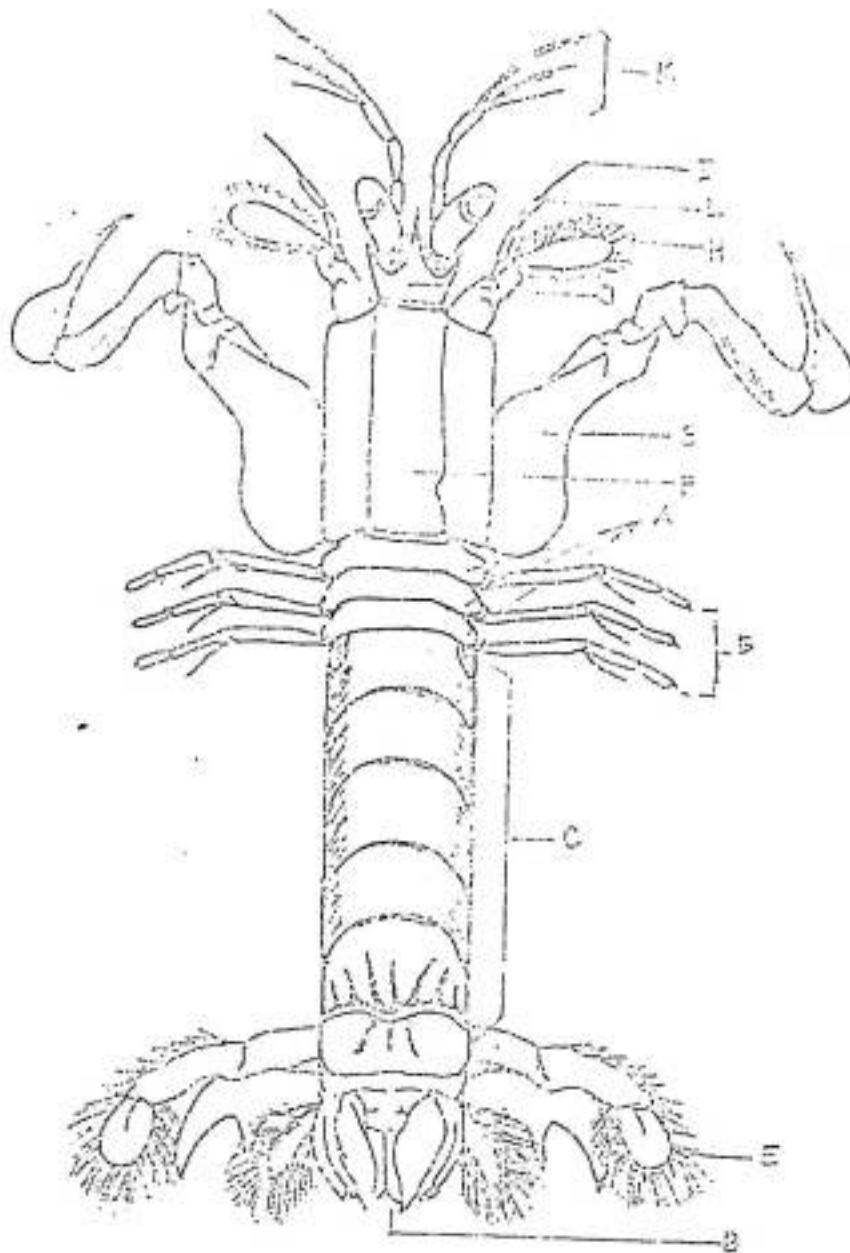
$$4. \text{ Log Dosis 150} = 2,176$$

$$5. \text{ LC50-96 jam untuk Deterjen}$$

$$= \text{antilog}(1,0067 \times 10^{-3}) + (2,176)$$

$$= 150,3165 \text{ ppm}$$

Lampiran 9. Gambar *Haptosquilla glyptocercus* (Manning, 1994)



Keterangan:

A = Thoracic Somites
 B = Pereopod
 C = Abdominal Somiter
 D = Telson
 E = Uropod

G = Raptorial Appendage
 H = Antennal Scale
 I = Antenna
 J = Rostral Plate
 K = Antennulla
 L = Mata

RIWAYAT HIDUP



Putu Widyastuti Anggraeni Sentosa, merupakan putri sulung dari I Wayan Djigeh Sentosa dan Anak Agung Sri Wedari dilahirkan di Ujungpandang pada tanggal 14 September 1971.

Pendidikan Sekolah Dasar dilalui selama 2 tahun di SD Negeri Monginsidi II pada tahun 1980, dan diselesaikan di SD Batua pada tahun 1984. Kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 8 Ujungpandang sampai tahun 1986 dan selesai pada tahun 1987 di SMP Negeri 4 Watampone. Pada

tahun 1990 menamatkan pendidikan di SMA Negeri 5 Ujungpandang, dan pada tahun yang sama diterima pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Universitas Hasanuddin melalui Ujian Masuk Perguruan Tinggi (UMPTN).

Selama perkuliahan, pernah menjadi asisten luar biasa pada mata kuliah Pengantar Oseanografi dan terdaftar sebagai anggota MSDC Unhas dengan klasifikasi Master Scuba Diver 1 (A6). Selain itu pernah terlibat dalam kepengurusan Senat Mahasiswa Ilmu dan Teknologi Kelautan periode 1990-1991 (masih bernama HIMAGASTIKA), 1991-1992 pada bidang praktek lapang, 1992-1993 sebagai Bendahara Umum. Juga pernah menjadi anggota Badan Permusyawaratan Mahasiswa periode 1993-1994 dan Bendahara Umum pada Marine Science Diving Club periode 1993-1994 dan kepanitian-kepanitian senat lain. Terakhir adalah sebagai pengurus harian HIMITEKINDO bidang kesekretariatan periode 1993-1995 dan sebagai asisten instruktur dalam Pelatihan Selam dan Metodologi Penelitian Terumbu Karang yang diadakan oleh LIPI bekerjasama dengan UNHAS dan YASINDO pada bulan Agustus 1995.